

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

NUTRICIÓN HUMANA

**“PERFIL LIPÍDICO Y CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS TRANS EN
PRODUCTOS ECUATORIANOS DE MAYOR CONSUMO”**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADA EN NUTRICIÓN HUMANA**

ANDREA GUZMÁN

Quito, abril 2011

AGRADECIMIENTO

GUIADA POR EL ANHELO DE SUPERACIÓN, Y CON FÉ EN DIOS, HE ELABORADO LA PRESENTE TESIS QUE VA DIRIGIDA CON UN SINCERO AGRADECIMIENTO A LOS SEÑORES: MAGISTER PABLO POZO PANTOJA, Y AL DOCTOR PABLO LÓPEZ PROAÑO, DIRECTOR DE TESIS, QUIENES CON SU ACERTADA VOCACIÓN Y ENTUSIASMO DEPOSITARON EN MI PERSONA LA SEMILLA DEL CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA. A LA PUCE, FACULTAD DE ENFERMERÍA CARRERA DE NUTRICIÓN HUMANA, POR LOS VALIOSOS CONOCIMIENTOS IMPARTIDOS EN SUS AULAS

DEDICATORIA

**A MIS PADRES QUE CON SU INIFINITO AMOR,
SACRIFICIO Y CONSTANCIA, HICIERON POSIBLE LA
CULMINACIÓN DE MI CARRERA PROFESIONAL**

ANDREA GEOVANA

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACIÓN	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
OBJETIVOS	16
OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
MARCO DE REFERENCIA	17
CAPÍTULO I: LÍPIDOS	17
DEFINICIÓN.....	17
FUNCIONES	17
CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS	19
CAPÍTULO II: ÁCIDOS GRASOS	24
DEFINICIÓN.....	24
ESTRUCTURA QUÍMICA.....	24
NOMENCLATURA	25
PROPIEDADES.....	26
METABOLISMO DE LOS ÁCIDOS GRASOS.....	28
Oxidación de los ácidos grasos	31
Biosíntesis de los ácidos grasos	32
Transporte de lípidos.....	34
PAPEL BIOLÓGICO DE LOS ÁCIDOS GRASOS	35
GRADO DE SATURACIÓN	39
CAPÍTULO III: ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	40
DEFINICIÓN.....	40
NOMENCLATURA	40
PROPIEDADES.....	41

FUENTES ALIMENTARIAS.....	41
CLASIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	42
EFFECTOS EN LA SALUD DE LOS ÁCIDOS GRASOS SATURADOS	46
CONSUMO DE GRASAS SATURADAS EN LA POBLACIÓN	49
RECOMENDACIONES DE CONSUMO DE GRASAS SATURADAS.....	50
CAPÍTULO IV: ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS	51
DEFINICIÓN.....	51
NOMENCLATURA	52
PROPIEDADES.....	53
FUENTES ALIMENTARIAS.....	53
CLASIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS INSATURADOS	54
Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI).....	55
Efectos de los ácidos grasos monoinsaturados en la salud.....	58
Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI).....	60
Efectos de los ácidos grasos poliinsaturados en la salud	67
RECOMENDACIONES DE CONSUMO DE GRASAS INSATURADAS	69
CAPÍTULO V: ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES (AGES).....	70
DEFINICIÓN.....	70
FUNCIONES DE LOS ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES.....	71
ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3 (Ω -3)	74
ÁCIDOS GRASOS OMEGA-6 (Ω -6)	76
BENEFICIOS DEL CONSUMO DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES	76
DEFICIENCIA DE ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES	82
RECOMENDACIONES DE CONSUMO DE GRASAS ESENCIALES.....	82
RELACIÓN OMEGA-6/OMEGA-3.....	84
CAPÍTULO VI: ÁCIDOS GRASOS TRANS (AGT)	85
DEFINICIÓN.....	85
NOMENCLATURA	86
ORIGEN DE LOS AGT EN LOS ALIMENTOS	87
Origen biológico de los ácidos grasos trans: la biohidrogenación.....	87

Origen tecnológico: la hidrogenación	88
Calentamiento de las grasas	90
CUANTIFICACIÓN DE LAS GRASAS TRANS EN LOS ALIMENTOS	93
CONTENIDO DE AGT EN DIFERENTES ALIMENTOS.....	94
CONSUMO DE GRASAS TRANS A NIVEL MUNDIAL.....	100
RECOMENDACIONES DE CONSUMO DE ÁCIDOS GRASOS TRANS FAO/OMS	102
EFFECTOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS TRANS EN LA SALUD	103
ÁCIDOS GRASOS TRANS Y LA INDUSTRIA ALIMENTARIA	113
GRUPO DE TRABAJO “LAS AMÉRICAS LIBRES DE ÁCIDOS GRASOS TRANS”	114
MEDIDAS LEGISLATIVAS DE AGT	118
DECLARACIÓN DE GRASAS TRANS EN EL ETIQUETADO NUTRICIONAL.....	122
ALTERNATIVAS PARA SUSTITUIR O REDUCIR EL USO DE AGT EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA.....	123
CONTROL Y REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ÁCIDOS GRASOS TRANS	125
METODOLOGÍA.....	130
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	135
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	156
BIBLIOGRAFÍA	157
ANEXOS	167
ANEXO N° 1.- TABLA RESUMEN DE ÁCIDOS GRASOS.....	167
ANEXO N° 2.- ESQUEMA DE LA ENCUESTA	168
ANEXO N° 3.- FOTOGRAFÍAS DE LA EXTRACCIÓN Y ESTERIFICACIÓN DE GRASAS SAPONIFICABLES	170
ANEXO N° 4- MATERIAL INFORMATIVO (ARTÍCULO EN FORMATO PDF).....	173

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1. NOMENCLATURA IUPAC DE LOS PRINCIPALES ÁCIDOS GRASOS	26
TABLA N°2. COMPOSICIÓN EN ÁCIDOS GRASOS DE DISTINTAS GRASAS (EXPRESADO EN PORCENTAJE DE ÁCIDOS GRASOS TOTALES).....	41
TABLA N°3. PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE DIVERSOS ACEITES VEGETALES DE MAYOR CONSUMO.....	54
TABLA N°4. CONTENIDO EN GRASA TOTAL Y ÁCIDOS GRASOS $\Omega 3$ DE DIVERSOS PESCADOS Y MARISCOS (G/100G)	75
TABLA N°5. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITES COMESTIBLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	135
TABLA N°6. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE MARGARINAS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	138
TABLA N°7. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE SNACKS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	141
TABLA N°8. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN PRODUCTOS DE PASTELERÍA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	143
TABLA N°9. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE PAPAS FRITAS DE LOCALES TRANSNACIONALES Y NACIONALES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	145
TABLA N°10. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS SIMPLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	147
TABLA N°11. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON RELLENO DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	149
TABLA N°12. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON COBERTURA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	150
TABLA N°13. CONTENIDO PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON RELLENO Y CON COBERTURA DE CHOCOLATE DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 5.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN ACEITES COMESTIBLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	136
GRÁFICO 6.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN MARGARINAS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	139
GRÁFICO 7.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN SNACKS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	142
GRÁFICO 8.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN PRODUCTOS DE PASTELERÍA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	144
GRÁFICO 9.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN PAPAS FRITAS DE LOCALES DE COMIDA RÁPIDA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	146
GRÁFICO 10.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN GALLETAS SIMPLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	148
GRÁFICO 13.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN GALLETAS CON RELLENO Y CON COBERTURA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010	152
GRÁFICO 14. CONTENIDO PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, INSATURADOS Y TRANS EN ALIMENTOS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010.....	153

INTRODUCCIÓN

El Ecuador experimenta un cambio significativo en la costumbre alimentaria de su población, reconocido este fenómeno como transición nutricional, caracterizada por una oferta casi ilimitada de alimentos de alta densidad energética pero con poco aporte de minerales y vitaminas a muy bajo costo. Con el propósito de simplificar las tareas, incluidas de la preparación de comidas, la industria ha puesto a disposición en el mercado una serie de productos que se caracterizan por ser altos en calorías, especialmente grasas y azúcares simples.

Los lípidos son nutrientes que cumplen diferentes funciones en el organismo: formación de las membranas celulares, síntesis de los derivados eicosanoides, transportadores de vitaminas liposolubles, proporcionan sabor a las comidas, y junto con las proteínas, proveen sensación de plenitud.

Los ácidos grasos esenciales de la familia omega-3, entre ellos el docosahexaenoico (DHA) y eicosapentaenoico (EPA), contribuyen en el desarrollo del sistema nervioso y la integridad visual fetal; por lo tanto la ingesta de grasas y aceites es importante para el buen funcionamiento del organismo. Sin embargo el exceso en el consumo de cierto tipo de grasas como las grasas saturadas y trans produce efectos negativos en la salud.

Las grasas saturadas presentes especialmente en mantecas animales y aceites tropicales como el de palma, se hallan involucradas en la etiopatogenia de la formación de la placa de ateroma y por consiguiente de la enfermedad cardio-cerebro-vascular, mientras que los ácidos grasos trans pueden ocasionar efectos fisiológicos adversos, según lo han demostrado estudios epidemiológicos. Estos efectos abarcan desde aumento del colesterol LDL, disminución del colesterol HDL, aumento del riesgo de enfermedad coronaria y de algunos tipos de cáncer, hasta una interferencia con el metabolismo de ácidos grasos esenciales con consecuencias que repercuten en el desarrollo fetal e infantil.

El contenido de ácidos grasos en los alimentos varía según el tipo de producto, materia prima y el tipo de procesamiento que se utiliza para elaborar los diferentes productos, por lo tanto se puede encontrar ácidos grasos saturados, insaturados, esenciales y trans. Por esta razón en varios países se han llevado a cabo investigaciones para determinar el perfil lipídico de alimentos de consumo frecuente por la población. Sin embargo en el Ecuador no existía información sobre el contenido de ácidos grasos en los principales alimentos de consumo nacional, ni tampoco se había establecido regulaciones sobre su contenido basadas en información cierta sobre los contenidos de ácidos grasos.

Teniendo en cuenta lo mencionado, esta investigación que es parte de uno de los proyectos de la PUCE 2010, se realiza en base a la importancia de conocer el contenido de ácidos grasos en alimentos ecuatorianos, ya que el consumo de alimentos que en su composición poseen mayor cantidad de grasas poco saludables conllevan al riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles como diabetes mellitus, obesidad, enfermedades cardiovasculares, ciertos tipos de cáncer, entre otras. Además la investigación servirá para que la población pueda seleccionar mejor los alimentos y así evitar riesgos en la salud y aportará significativamente en el conocimiento acerca de la composición de ácidos grasos en alimentos de consumo frecuente, lo que permitirá proponer estrategias tendientes a mejorar la disponibilidad y consumo de alimentos con grasas más saludables.

Por otro lado la falta de conocimiento sobre los efectos perjudiciales a la salud que ocasionan las grasas no saludables como son las grasas saturadas y las grasas trans y las fuentes alimentarias de las mismas, genera que el consumo sea en cantidades excesivas. Tomando en cuenta todo lo mencionado, el propósito general de la investigación consiste en determinar el perfil lipídico y ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo en la Ciudad de Quito, para lo cual se desarrollo un estudio en el que se consultó a 283 estudiantes universitarios; 103 hombres (36,4%) y 180 mujeres (63,6%), pertenecientes a los principales centros de educación superior de la ciudad de Quito. El promedio de edad de los encuestados fue de 21 años \pm 1.18. De acuerdo a la información proporcionada se estudiaron ocho variedades de alimentos: aceites comestibles, margarinas, galletas simples,

galletas con relleno, galletas con cobertura, productos de pastelería, snacks y papas fritas que se expenden tanto en cadenas de comida rápida transnacionales, como aquellas que se venden en restaurantes locales. Se escogieron los tres productos de mayor consumo de cada grupo de alimentos y se determinó el contenido lipídico por el método de extracción de grasas saponificables y el perfil de ácidos grasos se estableció por el método de cromatografía de gases AOCS Ce-1h-05.

Los datos del estudio señalan que el contenido de ácidos grasos saturados es alto en los productos pre-envasados que se consumen habitualmente. El contenido de AGT no muestran cantidades significativas, excepto en galletas, especialmente las de chocolate con relleno, con cobertura de chocolate y las galletas simples con chispas de chocolate y de sal, sin embargo no superan el 2% de la cantidad de grasas en los productos. Los derivados de pastelería específicamente en poncakes y pastas tipo “milhojas” son los que muestran mayor contenido de AGTrans.

Los productos muestran alteraciones en el balance omega-6:omega-3, siendo más manifiestos en los aceites a base de girasol, altos en ácido linoleico. El contenido de ácidos grasos de la familia omega-3 en términos generales es bajo en todos los productos analizados. Este desbalance en el contenido de ácidos grasos podría favorecer la presencia de enfermedades cardiovasculares en la población ecuatoriana.

Por la información obtenida, se recomienda el desarrollo de políticas dirigidas a la industria alimentaria para que mejoren la calidad nutricional de los alimentos, además se recomienda informar a la población de los riesgos del consumo y fuentes alimentarias de grasas saturadas y trans, para que la población seleccione alimentos saludables mejorando el equilibrio entre las grasas saturadas, trans e insaturadas.

ANTECEDENTES

El perfil lipídico de los alimentos procesados y el contenido de grasas trans es un tema que cada vez se torna más importante conocerlo y difundirlo debido a la importancia que tiene sobre la salud el control del consumo de grasas en la alimentación, ya que el aporte suficiente y equilibrado permite el desarrollo de diferentes funciones entre las que se puede mencionar: son la principal reserva energética del organismo, forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares, ayudan a la producción de ciertas hormonas, entre otras. Por otro lado, un aporte excesivo de grasas genera varios problemas de salud como hipercolesterolemia, enfermedades coronarias, obesidad, entre otras. Por lo tanto, en varios países se han realizado estudios para determinar el perfil lipídico de alimentos.

Primeramente es importante mencionar donde se encuentran y cómo se forman los ácidos grasos trans, grasas saturadas, grasas mono y poliinsaturadas; en uno de los artículos publicados se señala lo siguiente: Los AGT se forman durante la hidrogenación parcial de aceites vegetales líquidos para formar grasas semisólidas que se emplean en margarinas, aceites para cocinar y muchos alimentos procesados. “Los AGT también se forman de manera natural en pequeñas cantidades por la acción de microorganismos presentes en el estómago de los rumiantes (ganado bovino, ovino y caprino); sin embargo, esta forma de AGT supone una pequeña proporción (<0,5% del aporte energético total) de la cantidad total de grasas trans consumidas”.¹ Las grasas trans incrementan la lipoproteína de baja densidad (LDL) y disminuyen la presencia de la lipoproteína de alta densidad (HDL), aumenta el cociente entre el colesterol total y el colesterol HDL, predictor de un gran riesgo de enfermedad cardiovascular.

¹ Tavella, M., Perego, L., Peterson, G., Espeche, M., & Marteau, S. Nutrinfo - Ácidos Grasos Trans: Concepto e Implicancias Clínicas [en línea], Disponible: <<http://www.nutrinfo.com/pagina/info/trans.html?PHPSESS=d14e1db3c1790f8318fc335bfe9455d4>> [Fecha de consulta: 28/mar/2009].

Por otro lado las grasas saturadas, son un tipo de grasas que poseen la cadena carbonada llena de hidrógenos, por lo que todos los enlaces entre sus átomos de carbono son simples, sin ningún doble enlace. Se encuentran principalmente en la grasa animal aunque también hay algunos productos vegetales. “Los ácidos grasos saturados a destacar son: ácido esteárico, que se encuentra en las carnes rojas, mantequilla, y crema de cacao; ácido palmítico, en el coco y la palma; ácido butírico, en la mantequilla; y ácido araquídico, en los cacahuets.”² Cabe mencionar que el ácido palmítico es el principal ácido graso saturado de la dieta, ya que es el más abundante en las carnes, grasas lácteas y en los aceites vegetales (coco y palma). Además es uno de los menos saludables entre las grasas saturadas ya que es el que más aumenta los niveles de colesterol en la sangre, por lo tanto el más aterogénico.

Cuando las grasas saturadas son consumidas en exceso, estas se depositan en distintas partes del organismo, produciendo en primera instancia hipercolesterolemia y luego producen enfermedades como: aterosclerosis, isquemia, hipertensión arterial, accidente cerebro vascular, infarto de miocardio. Este efecto hipercolesterolemizante varía según la longitud de la cadena del ácido, la cantidad de colesterol que acompaña la dieta, como también de los niveles previos de colesterolemia. Por lo tanto el ácido graso esteárico (18:0) posee mínimo efecto sobre la colesterolemia, mientras que el laúrico (12:0), el mirístico (14:0) y el palmítico (16:0), la aumentan notablemente.

Mientras que los ácidos grasos insaturados, en su cadena hidrocarbonada poseen uno o más dobles enlaces. Son líquidas a temperatura ambiente y comúnmente se les conoce como aceites (aceite de oliva, de girasol, de maíz). Las grasas insaturadas se clasifican en grasas monoinsaturadas y poloinsaturadas, estas últimas formadas por ácidos grasos de las series ω -3, ω -6. Estas grasas son beneficiosas para el cuerpo humano por sus efectos sobre los lípidos plasmáticos, como reducir los niveles de colesterol asociado a la lipoproteína LDL, elevan los niveles de lipoproteína HDL y algunas contienen ácidos grasos que son

² Cervera, C. Grasas Saturadas [en línea], Disponible: <<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=53>> [Fecha de consulta: 12/enero/2010].

nutrientes esenciales, ya que el organismo no puede sintetizarlos y el único modo de conseguirlos es mediante el consumo de alimentos ricos en este tipo de grasas.

Es relevante citar los estudios que se realizaron acerca de la determinación del contenido de lípidos en alimentos en otros países, uno de esos países es Argentina. En este país se llevo a cabo un estudio en el año 2006, denominado “Ácidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina”, a continuación se detalla el procedimiento y los resultados del estudio:

Se estudiaron margarinas, mantecas, mayonesas, galletitas, alfajores y productos de copetin y se determinó el contenido lipídico por el método de Folch. La composición en ácidos grasos se determinó por cromatografía gaseosa. Se encontró una importante presencia de (AGT) en los alimentos, aun en aquellos promocionados como con bajo contenido de colesterol. En algunos casos, el contenido de AGS y AGT es superior al de insaturados cis. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-6 es importante en algunos alimentos y, en general, el contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 es bajo.³

En España – Sevilla, se realizó una revisión bibliográfica en el año 2006 por el Área de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Farmacia del Instituto de la Grasa, denominada “Revisión de los niveles de ácidos grasos trans encontrados en distintos tipos de alimentos”. En este trabajo se realiza una exhaustiva revisión bibliográfica de los contenidos en grasas trans en alimentos de distinto origen. Se analizaron el contenido graso de distintos productos como varios tipos de pan, papas fritas, algunos tipos de galletas, leches y derivados, carnes y derivados y chocolates. Se determinó que el contenido de grasas trans varía según el tipo de producto ya que en algunos se encontraron poca cantidad, mientras que en otros cantidades elevadas de este tipo de grasas. Sin embargo “la mayor variabilidad se registra en margarinas, entre las que se encuentran desde las "libres de trans", hasta algunas con 34,3% de estos ácidos grasos. En cuanto a los distintos

³ Peterson, G. Aguilar, D. Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. “Ácidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina”. Argentina. En línea 2006. 3/mayo/2009. <http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf>

isómeros, el mayoritario es el C18:1t (ácido elaídico)”⁴. En el mismo país, se realizó un estudio en el año 2002, para determinar el contenido en isómeros geométricos de los ácidos grasos en helados comerciales. Se analizaron ocho muestras de distintas variedades de helados comercializados en España, del estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

La fracción mayoritaria en todos los casos, está constituida por los ácidos grasos saturados, que presentan un valor medio del 68,1%, seguido de la fracción de monoinsaturados (media=21,1%) y poliinsaturados (media=5,1%). El contenido en ácidos grasos trans, detectado en todas las muestras, oscila entre 0,5%-19%, con un valor medio de 5,7%.⁵

El análisis estadístico (análisis cluster) realizado en el estudio, basado en el contenido en ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans, permitió diferenciar tres grupos distintos de helados según la fuente de grasa mayoritaria empleada en su elaboración (grupo 1: helados con alto contenido en trans, grupo 2: helados con bajo contenido en trans y grupo 3: helados elaborados con mezcla de grasa vegetal y láctea, con cantidades intermedias de estos isómeros).

En Uruguay, se han realizado estudios en el Laboratorio de grasas y aceites de la Facultad de Química de la Universidad de la República del Uruguay, sobre el contenido y la composición de los materiales grasos empleados en diferentes tipos de alimentos de consumo frecuente, que se comercializan en este país, a continuación se describen los resultados de algunos de los estudios que se han llevado a cabo. Uno de los productos analizados fueron las galletas dulces y saladas, se encontró que “el porcentaje de trans en el material graso es muy variable (entre 4% y 48%), solamente 2 muestras de 26 analizadas contienen menos del 5% de trans, de acuerdo con la recomendación del grupo de trabajo de la OMS”.⁶ Otro de los productos analizados fueron los alfajores con cobertura de

4 V. Griguol, M. León-Camacho, & I.M. Vicario. “Revisión de los niveles de ácidos grasos trans encontrados en distintos tipos de alimentos”. España – Sevilla. En línea Enero - Marzo 87 – 98, 2007. 3/mayo/2009. <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>>

5 V. Griguol, I.M. Vicario y M. León. (2003). Contenido en isómeros geométricos de los ácidos grasos en helados comerciales españoles. [en línea], Disponible: <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/2443/1/Griguol.pdf>> [Fecha de consulta: 9/dic/2009].

6 Calvo, Soledad. Trans: Responsabilidad de la Industria. [en línea], Disponible: <www.surhta.com/PDF/trans.pdf> [Fecha de consulta: 3/mayo/2009].

chocolate, en estas muestras se pudo determinar que “todos los materiales grasos utilizados presentan un alto contenido de trans (más del 25%). La dureza necesaria para que el material graso sea apto para una cobertura de chocolate se logró con un contenido muy alto de ácidos grasos saturados (más del 60%).”⁷

Por otra, parte los aportes científicos que se han realizado así como un sin número de artículos y revisiones bibliográficas respecto a los ácidos grasos trans y grasas saturadas son relevantes, debido a los efectos negativos que causan a la salud. Por lo tanto es necesario mencionar estudios que demuestran que el consumo de grasas trans y grasas saturadas ocasionan efectos sobre la salud.

Las Investigaciones importantes realizadas por científicos en el Centro de Investigación de Nutrición Humana (BHNRC) mantenido por el Servicio de Investigación Agrícola (ARS: agencia principal de investigaciones científicas del Departamento de Agricultura de EE.UU.) en Beltsville, Maryland. En el estudio preliminar del ARS, 58 voluntarios adultos se alimentaron con diferentes dietas controladas. Una dieta con un nivel moderadamente alto de ácidos grasos trans, una con un nivel alto de grasas trans, una con un nivel alto de grasas saturadas, y una con un nivel alto del ácido oleico. Los resultados del estudio fueron que “después de cada una de las dietas con ácidos grasos trans o grasa saturada, opuesta a la dieta con el ácido oleico, los niveles del colesterol LDL de los voluntarios fueron significativamente aumentados”.⁸

Otro de los estudios que se destacan con respecto a los efectos que ocasionan las grasas trans en la salud, es el que se llevo a cabo en Bogotá – Colombia. La muestra de la investigación estuvo conformada por 37 individuos, 18 consumidores habituales de margarina, grupo estudio, y 19 no consumidores, grupo control, a través de los resultados obtenidos, “se concluyó que el consumo de ácidos grasos trans contenidos en la margarina

⁷ Ibid, p.4-5.

⁸ Bliss, R. “Hechos sobre las grasas podrían llevar al comer más sano”. En línea 11/03/08. 31/mar/2009. <<http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2008/080311.es.htm>>.

vegetal puede ser un factor que contribuye a elevar los niveles de colesterol total y LDL, considerados factores de riesgo de enfermedad coronaria”.⁹

Por otro lado es relevante citar los acuerdos, concesos, reuniones entre otros que se han realizado en los diferentes países de América Latina sobre las grasas, uno de estos es el Congreso de Investigación en Salud Pública que se realizó en la ciudad de México, en el cual el Dr. Ricardo Uauy, Presidente de la International Unión of Nutritional Sciences (IUNS), presentó los resultados de la declaración de la reunión internacional de expertos acordada y firmada por 40 de los más altos expertos mundiales en el campo del estudio de las grasas, la nutrición y la salud, que se llevó a cabo en Barcelona, España, en el mes de febrero del 2009.

La Declaración incluye recomendaciones actuales para un consumo óptimo de grasas en la dieta y sugerencias de cómo las personas pueden llevar a cabo dichas recomendaciones. Dentro de las recomendaciones, es realizar cambios sencillos en la dieta como sustituir productos lácteos elaborados con leche entera por productos bajos en grasa o descremados, carnes con grasa por carnes magras y pescado; y el uso de aceites de origen vegetal, en lugar de grasas saturadas de origen animal en la preparación de alimentos y en los productos alimenticios.

El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP realizó en Guatemala, la reunión científica “Grasas Saludables”. La reunión tuvo como objetivos sensibilizar a la industria alimentaria y personal del área de la salud sobre el uso de grasas saludables en la alimentación, motivar a la población en la adopción de hábitos alimentarios saludables, estilos de vida activos, control de la obesidad y de las enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición. Además se trabajará en “el desarrollo de una propuesta nacional y regional sobre el consumo de grasas saludables, que motivará a los responsables de formular nuevas

⁹ Díaz Perilla, M, ND; Becerra, L, ND. Relación entre el consumo de ácidos grasos trans contenidos en la margarina vegetal y los niveles de lípidos sanguíneos en individuos de Bogotá. En línea Septiembre/Octubre 2001. 25/nov/2009. <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcce/v9n3/9n3a2.pdf>>

políticas, planes, proyectos y programas para el mejoramiento de la calidad de grasas para el consumo humano en los países de la región centroamericana”.¹⁰

Después de analizar la situación de Argentina en relación al alto contenido de grasa saturada e hidrogenada en los alimentos de dicho país, y al elevado consumo de estos productos. En 1998 se convocó a un grupo de expertos nacionales como extranjeros para la realización de una declaración sobre ácidos grasos saturados e isómeros trans en la nutrición humana. Este documento “propuso las distintas líneas de acción para controlar las condiciones actuales de la disponibilidad y consumo de alimentos grasos en la república Argentina.”¹¹ En esta declaración se realizaron varias recomendaciones, una de estas es reducir la cantidad total de ácidos grasos saturados y trans, para lo cual los consumidores deberán reducir el consumo de margarinas y manteca, productos lácteos grasos y carne roja, ya que estos alimentos contienen mayor cantidad de estos ácidos grasos. Por lo tanto el 10 de marzo de 1999 ingresa a la “Legislatura de la provincia de Buenos Aires una ley por la cual se desgravará impositivamente a aquellas empresas que produzcan alimentos reducidos en grasa saturada, hidrogenada, colesterol y enriquecidos en grasa insaturada.”¹² Con esta ley se impulsará el desarrollo industrial de alimentos saludables.

En cuanto al Ecuador, en octubre del 2008, se realizó en la ciudad de Quito el "Primer taller internacional para la reducción del consumo de grasas trans: retos y oportunidades". Participaron científicos internacionales; entre ellos representantes de la Escuela de salud pública de Harvard, del Ministerio de salud de Canadá, del Instituto costarricense de investigación y enseñanza en nutrición y salud (INCIENSA) y de la Universidad Nacional de la Plata de Argentina; además representantes de la industria alimentaria, funcionarios del gobierno ecuatoriano y universidades nacionales. En el Taller se elaboró un acuerdo ministerial para la reducción de ácidos grasos saturados, trans y la promoción del consumo

¹⁰ Reunión Científica “GRASAS SALUDABLES” – INCAP. En línea 18/04 2007. 16/enero/2010.
<<http://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=14379&IDCat=3&IdEnt=29&Idm=1&IdmStyle=1>>

¹¹ Tavella, M. Peterson, G. Espeche, M. Perego, L Rol de las grasas en nuestra morbimortalidad cardiovascular de origen isquémico PROPIA. Programa de Prevención del Infarto en Argentina [en línea], Disponible: <<http://www.propia.org.ar/descargas/nutricion.pdf>> [Fecha de consulta: 11/enero/2010].

¹² Ibid., p.9.

de grasas insaturadas de configuración cis. Este acuerdo ministerial constituye un gran avance y la pauta para dar inicio a estrategias que logren reducir el consumo y la producción de grasas trans y ácidos grasos saturados.

La producción de palma en el Ecuador se relaciona con el consumo del aceite comestible que se deriva de la misma, aceite de palma, el cual en su composición posee ácido palmítico. Este ácido es uno de los menos saludables entre las grasas saturadas debido a que es uno de los que más aumenta los niveles de colesterol en sangre.

La palma africana produce dos tipos de aceite, proveniente respectivamente del fruto y de la semilla (aceite de palmiste). El aceite del fruto se comercializa como aceite comestible, margarina, cremas, entre otros. El aceite de palmiste se utiliza en la fabricación de cosméticos, jabón, detergentes, velas, lubricantes, entre otros. Según el III censo agropecuario 2000, la producción de palma fue de 22.546 Tm. Sin embargo según el censo de palmicultores llevado a cabo en el 2005, existe 5.500 palmicultores, con un total de 207.285,31 ha. sembradas. Además en el mismo año hubo una creciente oferta tanto de fruta como de aceite crudo de palma; la producción de aceite de palma en bruto fue de aproximadamente 320.000 Tm. La superficie cosechada tiene una tasa de crecimiento promedio anual de 11% y la producción de aceite de palma el 5%. “En América, el Ecuador es el segundo productor de palma africana, el cuarto exportador de aceite de palma africana y el segundo consumidor a nivel industrial”.¹³ Por lo tanto al conocer que el Ecuador es un gran productor de palma; y que es un consumidor potencial, se puede mencionar que la población ecuatoriana está consumiendo grasas poco saludables.

Además en el Ecuador, se han realizado análisis para saber si los aceites que se venden en el mercado ecuatoriano son puros y provienen de la fuente que indica su etiqueta, se analizaron 21 muestras de diferentes marcas, usando como parámetros de calidad las normas expandidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN. En los aceites se encontraron colorantes vegetales, sintéticos o elementos minerales como la vaselina, lo que

¹³ MAG Situación Actual de las Oleaginosas y Aceites en el Ecuador [en línea], Disponible: <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/oleaginosas/situacion_actual.htm> [Fecha de consulta: 16/enero/2010].

demuestra que los aceites no están adulterados. Sin embargo los resultados arrojaron que son una mezcla de aceites (soya - palma, soya - girasol). Después de obtener los resultados de los análisis, se puede concluir que no existen suficientes normas técnicas que permitan saber su composición y pureza. “Por un lado el consumidor no tiene suficiente información para equilibrar su dieta y/o evitar ingerir de un aceite determinado, en caso de tener alguna enfermedad o condición que lo requiera; y por el otro, es imposible medir qué tan puro es.”¹⁴

Al conocer la influencia de las grasas en la salud de las personas, así como las acciones que se han realizado a nivel del país como a nivel de latinoamérica para mejorar el uso de las grasas en la industria y de esta manera promover el consumo de grasas saludables. Es necesario mencionar los cambios de los hábitos alimentarios ya que estos cambios se han relacionado con el deterioro de la salud de las poblaciones.

En los últimos años se han producido cambios en los hábitos alimentarios de la población mundial. En este fenómeno han influido causas tan diversas como la introducción de la mujer en el mercado laboral, el acelerado estilo de vida y el abandono de costumbres tradicionales. Por lo que muchas personas se ven obligadas a consumir alimentos poco saludables conocidos como “comida rápida”. Además la industria alimentaria crece y la publicidad de alimentos es un medio que influye en el consumidor, especialmente en niños y jóvenes, ya que muchas de las veces hace que se consuma productos poco saludables. Por lo tanto la publicidad de alimentos juega un papel muy importante en los consumidores a la hora de seleccionar los alimentos en el mercado. La oferta de alimentos ricos en grasas no saludables y azúcar ocasiona que la población adquiera malos hábitos alimentarios ocasionando perjuicios importantes a la salud como enfermedades coronarias, hipertensión, obesidad, entre otras. Por lo tanto los cambios en los hábitos alimentarios es fundamental para mejorar las condiciones de vida de las personas, una alimentación adecuada, saludable, completa y equilibrada, así como el ejercicio físico, permite que el organismo adquiera lo necesario para un óptimo desarrollo.

¹⁴ Aceites: Análisis y Realidades [en línea], Disponible: <<http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/tribuna%20análisis%20realidades.html>> [Fecha de consulta: 16/enero/2010].

Como consecuencia de llevar malos hábitos alimentarios las causas de mortalidad en el Ecuador se relacionan con la mala alimentación. Según el anuario de estadísticas vitales: nacimientos y defunciones del INEC 2008. “Dentro de las cinco causas de mortalidad general de los ecuatorianos están: diabetes mellitus, enfermedades cerebrovasculares, enfermedades hipertensivas, influenza y neumonía y enfermedades isquémicas del corazón.”¹⁵ Para el caso de mortalidad masculina como tercera causa se encuentra las enfermedades cerebrovasculares, con 1.723 casos y con una tasa de 24,9 por cada 100.000 habitantes de sexo masculino. Entre las principales causas de mortalidad femenina están: la diabetes mellitus con 1.931 casos y una tasa de mortalidad de 28,0 por cada 100.000 habitantes de sexo femenino, luego enfermedades cerebrovasculares, enfermedades hipertensivas, influenza y neumonía e insuficiencia cardíaca.

Teniendo en cuenta lo mencionado en relación a los efectos del consumo de grasas no saludables, la industria alimentaria de otros países ha realizado proyectos o acciones para elaborar mejores productos, a partir de la utilización de grasas saludables para colaborar con el mejoramiento de la salud de los consumidores. Uno de estos países es Argentina, el proyecto promovido por PROPIA (Programa de prevención del infarto en Argentina), se basa en la modificación de la composición lipídico en alimentos de consumo masivo. Los alimentos contienen distintos tipos de componentes grasos: grasa saturada, insaturada, hidrogenada y colesterol. PROPIA desarrolla y avala productos modificados en su perfil lipídico, a través del reemplazo de las grasas saturadas o hidrogenadas por grasas insaturadas. Por el contrario en el Ecuador lamentablemente no se ha impulsado el desarrollo de este tipo de proyectos para mejorar la producción de alimentos a nivel industrial. Así como la falta de información acerca del contenido de grasas en alimentos, conlleva a no poder seleccionar alimentos saludables. Además la falta de regulaciones a nivel industrial acerca del uso de grasas poco saludables ocasiona el desarrollo de alimentos perjudiciales para la salud.

¹⁵ INEC - Anuario de Estadísticas Vitales: Nacimientos y Defunciones [en línea], Disponible: <http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/inv_soc/nac_def> [Fecha de consulta: 16/enero2010].

JUSTIFICACIÓN

El sentido de la presente investigación consiste en conocer el perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos procesados ecuatorianos de mayor consumo. Es bien conocido que una ingesta excesiva de grasas en la alimentación ocasiona diversos problemas de salud, por lo tanto se hace necesario conocer la cantidad de grasas y el tipo de ácidos grasos que poseen ciertos alimentos que consume la población, y empezar a de esta manera a regular la ingesta de los mismos. Identificando aquellos productos que contienen altas concentraciones de ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans se podrá intervenir en diversas instancias públicas y privadas con el propósito de mejorar la calidad de los aceites y de productos procesados que contienen lípidos en su fabricación. Disponer de estas orientaciones, constituyen un marco de referencia para que la empresa privada adopte líneas de promoción y venta de mejores productos. Por otra parte permitirá al sector salud y al relacionado con la producción y oferta de alimentos, implementar normativas que favorezca la disponibilidad de alimentos con mejor perfil lipídico.

En cuanto a la relevancia profesional, esta investigación permite indagar de forma más profunda en un tema que cada día se torna de suma importancia a nivel mundial debido al incremento en el consumo de alimentos que contienen AGT y saturados. Por lo tanto la investigación va a permitir la difusión del tema en diversas instancias: individuos, familias, comunidad, entidades públicas y privadas sobre la existencia de este tipo de grasas y la posibilidad de realizar cambios significativos que permitan el acceso a alimentos más saludables.

Por otro lado la investigación es importante para que el consumidor, especialmente los estudiantes universitarios estén informados acerca de la composición de grasas de los alimentos que consumen con mayor frecuencia, por lo tanto una vez que estén informados podrán seleccionar alimentos saludables y limitar el consumo de alimentos ricos en grasas saturadas y trans. Además la investigación permite difundir información sobre la importancia de los lípidos en el organismo así como los perjuicios que produce el consumo excesivo de grasas no saludables.

En base a lo mencionado anteriormente y teniendo en cuenta que el alto consumo de estas grasas incrementan las probabilidades de desarrollar enfermedades cardiovasculares y otras patologías asociadas, se considera muy importante realizar esta investigación. Adicionalmente en el país no se ha llevado a cabo hasta el momento ningún estudio que determine el perfil lipídico de los alimentos pre-ensados, razón por lo que se vuelve imprescindible conocer tal condición.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los productos de mayor consumo en la ciudad de Quito y cuál es el perfil lipídico de los mismos, en especial el contenido de ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans, cuya ingesta produciría efectos nocivos a la salud de la población?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el perfil lipídico, especialmente el contenido de ácidos grasos trans y grasas saturadas en productos ecuatorianos de mayor consumo en la Ciudad de Quito.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la composición de ácidos grasos que están presentes en productos ecuatorianos de mayor consumo, mediante cromatografía gaseosa.
- Identificar aquellos productos y alimentos que poseen mayor cantidad de grasas trans y saturadas de acuerdo a los análisis realizados.
- Elaborar tablas de productos ecuatorianos de consumo masivo de acuerdo al contenido de ácidos grasos.
- Difundir los resultados por medio de la elaboración de material informativo.

MARCO DE REFERENCIA

CAPÍTULO I

Lípidos

1.1 Definición

Según Yépez (2004), los lípidos son biomoléculas, presentes en el tejido de los animales y las plantas. Están formadas básicamente por carbono e hidrógeno, y en menor medida por oxígeno. Adicionalmente algunos lípidos suelen contener fósforo, azufre y nitrógeno en su estructura.

Los lípidos tienen como característica común la propiedad física de ser insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos como el cloroformo, metanol o benceno. La mayoría de los organismos, utilizan los lípidos como reservorios de moléculas para producir energía (aceites y grasas). Los mamíferos, incluido el ser humano acumulan los lípidos como grasas, y los peces como ceras; en las plantas se almacenan en forma de aceites protectores con aromas y sabores característicos.

En cuanto a nivel nutricional, Mataix (2006) menciona que los lípidos son nutrientes que cumplen determinadas funciones orgánicas, por lo tanto son imprescindibles en la alimentación de las personas. Los lípidos deben representar entre el 25 – 30% del valor calórico total y representan el 10-20% del peso corporal total de un adulto normal.

1.2 Funciones

Los lípidos cumplen funciones muy importantes en los organismos vivos, estas son:

1.2.1 Función de fuente y reserva de energía

La mayoría de los tejidos (excepto en eritrocitos y cerebro), utilizan ácidos grasos derivados de lípidos, como fuente de energía ya que un gramo de grasa produce 9,4 kilocalorías en las reacciones metabólicas de oxidación, mientras que las proteínas y glúcidos sólo proporcionan 4 Kcal/g. En los animales los lípidos forman el principal material de reserva energética, almacenados en el tejido adiposo. “Las grasas, el tipo de lípidos más abundante en el cuerpo humano, representan una reserva energética mucho mayor que el glucógeno”¹⁶. Las grasas y los aceites se almacenan como triacilglicéridos, en cantidad ilimitada.

1.2.2 Función estructural

Forman las bicapas lipídicas de las membranas celulares. Los lípidos que predominan en las membranas son los fosfolípidos, glucolípidos y colesterol. Además recubren órganos para servir como protectores y amortiguadores, el tejido adiposo que se encuentran en ciertas zonas del cuerpo humano evita daños por agresiones mecánicas como golpes; por otro lado evitan pérdidas o entradas excesivas de agua. Actúan como aislantes térmicos, localizándose en tejidos subcutáneos y alrededor de ciertos órganos, ayudan a mantener el calor del cuerpo. Las ballenas que viven en aguas frías tienen una capa de tejido adiposo muy gruesa que les sirve como aislante para evitar la pérdida de calor.

1.2.3 Función biocatalizadora

Los lípidos favorecen o facilitan las reacciones químicas que se producen en los seres vivos. Cumplen esta función las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), las hormonas esteroideas (hormonas sexuales y suprarrenales) y las prostaglandinas.

¹⁶ Yépez, R. (2004). *Bioquímica Médica*. Quito: Arco Iris producción grafica.

1.2.4 Función transportadora

Transporte de sustancias en los medios orgánicos. El transporte de lípidos desde el intestino hasta su lugar de destino, lo cual se realiza mediante la emulsión de lípidos, esto se lleva a cabo gracias a los ácidos biliares y a los proteolípidos.

Además los lípidos contribuyen a la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K).

1.3 Clasificación de los lípidos

Los lípidos se los puede clasificar según su estado de agregación en tres tipos:

- **Líquidos:** Se los denominan aceites con peso molecular pequeño y ácidos grasos cortos o insaturados que son almacenados en los vegetales.
- **Semilíquidos:** Son grasas con ácidos grasos largos e insaturados que almacenan los animales.
- **Sólidos:** Se las llama ceras, que contienen ácidos grasos largos y saturados.

Por otro lado según su composición los lípidos se clasifican en dos grupos; los que poseen en su composición ácidos grasos corresponden a lípidos saponificables y los que no poseen ácidos grasos se denominan lípidos insaponificables.

1.3.1 Lípidos saponificables

Son los lípidos que contienen ácidos grasos en su molécula y producen reacciones químicas de saponificación. La saponificación es una reacción química entre un ácido graso o un lípido saponificable, portador de residuos de ácidos grasos y una base o álcali, en la que se obtiene como principal producto la sal de dicho ácido y de dicha base (jabón y glicerina). Existen dos grupos de este tipo de lípidos: los lípidos simples y complejos.

1.3.1.1 Lípidos simples

Son aquellos lípidos que poseen en su composición química carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos lípidos simples se subdividen en: acilglicéridos o grasas y céridos o ceras.

- **Acilglicéridos:** Son moléculas compuestas por uno dos o tres ácidos grasos, unidos por enlace éster a una molécula de glicerol. También reciben el nombre de glicéridos o grasas simples. Según el número de ácidos grasos se identifican tres tipos de lípidos:
 - **Los monoglicéridos:** Contienen una molécula de ácido graso
 - **Los diglicéridos:** Poseen dos moléculas de ácidos grasos.
 - **Los triglicéridos:** Son aquellos que poseen tres moléculas de ácidos grasos.

- **Céridos o ceras:** Son lípidos sencillos formados por la combinación de un ácido graso con un alcohol monovalente (con un solo grupo alcohol). Esto determina que las ceras sean sólidas y tengan punto de fusión muy alto. Por lo general son sólidas a temperatura ambiente. Las ceras cumplen una función protectora, no se hidrolizan con facilidad y carecen de valor alimenticio. Todas las funciones que realizan están relacionadas con la impermeabilidad al agua y con su consistencia firme.

Las ceras se encuentran en las cubiertas protectoras de muchos organismos, como en la piel, el pelo, las plumas, el exoesqueleto de los insectos, o en las hojas y frutos de muchos vegetales. También forman el cerumen existente en el conducto auditivo. Algunas ceras tienen importancia económica: la cera de palmera se emplea para abrillantar; la de abeja, para fabricar velas, y la lanolina, en la fabricación de cosméticos.¹⁷

¹⁷ F. Agius, O. Borsani, P. Díaz, S. Gonnet, P. Irisarri, F. Milnitsky y J. Monza. Bioquímica. Facultad de Agronomía Universidad de la República de Uruguay. Lípidos. [en línea], Disponible: <<http://www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/basico/lipidos.pdf>> [Fecha de consulta: 25 de abril 2010].

1.3.1.2 Lípidos complejos

Son lípidos que además de contener en su estructura molecular carbono, hidrogeno y oxígeno, también contienen otros elementos como nitrógeno, fosforo, azufre u otra biomolécula como un glúcido. Tienen función estructural porque son las principales moléculas constitutivas de la doble capa lipídica de la membrana celular, por lo tanto a los lípidos complejos se le conoce como lípidos de membrana. Se dividen en fosfolípidos y glucolípidos.

- **Fosfolípidos:** Son lípidos que contienen además de ácidos grasos y un alcohol, un residuo de ácido fosfórico en su zona polar. Son moléculas heteropolares; es decir, poseen una región hidrofóbica (cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos) y otra polar (debido al grupo fosfato y amino del aminoalcohol en la lecitina). Dentro de este grupo se encuentran los fosfoglicéridos y esfingolípidos.

Los fosfolípidos en agua forman una monocapa con las regiones polares hacia el agua y las hidrofóbicas en dirección opuesta. Las regiones hidrofóbicas pueden asociarse formando una bicapa lipídica, que es la base estructural de todas las membranas biológicas.¹⁸

Los fosfoglicéridos están compuestos por ácido fosfatídico, una molécula compleja compuesta por glicerol, en el que se han esterificado dos ácidos grasos (uno saturado y otro insaturado) y un grupo fosfato. A su vez, al grupo fosfato se une un alcohol o un aminoalcohol, el alcohol puede ser la colina, la serina, la etanolamina, la glicerina o el inositol. En los organismos vivos tiene función estructural ya que son uno de los principales componentes de las bicapas de las membranas celulares.

Los esfingolípidos, su estructura molecular deriva de la unión del alcohol esfingosina una sustancia polar que puede ser un aminoalcohol o un glúcido. El más

¹⁸ Ibid., <http://www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/basico/lipidos.pdf>

conocido es la es esfingomielina que se encuentran en membranas celulares y mielina de los axones de las neuronas.

- **Glucolípidos:** Son lípidos complejos que se caracterizan por poseer un glucido. Se encuentran formando parte de las bicapas lipídicas de las membranas de todas las células, especialmente de las neuronas. Se sitúan en la cara externa de la membrana celular, en donde realizan una función de relación celular, siendo receptores de moléculas externas que darán lugar a respuestas celulares.

1.3.2 Lípidos insaponificables

Son aquellos que no poseen ácidos grasos en su estructura y no producen reacciones de saponificación, es decir no reaccionan con álcalis, ni forman jabones. Entre los lípidos insaponificables se encuentran: terpenos, esteroides y prostaglandinas.

1.3.2.1 Terpenos

Son moléculas lineales o cíclicas que cumplen funciones muy variadas, constituyen algunos de los aceites esenciales de las plantas tales como el mentol, el alcanfor, el limonero o el geranio, que les confieren olores y sabores característicos. Entre los terpenos de estructura más complicada se encuentra el fitol, que forma parte de la molécula de clorofila y los carotenoides, pigmentos de las células vegetales. Además las vitaminas A, E y K también son terpenos.

1.3.2.2 Esteroides

Son lípidos no saponificables derivados del esterano (Ciclopentanoperhidrofenantreno). Comprenden dos grandes grupos de sustancias:

- **Esteroles:** Como el colesterol y las vitaminas D. El colesterol es el esteroide más abundante cuyos depósitos en los vasos sanguíneos pueden producir enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, el colesterol es un componente esencial de las membranas de células animales y no está presente en las células vegetales. Además es precursor de las hormonas sexuales (masculinas y femeninas) y de los ácidos biliares.
- **Hormonas esteroideas:** Como las hormonas suprarrenales (aldosterona y cortisona), y hormonas sexuales (testosterona y progesterona). La cortisona actúa en el metabolismo de los glúcidos, regulando la síntesis de glucosa y glucógeno. Mientras que la progesterona prepara los órganos sexuales femeninos para la gestación y la testosterona es la responsable de los caracteres sexuales masculinos.

1.3.2.3 Prostaglandinas

Son moléculas derivadas de los ácidos grasos de 20 átomos de carbono (eicosanoides). Las funciones son diversas. Entre ellas se destaca la producción de sustancias que regulan la coagulación de la sangre y cierre de las heridas; la aparición de la fiebre como defensa de las infecciones; la reducción de la secreción de jugos gástricos. Funcionan como hormonas locales. La sobreproducción de prostaglandinas provoca inflamaciones y dolores. Además son precursores de:

- Prostaciclina (PGI): Provoca relajación vascular, musculatura lisa, vasodilatación y son antiagregantes plaquetarios.
- Tromboxano (TX): Potente vasoconstrictor y antiagregante plaquetario.
- Leucotrienos (LT): Mediadores de procesos alérgicos e inflamatorios.

CAPÍTULO II

Ácidos grasos

2.1 Definición

Según Yépez (2004), los ácidos grasos son biomoléculas orgánicas formadas por una larga cadena hidrocarbonada lineal, de número par de átomos de carbono. Constituyen uno de los principales componentes de los aceites, de las grasas alimentarias y de las grasas de depósito. Forman parte de los fosfolípidos y glucolípidos, moléculas que constituyen la bicapa lipídica de las membranas celulares. En el organismo la mayoría de los ácidos grasos se encuentran en forma de triglicéridos (una molécula de glicerol + tres moléculas de ácidos grasos); los triglicéridos se almacenan en el tejido adiposo reconocida como grasa corporal.

2.2 Estructura química

Estructuralmente están constituidos por tres elementos: carbono 76%, hidrógeno 12,7% y oxígeno 11,3%. Las cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos terminan en un grupo carboxilo ($-\text{COOH}$) y en el otro extremo en un grupo metilo ($-\text{CH}_3$). Cada átomo de carbono se une al siguiente y al precedente por medio de un enlace covalente sencillo o doble. Las cadenas están formadas por un $-\text{CH}_3$ seguidos por una sucesión de $-\text{CH}_2-$. La fórmula general de los ácidos grasos es $\text{R} - \text{COOH}$, donde R representa una cadena alifática (unión de varios carbonos formando una cadena abierta) y $-\text{COOH}$ representa el grupo carboxilo terminal de la cadena.

Según el número de átomos carbono que contenga las cadenas de ácidos grasos se las puede clasificar de la siguiente manera:

- Ácidos grasos de cadena corta: menos de 6 átomos de carbono.

- Ácidos grasos de cadena media: entre 8 y 12 átomos de carbono.
- Ácidos grasos de cadena larga: más de 12 átomos de carbono, pueden tener hasta 27 átomos y son los que en mayor cantidad se encuentran en las células humanas.

2.3 Nomenclatura

El nombre de los ácidos grasos posee dos partes: “un prefijo que indica el número de carbonos y un sufijo que varían según sea el ácido graso sea saturado o insaturado. En el primer caso el sufijo es ANOICO; en el segundo es ENOICO.”¹⁹

Los átomos de carbono de los ácidos grasos se numeran empezando por el carbono carboxílico ($-\text{COOH}$), que viene a ser el C número 1; el carbono 2 es el que queda inmediatamente tras el carbono 1, y se denomina también como carbono alfa; y al siguiente átomo de carbono que sería el número 3 se le conoce como carbono beta. Este tipo de numeración de los ácidos grasos se llama numeración Delta.

Existe otra forma de numerar a los carbonos y se conoce como omega (ω), en esta numeración el carbono 1 es el carbono del grupo metilo ($-\text{CH}_3$); este sería el carbono omega. Un ácido graso omega-3 será el que tenga su primer doble enlace entre los carbonos 3 y 4, y un ácido graso omega-6 tendrá el primer doble enlace entre los carbonos 6 y 7, al contar desde el carbono del grupo metilo ($-\text{CH}_3$), como se mencionó anteriormente. Otra forma de denominar los ácidos grasos consiste en el número de átomos de carbono seguido por dos puntos y el número de dobles enlaces (C18:2); la localización de los mismos se designa por el número del átomo de carbono donde empieza, contando a partir del extremo carboxílico.

La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), “establece que la nomenclatura de los ácidos grasos debe indicar: el número de carbonos, la cantidad y la posición de los dobles enlaces, si existen, y el tipo de isomería geométrica de los dobles

¹⁹ Yépez, R. op.cit., p.318

enlaces”.²⁰ Por ejemplo, C18:0, esto indica que es un ácido graso de 18 carbonos sin dobles enlaces en su estructura, el número que se coloca después de los dos puntos indica el número de dobles enlaces.

Tabla N°1. Nomenclatura IUPAC de los principales ácidos grasos

Nombre común	Nombre IUPAC	N° Carbonos	N° dobles enlaces
Ácido Butírico	Butanoico	4	0
Ácido Caproico	Hexanoico	6	0
Ácido Caprílico	Octanoico	8	0
Ácido Laurico	Docecanoico	12	0
Ácido Mirístico	Tetradecanoico	14	0
Ácido Palmítico	Hexadecanoico	16	0
Ácido Estearico	Octadecanoico	18	0
Ácido Oleico	Octadecenoico	18	1
Ácido Elaídico	Octadecenoico	18	1
Ácido Linoleico	Octadecadienoico	18	2
Ácido Linolénico	Octadecatrienoico	18	3
Ácido Araquidónico	Eicosatetraenoico	20	4
Ácido Eicosapentaenoico	Eicosapentaenoico	20	5
Ácido Docosaheptaenoico	Docosaheptaenoico	22	6

Elaborado por: Andrea Guzmán

2.4 Propiedades

La longitud de la cadena de átomos de carbono, el número de insaturaciones y el tipo de dobles enlaces son de importancia para satisfacer necesidades estructurales, funcionales y metabólicas de los diferentes tipos de células. En especial, los dobles enlaces de tipo cis, proporciona a los ácidos grasos características físicas, químicas y biológicas.

²⁰ Valenzuela, A. Ácidos Grasos con isomería Trans, su origen y los efectos en la salud humana. Centro de Lípidos, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, (INTA). Universidad de Chile, Santiago de Chile. [en línea], Disponible: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001> [Fecha de consulta: 9/dic/2009]

2.4.1 Propiedades físicas

- **Solubilidad:** Los ácidos grasos son moléculas anfipáticas, es decir las moléculas poseen dos zonas; una zona apolar hidrófoba que es la cadena hidrocarbonada que presenta grupos metileno ($-\text{CH}_2-$) y grupos metilo ($-\text{CH}_3$) terminales que repele el agua y una zona polar hidrófila, el extremo carboxílico ($-\text{COOH}$) que interactúa con el agua.

El tamaño de la cadena es responsable de la solubilidad de las moléculas de ácidos grasos. Por lo tanto los ácidos grasos de cadena corta son más solubles que los ácidos grasos de cadena larga porque la región hidrófoba es más corta.

- **Punto de fusión:** Es una propiedad que depende del número de carbonos que hay en la cadena hidrocarbonada y el número de enlaces dobles que aparecen en la misma. Es decir a mayor número de átomos de carbono mayor punto de fusión, mientras que la presencia de dobles enlaces disminuye el punto de fusión. Por lo tanto los ácidos grasos de cadena más corta y con mayor presencia de dobles enlaces, son las grasas suaves o aceites líquidos a temperatura ambiente.

2.4.2 Propiedades químicas

Los dobles enlaces de tipo cis les permiten a los ácidos grasos combinarse con mayor facilidad con otras sustancias. “Esta característica es la que les permite combinarse con otras moléculas para formar diversos compuestos orgánicos importantes como los fosfolípidos y los eicosanoides. Pero es también lo que les permite descomponerse, oxidarse y enranciarse con gran facilidad.”²¹

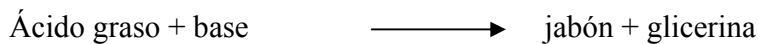
²¹ Ácidos Grasos Trans, Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Ácidos Grasos Esenciales [en línea], Disponible: <<http://knol.google.com/k/miguel-leopoldo-alvarado/%C3%A1cidos-grasos-trans-propiedades-f%C3%ADsicas/306dqwdng39c/16#>> [Fecha de consulta: 6/abril/2010].

Los dobles enlaces de tipo cis, hacen que los ácidos grasos sean inestables y lábiles, por lo que al contacto con el calor, cambian a dobles enlaces de tipo trans, que son más estables, pero que los hacen perder características específicas.

- **Esterificación:** Es la unión de un ácido graso y un alcohol (propanol), mediante un enlace covalente formando un éster y liberando una molécula de agua.



- **Saponificación:** Los ácidos grasos reaccionan con álcalis o bases y dan lugar a una sal de ácido graso que se denomina jabón.



2.4.3 Propiedades biológicas

Los dobles enlaces de tipo cis les permiten a los ácidos grasos poliinsaturados incorporarse a las vías metabólicas (combinarse con las enzimas específicas) que los convierten en eicosanoides.

Todas estas propiedades físicas, químicas y biológicas mencionadas, son las que les confieren a las membranas celulares características tales como su estabilidad eléctrica, fluidez, viscosidad, flexibilidad, elasticidad y permeabilidad selectiva. Esta última característica consistente en dejar pasar de adentro hacia fuera de la célula y viceversa solo determinadas sustancias, propiedad importante para conservar la calidad del medio interno de la célula, mantenerla bien nutrida, oxigenada y libre de toxinas.

2.5 Metabolismo de los ácidos grasos

Los organismos vivos obtienen lípidos a partir de la dieta, las reservas del tejido adiposo y de la síntesis endógena de lípidos o lipogénesis. La mayor parte de las grasas

alimentarias se suministran en forma de triacilglicéridos. Además, en la dieta se encuentran pequeñas cantidades de otros tipos de grasas como fosfolípidos, colesterol y ésteres del colesterol. El proceso de digestión de grasas empieza a nivel del estómago. Una pequeña cantidad de triglicéridos es digerida por la lipasa lingual, una enzima producida en la boca y transportada en la saliva hacia el estómago. Esta se encarga de la digestión de menos del 10% de toda la grasa ingerida.

La grasa pasa al intestino delgado, cuya presencia produce hormonas las cuales estimulan la liberación de lipasa por el páncreas y bilis de la vesícula biliar. En el intestino delgado se lleva a cabo la emulsificación de la grasa. La grasa no digerida se encuentra como grandes gotas las cuales deben ser fragmentadas en partes más pequeñas con la finalidad de que enzimas digestivas hidrosolubles (solubles en agua) puedan actuar sobre las mismas. En parte, el proceso de emulsificación se realiza por el movimiento del alimento en el estómago junto con los productos de la digestión gástrica. Sin embargo para que la emulsificación de la grasa alcance su objetivo final debe actuar la bilis.

La bilis no contiene enzimas digestivas, pero contiene grandes cantidades de sales biliares así como un fosfolípido conocido como lecitina. Estas dos sustancias, en especial la lecitina, son muy importantes en el proceso de emulsificación. Este proceso hace que las gotas de grasa reduzcan su tensión superficial, y al ser agitadas en el intestino delgado se fragmenten fácilmente, actuando hasta cierto punto como un detergente. Las sales biliares se combinan con fosfolípidos para romper los glóbulos de grasa en el proceso de emulsión, asociando su lado hidrofóbico con los lípidos y su lado hidrofílico con el agua. Las gotitas emulsionadas se organizan entonces en muchas micelas que aumentan la absorción.

Después de la emulsificación, las lipasas que son enzimas hidrosolubles atacan a las gotas de grasa sólo en su superficie. Los triglicéridos de la dieta que se encuentran en estas gotas son fragmentados por la lipasa pancreática en ácidos grasos libres y 2-monoglicéridos, pequeñas porciones permanecen como diglicéridos.

El mismo proceso se lleva a cabo con grasas ingeridas como los esteres del colesterol y los fosfolípidos. La diferencia radica en que en el jugo pancreático posee dos enzimas específicas para las sustancias antes mencionadas, estas son: el ester colesterol hidrolasa y la fosfolipasa A2 respectivamente.

Por el tamaño y la composición química de las micelas, estas se disuelven en el medio intestinal llevando así a los ácidos grasos libres y monoglicéridos al borde ciliado de las células epiteliales, entregan las sustancias y quedan libres para regresar por más ácidos grasos y monoglicéridos para transportarlos a los enterocitos.

Una vez que los ácidos grasos y monoglicéridos se encuentran en el interior de las células epiteliales (retículo endoplasmático), los ácidos grasos libres son reconstituidos a triglicéridos. Los triglicéridos se agregan dentro del retículo endoplasmático rugoso en glóbulos junto con el colesterol y fosfolípidos absorbidos y el colesterol y fosfolípidos recién sintetizados. Estos glóbulos están rodeados por una capa de proteínas (apoproteínas: Apo CII y CIII; Apo E y Apo B48), esta estructura es conocida como Quilomicrón. De esta manera los quilomicrones viajan por todo el sistema circulatorio en el organismo.

En general, los ácidos grasos de cadena inferiores a 14 carbonos entran directamente en el sistema de la vena porta y son transportados hacia el hígado. Mientras que los ácidos grasos con más carbonos entran a la circulación en forma de quilomicrón.

- **Metabolismo de los quilomicrones:** La lipasa de lipoproteínas periférica LPL, que se encuentra en la pared interior de los capilares sanguíneos, hidroliza los triglicéridos liberando ácidos grasos y glicerol. La cual es activada por la Apo CII. Los ácidos grasos que son liberados entran en el tejido adiposo, donde son almacenados y en los músculos donde se utilizan como combustible. Una vez que los quilomicrones cedieron triglicéridos, quedan unas partículas denominadas remanentes de quilomicrones (menor contenido de triglicéridos). El remanente contiene colesterol dietético y Apo B48 y Apo E, el remanente es captado

por los receptores hepáticos B 48 y E, en donde continúan su catabolismo por acción de la lipasa proteica hepática que libera el colesterol.

2.5.1 Oxidación de ácidos grasos

La degradación de los ácidos grasos es la degradación de los triglicéridos, ya que es la forma como se almacenan las grasas en el organismo. La degradación de los ácidos grasos implica tres pasos:

- Movilización de triglicéridos.
- Introducción de los ácidos grasos en el orgánulo donde se degradarán.
- Degradación de la molécula de ácidos grasos (β -oxidación de los ácidos grasos).

La movilización de los ácidos grasos es por hidrólisis de los triglicéridos mediante lipasas. Se produce glicerol y los 3 ácidos grasos correspondientes. El glicerol es el único componente del triglicérido que puede generar glucosa en circunstancias muy especiales como cuando las reservas de glucógeno han caído ostensiblemente. Los ácidos grasos, en los animales, no pueden transformarse en glucosa. Antes de que ocurra la oxidación de los ácidos grasos estos deben ingresar a la mitocondria, este proceso será descrito en tres etapas:

Primera etapa: El ácido graso se une con la coenzima A, y el producto es una lipo acil – CoA. Se necesita de ATP que actúa como donador de energía para que se forme el producto.

Segunda etapa: El producto obtenido en la primera etapa (lipo acil – CoA), como tal no puede atravesar la membrana mitocondrial necesita unirse a un transportador de membrana específico que es la carnitina. Esta reacción es catalizada por la enzima carnitina aciltransferasa I, obteniéndose como producto de esta reacción lipoacilcarnitina + CoA.

Tercera etapa: “A nivel de la membrana mitocondrial interna se agrega una nueva transferencia, esta vez del grupo lipo – acil de la lipoacilcarnitina a una CoA mitocondrial”.²² Esta reacción es catalizada por la enzima carnitina aciltransferasa II, dando como producto Lipo acil CoA y carnitina; la carnitina queda libre para seguir cumpliendo con la función de transportar nuevos ácidos grasos que desean ingresar a la mitocondria.

De esta manera una vez que los ácidos grasos han sido transportados hacia el interior de la mitocondria de las células, especialmente los miocitos, comienza la Beta-oxidación de los ácidos grasos que genera la producción de energía y como subproductos acetil-CoA que será destinado al ciclo del ácido tricarbóxico. Durante este proceso de β oxidación, “la cadena de ácidos grasos experimenta una degradación cíclica en 4 fases: deshidrogenación, hidratación, deshidrogenación y fraccionamiento. Estas 4 fases de la oxidación se repiten hasta que el ácido graso está completamente degradado a acetil-CoA”.²³ La beta oxidación también se lleva a cabo en el peroxisoma, este proceso se realiza en ácidos grasos de cadena de más de 18 átomos de carbono. Sin embargo este tipo de oxidación contribuye muy poco a la producción de ATP.

El estado metabólico del organismo ejerce influencia sobre la velocidad de la oxidación de los ácidos grasos. Como por ejemplo, el hambre y ejercicio de larga duración favorecen un aumento de la lipólisis y de la oxidación. Por el contrario, niveles elevados de glucosa e insulina limitan estos procesos.

2.5.2 Biosíntesis de ácidos grasos

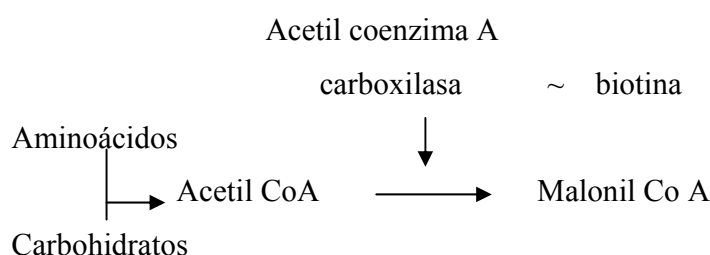
La biosíntesis y la degradación de los ácidos grasos transcurren por vías diferentes, son catalizadas por conjuntos de enzimas distintas, y tienen lugar en partes diferentes de la célula. En la biosíntesis de ácidos grasos participa un intermediario de 3 carbonos, el

²² Yépez, R. op.cit., p.324

²³ Metabolismo Interno - Metabolismo de los lípidos. [en línea], Disponible: <http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=79> [Fecha de consulta: 28/abril/2010].

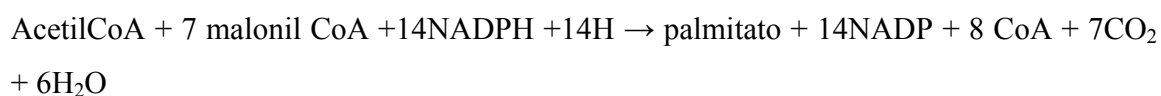
malonil-CoA. La biosíntesis se lleva a cabo en el citoplasma, lo que permite que una misma célula se realice procesos de oxidación como de síntesis de ácidos grasos.

El proceso ocurre de la siguiente manera: una molécula de Acetil CoA es carboxilada para que se forme Malonil CoA, esta reacción es catalizada por la enzima Acetil CoA carboxilasa que tiene como cofactor a la biotina (vitamina B8). La formación de Malonil CoA requiere de la energía de un enlace de ATP.



El Malonil CoA es el precursor de las unidades de 2 carbonos que van a construir el esqueleto de la cadena del ácido graso. “La síntesis de la cadena de carbonos de los ácidos grasos es catalizada por un complejo multienzimático llamado Sintetasa de ácidos grasos.”²⁴ La Sintetasa está formada por la proteína transportadora de grupos acilo, constituida por una cadena proteica y un ácido pantoténico ligado a un grupo SH y por siete enzimas.

Reacción de síntesis de ácidos grasos:



La ingesta de carbohidratos, lípidos y proteínas por encima de las necesidades, tiende a la biosíntesis de ácidos grasos y triglicéridos. La mayoría de ácidos grasos sintetizados es palmitato.

²⁴ Yépez, R. op.cit., p.328

2.5.3 Transporte de lípidos

El transporte de lípidos en el plasma es por medio de las lipoproteínas, que son partículas formadas por una fracción lipídica y una fracción proteica (apolipoproteínas: Apo). Estas lipoproteínas son: VLDL (lipoproteína de muy baja densidad), LDL (lipoproteína de baja densidad) y HDL (lipoproteína de alta densidad). Las lipoproteínas están constituidas por:

- **Componente lipídico:** Está formado por el colesterol libre y esterificado, triglicéridos y fosfolípidos.

VLDL: En su composición poseen triglicéridos (52%) y colesterol libre y esterificado.

LDL: Poseen colesterol en un 70%

HDL: Contienen un 19% de colesterol

- **Componente apolipoproteico:** Se describen 19 proteínas de las cuales solo 10 se les reconoce su composición, función y metabolismo.

Apo A: Hay varias subclases, las Apo A1, A2 y A4. Se sintetizan en hígado e intestino.

Apo B: Existen dos, la B 48 y la B100, que se sintetizan en el intestino y en el hígado respectivamente.

Apo C: Existen tres formas CI, CII y CIII, las cuales se sintetizan a nivel hepático.

Apo E: Tres formas E2, E3 y E4, se sintetiza a nivel hepático.

2.5.3.1 Transporte endógeno de lípidos

El hígado sintetiza colesterol y triglicéridos a partir de ácidos grasos. Ambos, unidos a Apo B 100 y C III, constituyen la parte fundamental de las VLDL. En el plasma pierden TG por acción de la lipoproteína lipasa (LPL) y Apo C, y se convierten en IDL. Parte de la IDL vuelve al hígado, y otra parte se transforma en LDL. Las LDL transportan la mayor parte del colesterol plasmático y son las que los transfieren a los tejidos, parte para ser

utilizado y parte para ser almacenado como ésteres de colesterol. Las LDL son el principal factor aterogénico, ya que permanecen más tiempo en la íntima arterial y se oxidan en mayor grado.

2.5.3.2 Transporte inverso de colesterol

El hígado y el intestino sintetizan lipoproteínas HDL nacientes, formadas por fosfolípidos y apolipoproteínas, que durante la circulación captan el exceso de colesterol de los tejidos y de otras lipoproteínas hasta el hígado, de modo que permiten su metabolismo y eliminación por la vía biliar. Las HDL, son las responsables de la eliminación del exceso de colesterol de los tejidos y, por tanto, también de los ateromas, lo que le da el papel antiaterogénico, además las HDL son antioxidantes, frente a las LDL.

2.6 Papel biológico de los ácidos grasos

Los ácidos grasos desempeñan funciones vitales en el organismo, entre las funciones principales se encuentran las siguientes:

2.6.1 Función energética

Los ácidos grasos son moléculas energéticas y necesarias en todos los procesos celulares en presencia de oxígeno, ya que por su contenido en hidrógenos pueden oxidarse en mayor medida que los glúcidos u otros compuestos orgánicos que no están reducidos.

Los ácidos grasos, a través de reacciones enzimáticas, son "cortados" en grupos de dos átomos de carbono y unidos al Coenzima A, para formar Acetil-CoA, que a través del ciclo de Krebs y en los complejos sistemas enzimáticos del citosol y de la membrana interna de las mitocondrias produce moléculas energéticas de ATP.²⁵

Los depósitos de grasa del cuerpo humano se utilizan para satisfacer las exigencias energéticas; cuando es demasiado bajo el nivel de insulina o no hay suficiente glucosa

²⁵ Sabater, J. Sabater, G. Ácidos grasos: importancia metabólica. [en línea], Disponible:< <http://www.sabater-tobella.com/index.php?id=331>> [Fecha de consulta: 30/marzo/2010].

disponible para utilizar como energía en los procesos celulares, el organismo quema ácidos grasos para la producción de energía. También pueden ser necesarios para satisfacer necesidades energéticas altas como en estados de inanición, cuando se realizan actividades físicas intensas o en niños cuando están en edad de crecimiento.

Los ácidos grasos de la ingesta que no se han utilizado para la producción de energía, se almacenan en el tejido graso en forma de triglicéridos. Por lo tanto cuando se necesita energía en periodos de ayuno, se produce la hidrólisis de los triglicéridos con la consiguiente liberación de los ácidos grasos, que se incorporan al metabolismo general, tanto para producir energía como para ser utilizados como precursores en otros procesos metabólicos.

2.6.1.1 Ejemplo de la producción de energía de los ácidos grasos

Ácido graso saturado: El ácido esteárico de 18C, para obtener el número de proceso se divide el número de carbonos para dos menos uno. (N° de vueltas: $N^{\circ}/2 - 1$). Para obtener el número de acetilos oxidados se divide el número de carbonos para dos.

- 8 procesos de β -oxidación (en la ruptura de un enlace C-C se generan 5 ATP): 40 ATP.
- 9 acetilos oxidados (Ciclo de Krebs) (la oxidación de cada molécula de Acetil CoA generada produce 12 ATP): 108 ATP.
- $40 \text{ ATP} + 108 \text{ ATP} = 148 \text{ ATP}$
- Activación inicial (la transportación de los ácidos grasos al interior de la mitocondria requiere de 2 ATP).
- $148 \text{ ATP} - 2 \text{ ATP} = 146 \text{ ATP}$.

Por lo tanto el ácido esteárico produce 146 ATP.

Ácido grasos insaturado: El ácido graso araquidónico de 20 C, para obtener el número de proceso se divide el número de carbonos para dos menos uno. (N° de vueltas: $N^{\circ}/2 - 1$). Para obtener el número de acetilos oxidados se divide el número de carbonos para dos.

- 9 procesos de β -oxidación (en la ruptura de un enlace C-C se generan 5 ATP): 45 ATP.
- 10 acetilos oxidados (Ciclo de Krebs) (la oxidación de cada molécula de Acetil CoA generada produce 12 ATP): 120 ATP.
- $45 \text{ ATP} + 120 \text{ ATP} = 165 \text{ ATP}$
- Activación inicial (la transportación de los ácidos grasos al interior de la mitocondria requiere de 2 ATP).
- $165 \text{ ATP} - 2 \text{ ATP} = 163 \text{ ATP}$

El ácido araquidónico produce 163 ATP, sin embargo por ser un ácido graso insaturado por cada doble enlace el rendimiento de ATP disminuye 2,5 moles, y como el ácido araquidónico posee cuatro dobles enlaces el rendimiento del ATP disminuirá 10 moles.

2.6.2 Función estructural

Los ácidos grasos son componentes fundamentales de los fosfolípidos y esfingolípidos moléculas que forman parte de la bicapa lipídica de las membranas celulares, junto con proteínas, glucolípidos y colesterol. La estructura de un fosfolípido está constituida por dos ácidos grasos (carbonos 1 y 2 del glicerol) y un radical de ácido fosfórico (carbono 3). Este ácido fosfórico a su vez esterifica otros alcoholes (fosfatidilserina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilcolina), que se sitúan en la parte exterior de la membrana, mientras que los ácidos grasos se sitúan en la parte interna formando las columnas vertebrales de su estructura. La presencia de ácidos grasos en las membranas de las células es de gran importancia tanto funcional como metabólica, mientras mayor sea la proporción en ácidos grasos saturados

mayor rigidez de la membrana mientras mayor proporción de insaturados tengan en su estructura, mayor flexibilidad de la misma.

En las membranas se encuentran receptores de hormonas, neurotransmisores y antígenos. Estos receptores necesitan de un acoplamiento espacial entre el receptor de la membrana proteína compleja y de estructura espacial para captar la hormona o el neurotransmisor. Por lo tanto para que se produzca un adecuado acoplamiento la membrana celular debe tener fluidez en el espacio y esta propiedad se la confiere el número de dobles enlaces de los ácidos grasos que la componen.

En las células cerebrales, especialmente en las células de la materia gris la fluidez en las membranas de dichas células, se torna sumamente importante por su alta actividad dependiente de neurotransmisores que actúan uniéndose al receptor de membrana de las sinapsis. Las células de la materia gris necesitan en su membrana ácidos grasos de cadena larga con varios dobles enlaces en su estructura.

Otro aspecto para resaltar la importancia de la composición de los ácidos grasos de las membranas, es el síndrome de resistencia a la insulina. “La resistencia a la insulina es una patología muy importante que se produce, entre otras causas, por la dificultad de unión entre la insulina secretada por el páncreas y sus receptores celulares, y esta dificultad depende de la plasticidad de la membrana”²⁶. Debido a que si hay mayor proporción de ácidos grasos saturados, la membrana celular es más rígida, por lo tanto menor capacidad de unión de la insulina con su receptor, lo que ocasiona mayor resistencia a la insulina. En consecuencia una dieta rica en ácidos grasos saturados favorece la resistencia a la insulina.

Estos dos conceptos sobre la importancia de la plasticidad de membrana y función biológica (neurotransmisores y el receptor de insulina) que se ha mencionado puede extrapolarse a todas las funciones que requieren receptores en membranas, como son, todas

²⁶ Ibid., <http://www.sabater-tobella.com/index.php?id=331>

las hormonas peptídicas y esteroideas, antígenos de membrana, anticuerpos IgA en membranas, entre otros.

2.6.3 Función reguladora

El organismo es capaz de introducir dobles enlaces a partir de la estructura de los $\omega 3$ y $\omega 6$ que actúan como "cebo". De igual manera puede añadir grupos de 2 carbonos a los mismos, sintetizando ácidos grasos de mayor número de átomos de carbono, a partir de C18 (linoleico y linolénico) pudiendo llegar hasta la síntesis de ácidos grasos con 22 átomos de carbono. De estos ácidos grasos de cadena larga se derivan las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos, moléculas que intervienen en la regulación y control de numerosos procesos vitales, como la respuesta inflamatoria, regulación de la temperatura corporal, procesos de coagulación sanguínea, contracción del músculo liso, entre otros.

2.7 Grado de saturación

De acuerdo al grado de saturación hay dos tipos de ácidos grasos:

2.7.1 Saturados: Son aquellos ácidos grasos que no poseen dobles enlaces entre los átomos de carbono.

2.7.2 Insaturados: Son los que tienen uno o varios enlaces en su estructura.

2.7.2.1 Monoinsaturados: Son ácidos grasos con un doble enlace en su molécula, también se los conoce como monoenoicos.

2.7.2.2 Poliinsaturados: Son ácidos grasos con dos o más dobles enlaces entre los átomos de carbono. Se los conoce también como polienoicos.

CAPÍTULO III

Ácidos grasos saturados

3.1 Definición

Según Yépez (2004), los ácidos grasos saturados son ácidos grasos de cadena recta, principalmente con número par de átomos de carbono, aunque también se han detectado impares en materias grasas comestibles de origen animal y marino y algunos ramificados, en general en proporciones pequeñas, del orden del 1 %.

Poseen la cadena carbonada llena de hidrógenos, por lo tanto no tienen dobles enlaces entre los átomos de carbono; es decir que los enlaces entre los átomos de carbono son simples, lo cual permite la unión entre varias moléculas mediante fuerzas de van der Waals, esto le proporciona el carácter sólido a temperatura ambiente. Además este tipo de grasas es generalmente de origen animal. Las grasas saturadas tienen la función principal de proporcionar energía al organismo, sin embargo, frecuentemente se asocian con riesgos a la salud.

3.2 Nomenclatura

Como se mencionó anteriormente la nomenclatura sistemática de los ácidos grasos consta de dos partes, un prefijo que indica el número de carbonos de la cadena y un sufijo que en este caso al ser ácidos grasos saturados sería ANOICO (Octanoico: saturado de 8 carbonos).

La nomenclatura abreviada es útil para nombrar los ácidos grasos saturados. Consiste en una C, seguida de dos números, separados por dos puntos. El primer número indica la longitud de la cadena hidrocarbonada, mientras que el segundo indica el número de

dobles enlaces. Los ácidos grasos saturados más abundantes son el palmítico (hexadecanoico, o C16:0) y el esteárico (octadecanoico, o C18:0).²⁷

3.3 Propiedades

El punto de fusión de los ácidos grasos saturados aumenta con el peso molecular o tamaño de la molécula; por lo tanto los ácidos grasos saturados de menos de 10 átomos de carbono son líquidos a temperatura ambiente y parcialmente solubles en agua; mientras que los ácidos grasos saturados de 12 átomos de carbono en adelante, son sólidos y prácticamente insolubles en agua. Por lo tanto el punto de fusión aumenta con la longitud de la cadena.

3.4 Fuentes alimentarias

Las principales fuentes de grasas saturadas en la alimentación se encuentran en productos de origen animal como las carnes grasas, piel de aves, los productos cárnicos (salchichas, mortadela), mantequilla, la leche entera, productos lácteos (queso y crema de leche), algunos productos de repostería (galletas, pasteles), la manteca de cerdo, entre otros. Aunque se encuentran principalmente en la grasa animal, existen también productos vegetales saturados como la crema de cacao y el aceite de palma, maní, coco y el aceite de palmiste.

Tabla N°2. Composición en ácidos grasos de distintas grasas (expresado en porcentaje de ácidos grasos totales)

	Butírico	Laurico	Mirístico	Palmítico	Esteárico
Grasa Láctea	9,2	3,1	17,7	22,6	12,5
Aceite de coco	14,9	48,5	17,6	8,4	2,5
Aceite de palma	-	0,3	1,1	45,1	4,7
Grasa bovina	0,1	0,1	3,3	25,5	21,6
Grasa porcina	0,1	0,1	1,5	24,8	12,3
Grasa de pollo	-	0,2	1,3	23,2	6,4
Grasa ovina	0,2	0,3	5,2	23,6	24,5
Grasa de huevo	-	-	-	29,0	9,0

Fuente: Mataix, J. (2006). *Nutrición y Alimentación Humana*. Barcelona – España. Océano Tomo

Elaborado por: Mataix, J

²⁷ Ácidos Grasos Saturados. [en línea], Disponible: < <http://www.ehu.es/biomoleculas/lipidos/lipid31.htm#ags>> [Fecha de consulta: 20 /abril/2010].

3.5 Clasificación de los ácidos grasos saturados

Se clasifican en ácidos grasos de cadena corta y de cadena larga:

Cadena corta (volátiles)	Cadena larga
Ácido butírico	Ácido láurico
Ácido caproico	Ácido mirístico
Ácido caprílico	Ácido palmítico
Ácido cáprico	Ácido esteárico
	Ácido araquídico

Elaborado por: Andrea Guzmán

3.5.1 Ácidos grasos de cadena corta

3.5.1.1 Ácido butírico

El ácido butírico es un ácido graso de cadena abierta y corta, posee solo cuatro átomos de carbono. Es soluble tanto en lípidos como en agua, lo cual lo hace un producto con características biológicas únicas. Su fórmula molecular es $C_4H_8O_2$, y la fórmula semi desarrollada es: $CH_3-(CH_2)_2-COOH$. Es el responsable del mal olor del vino alterado.

El ácido butírico tiene un olor fuerte a mantequilla rancia, ya que es el producto final de la fermentación de carbohidratos por los microorganismos del rumen. La fermentación butírica se lleva a cabo a partir de la lactosa o ácido láctico, por acción de las bacterias anaeróbicas *Clostridium butyricum*, dando como resultado ácido butírico y gas. La principal fuente alimentaria de este ácido graso es la mantequilla.

3.5.1.2 Ácido caproico

El ácido caproico es un ácido graso que posee seis átomos de carbono, también se le conoce como ácido hexanoico. Es incoloro, viscoso con olor a cabras. Forman sales llamadas hexanoatos o caproatos. Su fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_4-COOH$ y su fórmula molecular es $C_6H_{12}O_2$. Es un ácido graso que se encuentra naturalmente en las

grasas animales; la principal fuente alimentaria es la mantequilla. También se encuentra en el vinagre de madera y en algunas plantas. Además se utiliza en la producción de aromas artificiales.

3.5.1.3 Ácido caprílico

Es un ácido graso de ocho átomos de carbono. Se clasifica como un ácido graso de cadena media y se conoce químicamente como ácido octanoico. Su fórmula molecular es: $C_8H_{16}O_2$ y la fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_6-COOH$. Se encuentra de forma natural en la palma, aceite de coco, y en la leche materna y en la de vaca.

La Administración de drogas y alimentos de EE.UU. (FDA) ha aprobado la inclusión del ácido caprílico en el listado de ingredientes o alimentos GRAS (Generally Recognized As Safe) o generalmente reconocidos como seguros. Se utiliza como nutrición parenteral en pacientes que necesitan suplementos alimenticios, así como en algunas drogas, alimentos y cosméticos.²⁸

Por otro lado se recomienda el uso del ácido caprílico para el tratamiento de la candidiasis (infección de levadura) e infecciones bacterianas. Sin embargo, no hay ninguna evidencia clínica significativa para apoyar el uso del ácido caprílico en las infecciones mencionadas anteriormente.

3.5.1.4 Ácido cáprico

Es un ácido graso formado por diez átomos de carbono, se le conoce también como ácido decanoico. Su fórmula molecular es: $C_{10}H_{20}O_2$ y la fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_8-COOH$. El ácido cáprico se encuentra en la manteca, aceite de coco y otras grasas vegetales y animales.

²⁸ Ácido Caprílico. [en línea], Disponible: < <http://www.naturalstandard.com/index-abstract.asp?create-abstract=/monographs/foreignlanguage/herbssupplements/patient-caprylicacid-sp.asp> > [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

3.5.2 Ácidos grasos de cadena larga

3.5.2.1 Ácido laúrico

Es un ácido graso saturado de cadena larga, posee doce átomos de carbono en su estructura, también se le conoce como ácido dodecanoico. Es uno de los ácidos grasos saturados más ampliamente distribuidos en la naturaleza. Su fórmula molecular es: $C_{12}H_{24}O_2$ y la fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_{10}-COOH$. Es el más abundante en los lípidos vegetales que en animales, la fuente principal de ácido laúrico es el aceite de coco y aceite de palma. Es muy usado de la fabricación de jabones y detergentes.

3.5.2.2 Ácido mirístico

Es un ácido graso saturado de cadena larga posee en su estructura 14 átomos de carbono, cuya fórmula molecular es $C_{14}H_{28}O_2$ y fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_{12}-COOH$. También se lo llama ácido tetradecanoico. Es muy abundante en lípidos vegetales y en menor proporción en los lípidos animales. Constituye el 8 al 12% de los ácidos grasos de la leche.

Recibió el nombre de ácido mirístico debido a la nuez moscada (*Myristica fragrans*); ya que la manteca de la nuez moscada está constituida por 75 % trimiristina, un triglicérido compuesto por tres moléculas de ácido mirístico. El ácido mirístico también se encuentra en el aceite de palma, aceite de coco, mantequilla y manteca.

3.5.2.3 Ácido palmítico

Es uno de los ácidos grasos saturados de cadena larga más comunes, está formado por 16 átomos de carbono. Por lo tanto también se lo llama ácido hexadecanoico. Su fórmula molecular es $C_{16}H_{32}O_2$ y su fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$. Se encuentra tanto en lípidos vegetales como animales, aunque en pequeña cantidad (5 a 10% de los ácidos grasos).

El ácido palmítico se encuentra en una gran proporción en el aceite de palma, de ahí su nombre. Es soluble en alcohol y éter, pero no en agua. Tiene un punto de fusión de 63°C. El ácido palmítico es el principal ácido graso saturado de la dieta. Es el más abundante en las carnes y grasas lácteas (mantequilla, queso y nata), en los aceites vegetales de coco, palma y palmiste y en la manteca de cacao.

En la actualidad, el aceite de palma se consume en todo el mundo como aceite de cocinar, para freír, en panadería, pastelería, confitería, en la preparación de sopas, entre otros. El aceite de palma tiene un contenido glicérido sólido alto, lo cual le da la consistencia deseada sin necesidad de hidrogenación.

Es el primer ácido graso que se produce durante la lipogénesis y a partir de él se pueden formar otros ácidos grasos de cadena más larga o con dobles enlaces. Durante el catabolismo, la oxidación total de un mol de ácido palmítico produce en energía química, 129 moles de ATP. ²⁹

Es importante mencionar que el ácido palmítico, es el ácido graso menos saludable ya que es el que más aumenta los niveles de colesterol en la sangre, por lo tanto es el más aterogénico. Además el aceite palma es una materia prima que se utiliza ampliamente en jabones y detergentes, en la elaboración de grasas lubricantes y secadores metálicos, destinados a la producción de pintura, barnices y tintas.

3.5.2.4 Ácido esteárico

Es un ácido graso saturado de cadena larga, está formado por 18 átomos de carbono. También se le denomina ácido octadecanoico. Su fórmula molecular es: $C_{18}H_{36}O_2$, y su fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_{16}-COOH$. Es abundante en todas las grasas vegetales y animales. Es semisólido y representa el 60% de los ácidos grasos saturados. Las principales fuentes de ácido esteárico son la carne, el pescado, los cereales y los lácteos.

²⁹ Ácido Palmítico. [en línea], Disponible: <http://wapedia.mobi/es/%C3%81cido_palm%C3%ADtico> [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

El ácido esteárico junto con los ácidos láurico, mirístico y palmítico, forma un importante grupo de ácidos grasos. Se obtiene tratando la grasa animal con agua a una alta presión y temperatura, por la hidrólisis del éster y comercialmente se prepara hidrolizando el sebo. También se lo puede obtener de la hidrogenación de los aceites vegetales.

A nivel industrial, el ácido esteárico es usado en la fabricación de velas, jabones y cosméticos. También se usa en ungüentos y muchos otros productos comerciales, como cremas de tocador, cremas evanescentes, alcohol solidificado y se utiliza junto con azúcar o jarabe de maíz como endurecedor de caramelos.

3.5.2.5 Ácido araquídico

Ácido graso constituido por 20 átomos de carbono. También se le denomina ácido eicosanoico, cuya fórmula molecular es: $C_{20}H_{40}O_2$ y la fórmula semidesarrollada es: $CH_3-(CH_2)_{18}-COOH$. Se encuentra en pequeñas cantidades en el aceite de maní y otros vegetales. También se encuentra en los lípidos de reserva de origen animal. El ácido araquídico se puede obtener mediante hidrogenación del ácido araquidónico. La reducción del ácido araquídico permite obtener alcohol araquidílico.

3.6 Efectos en la salud de los ácidos grasos saturados

Existe una relación entre grasas alimenticias y enfermedades cardiovasculares. Esta relación se apoya en una amplia gama de pruebas acumuladas a partir de experimentos con animales, así como estudios de observación, procesos clínicos y estudios metabólicos llevados a cabo en diversas poblaciones humanas. Cuando se suministran varias grasas a seres humanos en condiciones controladas, “las diferencias en la longitud de la cadena y en el número y geometría de los dobles enlaces de los ácidos grasos inducen notables diferencias en la concentración de lípidos y de lipoproteínas del suero sanguíneo”.³⁰

³⁰ La grasa y la salud, estudios e investigaciones. [en línea], Disponible: <<http://www.lasgrasas.com/grasa-y-salud/>> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].

Se realizaron estudios para determinar los efectos del consumo de grasas saturadas. “Los primeros estudios que se llevaron a cabo sugerían que varios ácidos grasos saturados presentaban diversos efectos en los niveles de colesterol del suero”.³¹ Además estudios experimentales controlados han encontrado que la gente que consume dietas altas en grasas saturadas experimenta cambios negativos en su perfil de colesterol.

En un estudio realizado en Barcelona – España, por científicos de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), demostró que el consumo de grasas saturadas acelera el cáncer de mama. “Al ingerir estas grasas, se activan cuatro genes, tres de los cuales ya eran conocidos, aunque hasta el momento no se habían asociado al cáncer de mama. Son genes cuya actividad se modifica cuando el individuo consume gran cantidad de estas grasas”³². Sin embargo se debe aclarar que el estudio demostró que el consumo de grasas saturadas no provoca el cáncer, pero lo que sí es cierto es que una vez que existe la enfermedad, hay algunas grasas que hacen que se acelere y hay otras que se haga más lento el proceso cancerígeno.

Por otro lado en Estados Unidos se llevo cabo un estudio del Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos, el cual revela que las dietas ricas en grasa saturada incrementan el riesgo de desarrollar cáncer de intestino delgado. El equipo de investigadores analizó la asociación entre los alimentos y el cáncer de intestino delgado en 500.000 hombres y mujeres. “Los investigadores usaron cuestionarios sobre frecuencia alimentaria para medir el consumo de carnes y grasa y controlaron a los pacientes durante ocho años para detectar la aparición del cáncer”³³. El estudio arrojó como resultado que el consumo de grasa saturada estuvo asociado con la aparición de tumores carcinoides, comparadas con las personas que menos grasa saturada consumían, las que más grasa saturada consumían tenían 3,18 veces más riesgo de desarrollar tumores carcinoides.

31 Consulta FAO/OMS de expertos. (1997). Grasas y aceites en la nutrición humana.

32 El consumo de grasas saturadas y algunos aceites vegetales puede acelerar el cáncer de mama. [en línea], Disponible: <http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=10985&TIPO_CONTENIDO=Noticia&ID_CATEGORIA=102933&ABRIR_SECCION=2&ABRIR_SECCION=2> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].

33 Consumo de grasas saturadas y cáncer intestinal. En línea 29/11/2008. 3/mayo/2010. <http://www.edicionesmedicas.com.ar/Actualidad/Ultimas_noticias/Consumo_de_grasas_saturadas_y_cancer_intestinal>

A partir de los estudios realizados se puede determinar que el consumo excesivo de ácidos grasos saturados se asocia con varios problemas de salud, como la diabetes mellitus, la hipertensión arterial, las alteraciones del colesterol, las enfermedades cardiovasculares, obesidad y el cáncer. El efecto de los ácidos grasos saturados, consiste en disminuir la actividad de los receptores hepáticos del LDL y por tanto disminuyen su depuración aumentando los niveles de colesterol en sangre. Sin embargo no todos los ácidos grasos saturados ejercen la misma influencia sobre las concentraciones de colesterol en sangre.

Los ácidos grasos de cadena media, como los ácidos caprílico (C8:0) y cáprico (C10:0), forman triglicéridos de cadena media que no precisan transportarse en el seno de las lipoproteínas (como sucede con los ácidos grasos de cadena larga), sino que atraviesan la mucosa intestinal y se dirigen al hígado por vía portal. Por este motivo se pensaba que su ingestión no produciría elevaciones de las concentraciones de colesterol. Aunque no ha podido constatarse un efecto hipercolesterolemiantes en algunos estudios, en otros se ha detectado que son capaces de incrementar las concentraciones de colesterol, pero en una proporción un 50% inferior a la que produciría una ingestión similar de ácido palmítico.³⁴

Mientras que los ácidos grasos de cadena larga como el ácido palmítico, mirístico y esteárico, poseen diferentes propiedades y características sobre los efectos en la salud cardiovascular. El ácido palmítico es el principal ácido graso saturado en la mayoría de regímenes alimentarios que incrementa de manera considerable los niveles de colesterol total y LDL. El ácido mirístico también aumenta la concentración de colesterol, aunque en menor medida que el palmítico. Mientras que el ácido esteárico a diferencia de los ácidos grasos saturados mirístico y palmítico tiene un efecto menor sobre el colesterol y las lipoproteínas plasmáticas.

El ácido esteárico, por sus características y propiedades, se comporta de manera diferente en el organismo que otros ácidos grasos saturados. La respuesta estaría en los mecanismos de absorción de esta grasa, aunque no hay un consenso científico sobre esta cuestión. Tan sólo se han detectado indicios de que las grasas sintéticas, como las que se

34 Hernández, A. Cervantes, C. Servicio de Cardiología. Hospital Ramón y Cajal - Universidad de Alcalá. Madrid. Propiedades antioxidantes del aceite de palma y prevención del envejecimiento, también a nivel de las arterias. [en línea], Disponible: < <http://www.med-estetica.com/Cientifica/Revista/n46/aceitepalma.html> > [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

encuentran en alimentos procesados -entre ellas el ácido esteárico-, se absorben de forma menos eficiente que otros ácidos grasos saturados. ³⁵

3.7 Consumo de grasas saturadas en la población

Los hábitos alimentarios de las poblaciones han ido variando a través del tiempo debido al incremento de la urbanización la introducción de la mujer en el mercado laboral, el acelerado estilo de vida y el abandono de costumbres tradicionales, entre otros factores. Como consecuencia de los cambios en los hábitos alimentarios se han desarrollado enfermedades crónicas no transmisibles como: la obesidad, enfermedades cardiovasculares, diabetes, entre otras. De ahí la necesidad urgente de conocer aquellos alimentos que producen las patologías mencionadas anteriormente.

Los consumidores son atraídos por alimentos cuya textura y sabores derivan de las grasas, de ahí el incremento del consumo de las mismas, “otros factores que determinan el consumo de las grasas en los países es el entorno ambiental, los hábitos alimentarios, nivel educativo y la disponibilidad local de grasas y aceites.”³⁶ La población que podría consumir mayor cantidad de grasas saturadas serían los niños y jóvenes ya que tienen mayor acceso a productos pre envasados muchos de los cuales son ricos en grasas saturadas y trans por los ingredientes que componen a los mismos, como snacks, papas fritas, galletas, entre otros.

En cuanto a Ecuador la disponibilidad de palma africana de la cual se obtiene el aceite de palma, grasa saturada; es alta ya que se considera al país un gran productor y consumidor potencial. Esto se puede mencionar debido a que la producción de palma africana según muestra la hoja de balance de alimentos de 2006 es de 2.790.447 Tm, en cuanto al suministro disponible de alimento neto de aceite de palma refinado es de 402.597 Tm. Por lo tanto se puede decir que en el Ecuador, el consumo de grasas saturadas es relevante. En la actualidad, el cultivo de Palma africana es uno de los principales cultivos

³⁵Ácido esteárico y salud cardiovascular. [en línea], Disponible: <<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/tendencias/2009/09/17/188013.php>> [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

³⁶FAO/OMS. op.cit., p.29.

en el país debido a los múltiples usos de esta planta y también a su uso como biocombustible. Se cultiva principalmente en la provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Santo Domingo, Sucumbíos y Orellana. “Según datos estadísticos de ANCUPA (Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana) en el 2009, se han sembrado cerca de 23.000 ha de palma africana”.³⁷

3.8 Recomendaciones de consumo de grasas saturadas

El 23 de abril del 2003, la FAO/OMS, presentó un informe sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. “El informe recomienda limitar el consumo diario de grasas a un segmento entre 15 y 30% de la ingesta diaria de energía, y a menos del 10% el consumo de grasas saturadas”.³⁸ Este informe menciona sugerencias para modificar la dieta cotidiana y aumentar el gasto de energía mediante la reducción de los alimentos muy energéticos ricos en grasas saturadas y azúcar, la disminución de la cantidad de sal, el aumento de la ingesta de frutas y hortalizas frescas y la práctica de actividad física moderada, por lo menos, una hora al día. Con las recomendaciones mencionadas por la FAO/OMS, se pretende que la población disminuya el consumo de alimentos que producen enfermedades crónicas no transmisibles, y de esta manera la población mejore los hábitos alimentarios y consecuentemente el estilo de vida.

³⁷ Palma Africana en el Ecuador. [en línea], Disponible: <http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=3468:palma-africana-en-el-ecuador&catid=49:articulos-tecnicos&Itemid=43> [Fecha de consulta: 8/dic/2010].

³⁸ FAO/OMS presentan informe sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. [en línea], Disponible: <<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/16851-es.html>> [Fecha de consulta: 4/abril/2010].

CAPÍTULO IV

Ácidos grasos insaturados

4.1 Definición

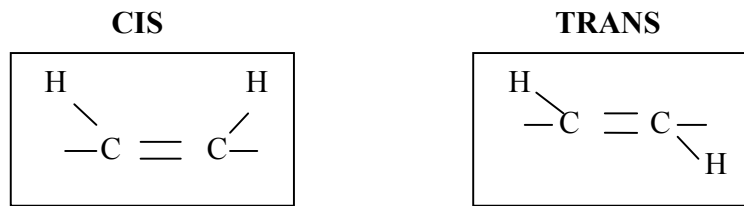
Wyn Snow (2004) menciona que los ácidos grasos insaturados son ácidos grasos de cadena larga que se caracterizan por tener en la cadena hidrocarbonada uno o más dobles enlaces, por tanto, la distancia entre carbonos es mayor, lo que dificulta las uniones mediante Fuerzas de van der Waals. Esta característica ocasiona que los ácidos grasos adopten forma de estado líquido a temperatura ambiente, siendo comúnmente conocidos como aceites. Los ácidos grasos insaturados tienen acción en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, especialmente las enfermedades cardiovasculares.

La presencia de dobles enlaces complica la química de los ácidos grasos al aparecer dos tipos de isomerismo: de posición y geométrico cis, trans que confieren a su vez propiedades diferentes a los ácidos grasos. La presencia del doble enlace y su configuración en el espacio tiene un efecto notable en el punto de fusión de los ácidos grasos. La mayoría en forma natural presenta la configuración cis y aparecen líquidos a temperatura ambiente, en cambio, el paso a la configuración trans lleva a un notable aumento del punto de fusión, ya que en el espacio la estructura se asemeja a la de un ácido graso saturado, sólido a temperatura ambiente.³⁹

En la conformación cis, los hidrógenos de la cadena de los ácidos grasos están en el mismo lado del doble enlace, mientras que en la conformación trans, los hidrógenos se encuentran en lados opuestos. Los isómeros trans se producen generalmente por la hidrogenación de aceites para transformarlos a estado sólido, y de manera natural en pequeñas cantidades en el estómago de los rumiantes. En la hidrogenación se saturan los dobles enlaces con hidrógeno elemental en presencia de un catalizador de paladio o níquel. Así se obtiene un producto con mejor resistencia térmica.

³⁹ Principales Ácidos Grasos constituyentes de las materias grasas comestibles. [en línea], Disponible: <http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/masson101/1principales.html> [Fecha de consulta: 21/abril/2010].

- **Estructura en cis y en trans de los dobles enlaces**



Los ácidos grasos insaturados predominan en los vegetales y animales que viven en temperaturas bajas.

4.2 Nomenclatura

Al igual que en la nomenclatura de los ácidos grasos saturados, la nomenclatura de los ácidos grasos insaturados consta de dos partes, un prefijo que indica el número de carbonos de la cadena y un sufijo que en este caso sería el sufijo ENOICO (Octadecenoico, insaturado de 18 carbonos). Existen varias formas para señalar la posición de los dobles enlaces; una de ellas es C18:1, donde el primer número corresponde a la longitud de la cadena, y el segundo número después de los dos puntos indica el número de dobles enlaces.

Otra manera para designar la posición de los dobles enlaces; se conoce como Omega (ω), donde el número que sigue al símbolo omega hace referencia a la localización del primer doble enlace comenzando a contar desde el grupo metilo (-CH₃). El Omega (ω) es la letra terminal del alfabeto griego, siendo el carbono alfa, el correspondiente al del grupo -COOH. Por lo tanto en los ácidos grasos ω 3, su primer doble enlace está situado en el tercer carbono. Además existe otra manera para nombrar a los ácidos grasos insaturados, la cual consiste en indicar “el número de carbonos seguido por el número de enlaces dobles y la posición de esos enlaces. Por ejemplo: ácido linoleico C18:2; 9.12, indica que tiene 18 carbonos y 2 enlaces dobles en posiciones C9 y C12, contando desde el grupo -COOH”.⁴⁰

⁴⁰ Bioquímica de la Nutrición Humana – Proteínas Lípidos y Carbohidratos. Los ácidos grasos. [en línea], Disponible: <<http://telesalud.ucaldas.edu.co/rmc/articulos/v11e2a6.htm>> [Fecha de consulta: 30/marzo/2010].

4.3 Propiedades

Los ácidos grasos insaturados presentan ciertas propiedades debido a la presencia de dobles enlaces en su estructura.

- **Formación de sulfonatos:** Los ácidos grasos insaturados reaccionan fácilmente con ácido sulfúrico, para dar como resultado sulfonatos; estos se emplean frecuentemente como detergentes domésticos.
- **Hidrogenación:** La hidrogenación catalítica (completa), es el proceso mediante el cual se fija hidrógenos a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados, constituye la base de la transformación industrial de aceites en grasas sólidas. Por ejemplo los aceites vegetales son hidrogenados para producir grasas de cocina y margarina.
- **Ranciedad:** Los ácidos grasos insaturados suelen oxidarse con facilidad en el carbono adyacente al doble enlace, es decir el O₂ del aire se une a los dobles enlaces para formar radicales peróxido y radicales libres, que provocan en conjunto el fenómeno de enranciamiento de las grasas ocasionando un olor y sabor desagradable de las mismas. Es importante señalar que la hidrogenación parcial de las grasas disminuye su tendencia a oxidarse.

4.4 Fuentes alimentarias

Los ácidos grasos insaturados se encuentran en alimentos como los pescados grasos (salmón, sardinas y anchoas) y en diversos crustáceos. Los peces y mariscos obtienen los ácidos grasos poliinsaturados del plancton marino, que tienen la capacidad de sintetizarlos en grandes cantidades. Otras fuentes son: aceites de pescado, las legumbres, los frutos secos (nueces, almendras, avellanas), las semillas, y principalmente en los aceites vegetales

(aceite de oliva, canola, soya, maíz, girasol, de semilla de algodón, entre otros), excepto en los aceites de coco, de palma y de palmiste.

Tabla N°3. Perfil de ácidos grasos de diversos aceites vegetales

	Mirístico (C14:0)	Palmítico C16:0	Esteárico C18:0	Oleico C18:1	Linoleico C18:2	Alfa linolénico C18:3	Erúcico(a) 20:1-22:1	Otros
Aguacate	-	20	1	60	18	0	0	1
Cacahuete	1	11	3	50	28	1	0	6
Cártamo	-	6	3	16	72	1	0	2
Cártamo rico en oleico	-	5	2	72	18	1	0	2
Colza (rico en ácido erúcico) (b)	-	4	1	24	16	11	43	1
Colza (ácido erúcico)	-	4	1	54	23	10	-	8
Germen de trigo	1	14	2	30	50	2	-	1
Girasol	-	6	6	33	52	-	-	3
Girasol “alto oleico”	-	4	4	76	15	-	-	2
Oliva	-	12	2	75	11	1	-	2
Pepita de uva	-	6	3	16	66	0	-	-
Soya	-	10	4	25	52	7	-	2
(a) C20:1→ácido eicosaenoico o gondoico; C22:1→ácido erúcico (b) Aceite de canola								

Fuente: Mataix, J. (2006). *Nutrición y Alimentación Humana*. Barcelona – España. Océano Tomo 1.
Elaborado por: Mataix, J

4.5 Clasificación de los ácidos grasos insaturados

Los ácidos grasos insaturados según el número de enlaces en su estructura molecular se dividen en:

- **Ácidos grasos monoinsaturados (monoenoico):** Poseen sólo un doble enlace en su estructura.
- **Ácidos poliinsaturados (polienoico):** Tienen dos o más dobles enlaces.

4.5.1 Ácidos grasos monoinsaturados (AGMI)

Son ácidos grasos de cadena carbonada par, poseen un solo doble enlace en su estructura molecular. Los ácidos grasos monoinsaturados tienen entre 10 y 22 átomos de carbono. Las grasas monoinsaturadas se encuentran en grandes cantidades en los alimentos provenientes de vegetales: el aceite de oliva, el maní, el aguacate y el aceite de canola (de semilla de nabos), frutos secos (pistachos, almendras, avellanas, nueces de macadamia, entre otros). Existen varios tipos de ácidos grasos monoinsaturados, sin embargo a continuación se mencionan a los más importantes a nivel nutricional que son los ácidos palmitoleico, oleico, eláidico.

4.5.1.1 Ácido palmitoleico

Es un ácido graso monoinsaturado omega-7 (9-cis Hexadecenoico). Su fórmula molecular es. $C_{16}H_{30}O_2$ y su fórmula desarrollada es: $CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$. Se trata de un componente común de los glicéridos del tejido adiposo humano. “Está presente en todos los tejidos, pero se encuentra en concentraciones más altas en el hígado. Es biosintetizado a través del ácido palmítico por la acción de la enzima delta-9 desaturasa.”⁴¹

Las fuentes alimentarias del ácido palmitoleico incluyen una variedad de grasas animales, aceites vegetales y aceites marinos, especialmente se encuentra en el aceite de nuez de macadamia (*Macadamia integrifolia*) y en el aceite de espino amarillo (*Hippophae rhamnoides*), ya que presentan elevadas concentraciones de este tipo de ácido graso monoinsaturado.

41 Solas, J. García, J. [en línea], Disponible:< <http://www.lasgrasas.com/acidoPalmitoleico/>>. [Fecha de consulta: 9/mayo/2010].

4.5.1.2 Ácido oleico

Es un ácido graso monoinsaturado de la serie omega-9, se le denomina cis-9-octadecenoico o 18:1 cis-9, es típico de los aceites vegetales como el aceite de oliva, del aguacate, entre otros. Ejerce una acción beneficiosa en los vasos sanguíneos reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares. Su fórmula química es $C_{18}H_{34}O_2$ y su fórmula desarrollada es: $CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$. El ácido oleico es líquido oleoso e incoloro, no es soluble en agua pero si en compuestos orgánicos (benceno, alcohol, éter, entre otros). Por hidrogenación del ácido oleico se obtiene el ácido esteárico (saturado).

La principal fuente es el aceite de oliva, en este aceite, el ácido oleico está presente en una proporción entre el 70-75%. En el aceite de girasol “alto oleico”, se encuentra alrededor del 80%, en el aceite de aguacate en una proporción cercana al 70%, mientras que en el aceite de girasol convencional, este ácido graso alcanza tan solo un 31,5%.

Los aceites ricos en ácido oleico presentan ventajas al momento de preparar los alimentos ya que tiene “el umbral más alto de oxidación: es decir, que se mantiene estable a altas temperaturas y no se convierte fácilmente en grasas hidrogenadas o saturadas”.⁴² Además se descomponen de una forma más lenta e impregnan menos de grasa al alimento, y en consecuencia, el alimento frito en este aceite absorbe menos grasa, y por lo tanto el aporte calórico será menor.

En cuanto a los efectos fisiológicos del aceite de oliva se destacan, los siguientes:

- **Efectos digestivos.-** El aceite de oliva provoca el enlentecimiento del vaciado gástrico e inhibición parcial de la secreción gástrica. Esto último puede ser importante en enfermedades como la úlcera gástrica y duodenal y en la dispepsia.

⁴² Grasas Monoinsaturadas. [en línea], Disponible:< http://www.estarsana.com/noticia_7468_grasas_monoinsaturadas.html> [Fecha de consulta: 9/mayo/2010].

Mientras que a nivel hepatobiliar, el aceite de oliva estimula la liberación de colecistoquinina, que produce la contracción vesicular biliar. Además es importante señalar que trabajos realizados tanto en “experimentación animal como humana, muestran una mejor función pancreática con aceite de oliva, con menor actividad secretora del páncreas, sin que se vean afectados unas buenas digestión y absorción de nutrientes”.⁴³

- **Efectos cardiovasculares.-** El aceite de oliva tiene una capacidad antiaterógena y antitrombógena. El efecto antitrombógeno parece deberse a la capacidad de aceite de oliva de favorecer la síntesis de eicosanoides de la serie 3, como prostaglandinas E₃, prostaciclina I₃, y tromoxano A₃, e inhibir los eicosanoides de la serie 2, que facilitan la vasodilatación y agregación plaquetaria.
- **Efectos antioxidantes.-** La ingesta habitual de aceite de oliva da un riesgo oxidativo menor en relación al consumo habitual de aceites de semillas.

4.5.1.3 Ácido elaídico

Es un ácido graso monoinsaturado, cuya insaturación está en posición trans, se le denomina C18:1 n-9 (trans), es el isómero trans del ácido oleico. Los ácidos grasos trans que acostumbran a estar más presentes en la dieta son el ácido elaídico y sus isómeros.

Las principales fuentes de ácido elaídico son los aceites vegetales hidrogenados, crema de leche, grasa de carne de vaca, aceites vegetales parcialmente hidrogenados (margarinas), su concentración es muy baja en carnes y leches bovinas, particularmente cuando los animales reciben una alimentación de base pastoril.

Durante el proceso industrial de hidrogenación de aceites se obtiene un amplio rango de concentración de compuestos trans, siendo el llamado ácido elaídico el principal AG

43 Mataix, J. (2006). *Nutrición y Alimentación Humana*. Barcelona – España. Océano Tomo 1.

trans cuyos efectos negativos sobre el colesterol plasmático y la incidencia de enfermedades cardiovasculares en el ser humano es un hecho aceptado.⁴⁴

Este ácido graso presenta propiedades desfavorables sobre la salud humana por su acción hipercolesterolemizante.

4.5.1.4 Efectos de los ácidos grasos monoinsaturados en la salud

Los estudios han demostrado que las grasas monoinsaturadas pueden reducir el colesterol y el riesgo de enfermedades del corazón, cáncer de mama y la diabetes. Se ha observado que “la sustitución del 1% de los hidratos de carbono de la dieta por AGMI conlleva a un descenso de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y un aumento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL)”⁴⁵. Además una dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados previene la modificación oxidativa de las lipoproteínas, dando lugar a unas LDL menos aterogénicas.

Algunos investigadores han descubierto que una dieta de alto contenido en hidratos de carbono y de bajo contenido graso puede agravar la trigliceridemia. Por lo tanto, se ha recomendado a los pacientes con diabetes mellitus tipo 2 el consumo de una dieta enriquecida con ácidos grasos monoinsaturados y menor contenido en hidratos de carbono.

“Las dietas con un contenido elevado en ácidos grasos monoinsaturados y con un bajo contenido en ácidos grasos saturados parecen mejorar los perfiles lipídicos y están asociadas a un control glucémico más óptimo que las dietas con un alto contenido en hidratos de carbono”.⁴⁶

44 Gagliostro. “La grasa butirosa”. En línea 2007. 10/mayo/2010 <http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/81-grasa_butirosa.pdf>

45 “Papel de la dieta en la enfermedad cardiovascular”. 01/05/2002. 10/mayo/2010 <http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=37&id=13031739>

46 Almirall, G. Últimas evidencias científicas, El aceite de oliva en la prevención de los factores de riesgo cardiovascular y las cardiopatías coronarias- http://www.hojiblancaycordoliva.com/historia%20olivo/evidencias_de_los_efectos_del_ac.htm [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].

Es importante mencionar los efectos de los tres tipos de ácidos grasos monoinsaturados enunciados anteriormente. El ácido palmitoleico (omega-7), es eficaz en la regeneración de piel (eccemas, dermatitis atópicas y psoriasis) y mucosas (úlceras pépticas y afectaciones orales, inflamación o afectaciones urogenital). Además nuevas investigaciones sugieren que el ácido palmitoleico es posiblemente una molécula de señalización que puede ayudar a evitar el aumento de peso, “el ácido palmitoleico, entre una gama de diversos ácidos grasos disponibles en el régimen, es utilizado por las enzimas clave que controlan la oxidación de la grasa, con índices extraordinariamente elevados”.⁴⁷

Mientras que el ácido oleico ejerce una acción beneficiosa para los vasos sanguíneos y corazón, ya que aumenta la fracción HDL y reduce los niveles de colesterol total y la fracción LDL, contribuyendo a reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorando la calidad de vida. Además se ha descubierto que el ácido oleico “es un elemento que puede ser importante para elaborar medicinas nuevas contra el Alzheimer y para mejorar la capacidad cognitiva de estos enfermos”.⁴⁸

Otro de los beneficios del consumo de aceite de oliva, el cual contiene gran cantidad de ácido oleico, es posiblemente proteger de algunos tipos de cáncer de mama, según un estudio publicado en Estados Unidos. “Los investigadores encontraron, en una serie de experimentos en laboratorio, que el ácido oleico reduce drásticamente los niveles de un oncogén denominado Her-2/neu o erb B-2.”⁴⁹ Este tipo de gen canceroso se asocia con tumores particularmente agresivos.

Además en el estudio se encontró que el ácido oleico mejora la efectividad de un tratamiento que fomenta la producción de anticuerpos, a base de trastuzumab, que ataca el Her-2/neu (oncogen) y que ha ayudado a prolongar las vidas de muchas pacientes de cáncer

47 Ácido Palmitoleico. [en línea], Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_palmitoleico> [Fecha de consulta: 9/mayo/2010].

48 Díaz, T. “El ácido oleico puede ayudar al tratamiento contra el Alzheimer”. En línea 21/02/ 2010. 10/mayo/2010 <<http://www.cuidadoalzheimer.com/avances/el-acido-oleico-puede-ayudar-al-tratamiento-contra-el-alzheimer/>>

49Centro de Noticias OPS/OMS. Oncología. “El aceite de oliva combate el cáncer de mama reduce la presencia de oncogén, según investigaciones médicas”. En línea 11 /01/ 2005. 10/mayo/2010. <<http://www.ops.org.bo/servicios/?DB=B&S11=6313&SE=SN>>

de mama. El trastuzumab es un anticuerpo monoclonal humanizado parecido a los anticuerpos que produce el organismo de forma natural para protegerse de las infecciones por virus y bacterias. Los anticuerpos monoclonales son proteínas que reconocen específicamente y se unen a otras proteínas únicas del organismo llamadas antígenos. Trastuzumab se une selectivamente a un antígeno llamado factor 2 de crecimiento epidérmico humano (HER2). El HER2 se encuentra en grandes cantidades en la superficie de algunas células cancerosas y estimula el crecimiento de éstas células. Cuando el trastuzumab se une al HER2, se detiene el crecimiento de éstas células.

Los investigadores buscan identificar el mecanismo molecular por el cual el ácido oleico bloquea la producción del oncogén. “También quieren estudiar si una dieta rica en aceite de oliva virgen consigue que los tumores de mama sean menos agresivos en los casos en los que se detecta una presencia alta del Her-2/neu”.⁵⁰ Sin embargo no todos los ácidos grasos monoinsaturados ejercen efectos beneficiosos en la salud, el ácido eláidico por su estructura química (grasa trans), tiene un efecto hipercolesterolemizante.

4.5.2 Ácidos grasos poliinsaturados (AGPI)

Son ácidos grasos con dos o más dobles enlaces en su estructura molecular. Tienen entre 16 y 22 átomos de carbono. La presencia de más de un doble enlace hace que se oxiden con mayor facilidad y se formen radicales libres que pueden dar lugar a compuestos potencialmente nocivos para la salud. Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados se encuentran los ácidos grasos esenciales, estos deben ser aportados en la dieta ya que resultan imprescindibles y no pueden ser sintetizados por el organismo. Los ácidos grasos esenciales son el linoleico (Omega-6) y el linolénico (Omega-3). Los ácidos grasos poliinsaturados reducen los niveles de colesterol total y la concentración de LDL y triglicéridos en sangre disminuyendo a su vez el riesgo de trombos y coágulos.

⁵⁰ Ibid., p. <http://www.ops.org.bo/servicios/?DB=B&S11=6313&SE=SN>

Las principales fuentes alimentarias de grasas poliinsaturadas son los pescados azules (salmón, arenque, trucha) y aceites de pescado, nueces, semillas de colza, semillas de lino, semillas de girasol, sésamo, soya, maíz y sus aceites. Dentro de los ácidos grasos poliinsaturados se encuentran los ácidos linoleico, linolénico, araquidónico, eicosapentaenoico y docosahexaenoico.

4.5.2.1 Ácido linoleico

Es el ácido graso poliinsaturado más común tanto en plantas como animales. Posee dos dobles enlaces en su estructura, se le denomina ácido cis 9,12-octadecadienoico. Su fórmula química es $C_{18}H_{32}O_2$ y su fórmula semiestructural es:

$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$. La fórmula estructural muestra que los dobles enlaces se ubican en los carbonos 9 y 12 contados desde el grupo carboxilo $-COOH$.

Posee una configuración $18:2\Delta 9,12$, donde el 18 es el número de átomos de carbono, el 2 número de dobles enlaces y las cifras sucesivas al Δ "delta" la posición de los dobles enlaces, es el precursor de numerosos derivados, que se forman en reacciones de elongación, de saturación o ambas.

Al ácido linoleico y a sus derivados se les conoce como ácidos grasos omega-6 ya que el primer doble enlace al contar desde el carbono omega, es decir el que lleva el grupo metilo ($-CH_3$), está en posición 6. Los dobles enlaces se sitúan regularmente cada 3 carbonos, por ejemplo en lugar de escribir el $18:2\Delta 9,12$ del ácido linoleico sólo se coloca $18:2\omega-6$.

Es un ácido graso esencial, por lo tanto el ser humano no lo puede sintetizar y debe ser ingerido a través de los alimentos, las principales fuentes de ácido linoleico son aceites vegetales (girasol, maíz, soya, algodón, maní, cartamo), aceite de semilla de uva, aceite de linaza, nueces, almendra, huevos, entre otros. La ingesta adecuada de estos ácidos grasos promueve la disminución de la concentración sanguínea de triglicéridos, disminución en la presión arterial y decremento en la agregación plaquetaria.

Una parte de este ácido debe ser saturado con hidrógeno para su empleo en la elaboración de alimentos industrialmente procesados y que sean más estables para evitar su ranciedad. De manera secundaria se originan grasas hidrogenadas y de configuración trans, que en nuestro organismo se comportan similares a las grasas saturadas.

Es importante mencionar que existe un ácido graso esencial que se produce por la flora gastrointestinal de los rumiantes, en particular por los *Butyrivibrio fibrisolvens*, a partir del ácido linoleico, el cual se denomina ácido linoleico conjugado (ALC). El ser humano y algunos mamíferos también lo producen, pero en cantidades muy pequeñas, por desaturación enzimática en el hígado del ácido vaccénico (ácido trans 1,11-octadecenoico) el cual es, a su vez, es producido a partir del ácido linoleico. Las fuentes alimentarias del ALC son los aceites vegetales (aceite de maíz, aceite de soya, aceite de girasol, entre otros), carne vacuna, mantequilla, queso, leche y yogurt.

Al ALC se le atribuye varios beneficios para la salud, dentro de los cuales se puede mencionar que “reduce la grasa corporal, aumenta la masa muscular, mejora el sistema inmune, reduce los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre y actúa como antioxidante, previniendo la aparición de ciertas enfermedades y el envejecimiento prematuro, neutralizando los radicales libres”.⁵¹ Además parece asociado con efecto hipocolesterolémico y antiaterogénico, protector contra cierto tipo de cánceres, y la participación en la reducción de peso corporal. Sin embargo, la confirmación definitiva de todos estos efectos beneficiosos para la salud, requiere de un mayor cuerpo de evidencias clínicas y experimentales que avalen sin lugar a dudas estas acciones de ALC.

4.5.2.2 Ácido linolénico

Es un ácido graso con 18 átomos de carbono, se le denomina ácido 9, 12, 15-octadecatrienoico ya que posee tres dobles enlaces en su estructura molecular, presenta dos estructuras denominadas alfa y gamma. La diferencia entre ambas estructuras es la

⁵¹ Ácido Linoleico Conjugado (ALC). [en línea], Disponible: <<http://www.zonadiet.com/nutricion/linoleico-conjugado.htm>> [Fecha de consulta: 11/mayo/2010].

ubicación de los dobles enlaces, siendo en el alfa en los carbonos 9,12 y 15, mientras que en el gamma en los carbonos 6, 9 y 12. El ácido alfa-linolénico (ALA) es un ácido graso poliinsaturado esencial de la serie omega-3. La fórmula molecular del ALA es $C_{18}H_{30}O_2$ y su fórmula semidesarrollada es:

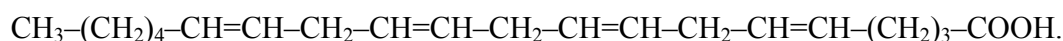


A partir del ácido alfa linolénico se forman los ácidos grasos omega-3, que son ácidos grasos esenciales. Las principales fuentes alimentarias de ácido alfa linolénico son la soya, aceite de lino (linaza), mientras que la fuente principal del gamma linolénico es el aceite de onagra y borraja.

Existen estudios que han demostrado evidencias de que el ácido linolénico es un ácido graso cardioprotector debido a que pertenece al grupo de los ácidos grasos omega-3. El cuerpo convierte el ALA en ácidos grasos de cadena más larga, el ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenóico (DHA). Sin embargo aun se desconoce si el efecto protector en contra de arritmias cardíacas es ejercido por el ALA mismo o por los productos metabólicos eicosanoideos.

4.5.2.3 Ácido araquidónico (AA)

Es un ácido graso esencial poliinsaturado de la serie omega-6, tiene 20 átomos de carbono, posee cuatro dobles enlaces cis en las posiciones 5, 8, 11 y 14 en su estructura molecular, por lo tanto se denomina ácido 5,8,11,14-eicosatetraenoico. Su fórmula química estructural es:



El ácido araquidónico es sintetizado por elongación y carboxilación en el hígado a partir del ácido linoleico, que está presente en las membranas de las células. Es muy importante ya que favorece a la producción de prostaglandinas con un cierto efecto antiinflamatorio, tromboxanos, leucotrienos y eicosanoides. “La presencia de dobles enlaces ofrece a la molécula varios sitios potenciales de oxidación, que junto con el

posterior reordenamiento, permite la formación de diferentes lípidos con distintas actividades biológicas”.⁵²

Las dos principales rutas oxidativas del AA son:

- **Vía de la lipooxigenasa (LO):** El producto principal son los leucotrienos
- **Vía de la ciclooxigenasa (COX):** Como productos principales son las prostaglandinas y los tromboxanos.

Estas dos enzimas no actúan sobre el AA esterificado, por lo que primero debe ser liberado de los triglicéridos y fosfolípidos de membrana por una lipasa.

El ácido araquidónico se encuentra en los alimentos de origen animal como carnes, lácteos, huevos. Es el componente principal para la síntesis de prostaglandinas PGE2 que están relacionadas con la síntesis de proteínas e hipertrofia muscular tras los ejercicios. El ácido araquidónico está directamente relacionado con el aumento de la regeneración y reparación muscular, mejora la recepción de andrógenos, la sensibilidad a la insulina y aumenta la formación de óxido nítrico. Además, a largo plazo provoca la regeneración de vasos sanguíneos en músculos entrenados y aumento de las proteínas que generan efecto termogénico.

4.5.2.4 Ácido eicosapentaenoico (EPA)

Es un ácido graso poliinsaturado esencial de la serie omega-3 (ω -3). Tiene cinco dobles enlaces en los carbonos 5, 8, 11, 14 y 17 por lo tanto se denomina ácido 5, 8, 11, 14, 17-eicosapentaenoico, cuya fórmula química es: $C_{20}H_{30}O_2$. Se le da el nombre de 20:5(n-3), por tener una cadena de 20 carbonos (un eicosanoide) con cinco enlaces dobles cis a partir del carbono número 3, contando desde el grupo metilo. Se le conoce también como ácido timnodónico.

⁵² Ácido Araquidónico. [en línea], Disponible: <http://www.tagoror.com/enciclopedia/es/wikipedia/a/ac/ácido_araquidónico.html> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].

El organismo humano necesita el EPA como sustancia bioquímica para múltiples estructuras celulares, como por ejemplo, para las membranas de lípidos de todas las células y para importantes sustancias mensajeras que se denominan prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos. “Estas sustancias son responsables de que las características de fluidez de la sangre sean favorables y de que la viscosidad de la sangre no sea alta ya que se podría producir un empeoramiento en la circulación sanguínea y posibilidades de padecer una trombosis”.⁵³

El EPA puede encontrarse principalmente en pescados y en aceites de pescados: aceite de hígado de bacalao, arenques, salmón, sardinas ya que los ácidos grasos omega-3 se forman en el plancton y en las zosteras (pequeño género de plantas acuáticas), que representan el alimento para los peces. Es importante mencionar que el ácido graso omega-3 más importante para el ser humano es el ácido eicosapentaeno (EPA). Otra fuente de EPA es la leche materna, también se encuentran en forma de suplementos de espirulina y microalgas.

Existen tres vías metabólicas principales para el metabolismo de los ácidos grasos omega-3 durante y después de la absorción:

- Los ácidos grasos se transportan al hígado, en el cual se incorporan a diferentes tipos de lipoproteínas para luego ser llevados a los almacenes de lípidos periféricos.
- Los fosfolípidos de la membrana celular se reemplazan por fosfolípidos lipoprotéicos, pudiendo entonces actuar los ácidos grasos como precursores para varios eicosanoides.
- La mayoría se oxida para la obtención de la energía requerida.

La concentración de los ácidos grasos omega-3, en los fosfolípidos plasmáticos corresponde a la concentración de ácido eicosapentaenoico (EPA) y ácido docosahexaenoico (DHA) incorporada en las membranas celulares. “Entre los efectos en el

⁵³ EPA. [en línea], Disponible: <<http://www.4natur.com/Espanol/EspaTxt/EPA.html>> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].

organismo del EPA se puede indicar que reduce la síntesis hepática de triglicéridos puesto que es mal sustrato para las enzimas responsables de la síntesis de triglicéridos e inhibe la esterificación de otros ácidos grasos”.⁵⁴

4.5.2.5 Ácido docosahexaenoico (DHA)

Es un ácido graso poliinsaturado esencial de la serie omega-3, DHA es una abreviatura que proviene de su nombre en inglés (docosa-hexaenoic-acid). Posee 22 átomos de carbono y seis enlaces dobles en los carbonos 4,7,10,13,16,19 por lo que se le denomina ácido 4,7,10,13,16,19-docosahexaenoico, su fórmula es: $C_{22}H_{32}O_2$.

Se considera un omega-3, porque su primer doble enlace se ubica en el carbono 3 contando desde el grupo $-CH_3$. Su ingesta es esencial porque los mamíferos no pueden incorporar dobles enlaces en las posiciones 3 y 6, por lo tanto deben ser ingeridos a través de la dieta. Es posible metabolizar DHA a través de la conversión en el organismo del ALA (alfa linolénico), pero el grado de conversión es reducido, por lo que es difícil obtener a través de la conversión del ALA. El DHA sólo se incorpora a la estructura celular de los organismos marinos por lo tanto las principales fuentes son los peces de agua fría (salmón, el arenque o la anchoa, atún), en el aceite de hígado de bacalao y en algunas algas microscópicas. Estas últimas son la fuente de DHA de los peces, y una opción dietética para vegetarianos.

Es un ácido graso vital para el desarrollo y mantenimiento óptimo de la salud ya que es uno de los nutrientes requeridos por el cerebro y los ojos durante las cruciales etapas tempranas del desarrollo. El cerebro es grasa en un 60%, siendo el DHA el más abundante ácido graso en el mismo. Existe asimismo una correlación positiva entre el desarrollo visual en los niños y la ingesta de DHA.

⁵⁴Ácido Eicosapentaenoico (EPA). [en línea], Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_eicosapentaenoico> [Fecha de consulta: 10/mayo/2010].

4.5.2.6 Efectos de los ácidos grasos poliinsaturados en la salud

Los ácidos grasos insaturados son esenciales para el correcto funcionamiento del cuerpo y deben ser aportados en cantidades suficientes con los alimentos. Su falta se asocia con las enfermedades coronarias y un elevado nivel de colesterol. Los ácidos grasos poliinsaturados de los pescados azules (generalmente de aguas profundas y frías, tienen un alto porcentaje de ácidos grasos omega-3), previenen episodios cardiovasculares, que son la principal causa de mortalidad en todo el mundo. Su consumo se recomienda en especial a los pacientes con cardiopatías, pero también a la población en general. “Un estudio reciente ha descubierto que su valor excede el propio de un suplemento nutritivo, su beneficio en cuanto a prevención cardiovascular, se considera tan importante como el de las estatinas, fármacos que reducen los niveles de colesterol.”⁵⁵

En general los ácidos grasos omega-3 modifican la síntesis de eicosanoides (prostanoides), disminuyendo la producción de tromboxano A₂, potente vasoconstrictor e inductor-amplificador de la agregación plaquetaria, además inhiben la proliferación de las células musculares lisas en respuesta a determinados mitógenos (actores que actúan en el ciclo celular estimulando la división celular.) y disminuyen la síntesis endotelial de factores de crecimiento, lo cual puede ser beneficioso en la prevención de la ateromatosis (presencia de placas de colesterol y elementos grasos en las paredes de las arterias).

Por otro lado el cerebro y el sistema nervioso son tejidos con un alto contenido de dos ácidos grasos poliinsaturados: el ácido araquidónico (20:4, omega-6, AA) y el ácido docosahexaenoico (22:6, omega-3, DHA). El desarrollo del sistema nervioso ocurre de forma excepcionalmente rápida durante la última etapa del período gestacional y durante la primera etapa del período post natal. “En estas etapas se requieren importantes cantidades de ácidos grasos poliinsaturados omega-6 y omega-3, particularmente de DHA, ya que

⁵⁵ Montaner, J. “Salud cardiovascular con ácidos grasos poliinsaturados”. En línea 01/11/2009. 12/mayo/2010. <<http://www.consumer.es/web/es/salud/prevencion/2009/11/01/188882.php>>

estos ácidos grasos son críticos para el crecimiento neuronal y para el desarrollo y función del cerebro y la retina”.⁵⁶

Estudios realizados demostraron que el DHA tiene un importante papel en la formación y funciones del cerebro, actuando principalmente a nivel de las membranas celulares. Este fenómeno se produce por cambios en la fluidez de las membranas que alteran sus propiedades físicas -especialmente su permeabilidad y la actividad de las proteínas- favoreciendo notoriamente la señalización celular y los niveles de neurotransmisores. Las células cancerosas, por ejemplo, al aumentar la permeabilidad de la membrana las células tumorales se vuelven más susceptibles a la destrucción. El otro ácido graso poliinsaturado omega-3 más común, el ácido graso eicosapentaenoico (EPA), tiene en cambio menor efecto sobre la fluidez de la membrana.⁵⁷

Es importante mencionar los beneficios del EPA, su nombre proviene del conocimiento de que origina hormonas locales llamadas eicosanoides. “Estos eicosanoides “buenos” benefician al corazón y al cerebro, y entre sus efectos positivos cabe mencionar su acción antiinflamatoria, anticoagulante, disminución de colesterol y triglicéridos, reducción de la presión sanguínea y acción hormonal en el eje hipotálamo hipofisario”.⁵⁸

Diversos estudios sugieren que niveles bajos de omega-3, especialmente EPA y niveles altos del ácido araquidónico (AA, omega-6 cuyo exceso origina un aumento de eicosanoides “malos”), se asocian con la depresión y otras enfermedades mentales. Algunos de estos estudios muestran también una máxima eficacia del EPA como complemento en el tratamiento de la depresión y en la esquizofrenia.

56 Valenzuela, A. El ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial para la adecuada función de las células neuronales: su efecto en los desórdenes del comportamiento. [en línea], Disponible: <<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/viewArticle/567>> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].

57 Los Ácidos Grasos DHA, esencial en el tratamiento del Alzheimer y la pérdida de la memoria. [en línea], Disponible: <http://www.dsalud.com/numero109_2.htm> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].

58 Guillén, J.M. Los estudios científicos existentes confirman que el Ácido Eicosapentaenoico (EPA) es el nutriente esencial que muestra mayor beneficio para la salud mental y emocional. Revisión. [en línea], Disponible: <http://www.medicosprivados.com/archivos_usuario/42_investigacion_epa_review.pdf> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].

4.6 Recomendaciones de consumo de grasas insaturadas

La Organización Mundial de la Salud, responsable de las políticas internacionales de salud, ha actualizado las recomendaciones referentes al consumo de grasas. Las recomendaciones de la OMS acerca del consumo de grasas son: grasas totales 20-35%, con un rango de poliinsaturadas entre 6-11%; Omega-6: 2,5-9% y Omega-3: 0,5- 2%. Mientras que el consumo de grasas monoinsaturadas debe permanecer entre el 15- 20%. Es importante el consumo de grasas insaturadas en la dieta, sobre todo en aquellas conocidas como esenciales, puesto que como se mencionó tienen efectos beneficiosos en el organismo.

CAPÍTULO V

Ácidos grasos esenciales (AGEs)

5.1 Definición

Según Galli, Agradi y Paoletti (2004), los ácidos grasos esenciales son aquellos que el organismo no puede sintetizar, por lo tanto deben ser ingeridos con los alimentos o con los complementos alimentarios. Además se considera esencial cuando su deficiencia da lugar a la aparición de enfermedades. Generalmente son ácidos grasos poliinsaturados con sus dobles enlaces en posición cis, son componentes nutricionales vitales ya que son necesarios para llevar a cabo varias funciones como mantener el normal funcionamiento de las células, los tejidos, las glándulas, los órganos y por consiguiente un buen estado de salud.

Se distinguen dos series de ácidos grasos esenciales alimentarios, omega-3 ($\omega 3$) y omega-6 ($\omega 6$), siendo los más representativos el ácido linolénico y el ácido linoleico, respectivamente. El cuerpo convierte a los ácidos grasos esenciales $\omega 3$ y $\omega 6$ en varios derivados con funciones importantes para el cuerpo.

Los derivados más conocidos del $\omega 3$ lo constituyen:

- Ácido eicosapentaenoico (EPA) C20:5n - 3
- Ácido docosahexaenoico (DHA) C22:6n - 3

Los ácidos grasos derivados del $\omega 6$ son los siguientes:

- Ácido gama-linolénico (GLA) C18:3n - 6
- Ácido dihomo-gama-linolénico (DGLA) C20:3n - 6
- Ácido araquidónico (AA) C20:4n - 6

Los ácidos grasos esenciales actúan como elementos estructurales de los eicosanoides, que son precursores de hormonas como las prostaglandinas. Estas sustancias son

importantes ya que controlan la presión arterial, favorecen una buena circulación sanguínea y regulan el dolor mediante el fortalecimiento natural de la respuesta antiinflamatoria del organismo. También los ácidos grasos esenciales constituyen componentes estructurales de vital importancia para las membranas que protegen y rodean todas las células del cuerpo. Además estos ácidos grasos “son importantes para el crecimiento y desarrollo normales del feto y de los lactantes, y en particular para el desarrollo del cerebro y de la agudeza visual.”⁵⁹

Existen varios tipos de sustancias prostaglandinas, la mayoría elaboradas con la colaboración del ácido araquidónico. Sin embargo hay dos de éstas sustancias que son fundamentales, la prostaciclina y el tromboxano. La prostaciclina disminuye la coagulación de la sangre y el tromboxano favorece el proceso de coagulación. Estas dos sustancias son antagonistas, sin embargo para que exista un equilibrio entre estas dos sustancias, se lo logra a través de una buena alimentación, sobre todo con alimentos que contengan ácido linolénico.

5.2 Funciones de los ácidos grasos esenciales

Los ácidos grasos esenciales intervienen en varios procesos fisiológicos y un aporte adecuado es indispensable para un correcto funcionamiento del organismo. Dentro de las principales funciones se encuentran las siguientes:

5.2.1 Cardiovasculares

Los ácidos grasos esenciales reducen la acumulación de lípidos en las paredes de las arterias, disminuyen la presión arterial e intervienen en el mantenimiento y realización de la contracción cardíaca.

⁵⁹ Consulta FAO/OMS de expertos. op.cit., p.7

5.2.2 Hematológicas

Prolongan el tiempo de coagulación sanguínea, inhiben la síntesis de tromboxano, ejerciendo un efecto de prevención de anomalías en la coagulación. Así como también promueven la síntesis de hemoglobina e inducen la reducción de los niveles sanguíneos de triglicéridos.

5.2.3 Metabólicas

Intervienen en la síntesis de colesterol y simultáneamente promueven la eliminación del exceso de colesterol sanguíneo. El colesterol es indispensable para llevar a cabo numerosas funciones vitales, se encuentra en la bilis, la sangre, el tejido cerebral, el hígado, los riñones, las glándulas adrenales y en las vainas de mielina de las fibras nerviosas. El colesterol interviene en la absorción y transporte de los ácidos grasos y es esencial para la síntesis de vitamina D.

Por otro lado los AGEs son necesarios para mejorar la sensibilidad a la insulina, especialmente los omega-3 en pacientes diabéticos. Además un exceso de omega-6 con una deficiencia de omega-3 puede producir una resistencia a la insulina. Un reporte de la Academia de Ciencias de Nueva York demuestra que “las dietas experimentales altas en ácidos grasos omega-6 producen resistencia a la insulina. Sin embargo, la complementación con ácidos grasos omega-3 restaura la sensibilidad a la insulina, aún cuando la dieta siga alta en otras grasas”.⁶⁰ Los ácidos grasos esenciales adicionalmente mejoran la integridad intestinal, reducen la inflamación y por ende la posibilidad de síndrome de intestino poroso, que pueden conducir a alergias.

⁶⁰ Solórzano del Río, H. La diabetes y los ácidos grasos [en línea], Disponible: <www.hector.solorzano.com.mx/articulos/diabetes2.html> [Fecha de consulta: 9/nov/2010].

5.2.4 Estructurales

Son componentes de las membranas celulares ejerciendo un efecto reparador de células y capilares. El aporte de suplementos de ácidos grasos incrementa la fluidez de las membranas celulares de manera que promueve el adecuado funcionamiento y previene el deterioro de las mismas. Por su efecto sobre la nutrición cutánea, capilar y de las uñas, los ácidos grasos esenciales previenen la aparición de eczemas, psoriasis, alopecia y uñas quebradizas, entre otros. Además equilibran el metabolismo cutáneo, nutriendo al colágeno, el cual es el componente estructural principal del tejido cutáneo, manteniendo una piel saludable.

5.2.5 Función cerebral

Se han descubierto beneficios para el cerebro, como la mejoría en el ánimo, reducción de la depresión, aumento de la calma, mejor manejo del estrés, menos hiperactividad, mejora en los procesos mentales, aceleración en el aprendizaje, aumento de inteligencia, mayor concentración y mejora en la coordinación motriz.

En las personas que padecen de algún tipo de enfermedad mental, los ácidos grasos esenciales pueden disminuir las alucinaciones en esquizofrénicos, elevar el ánimo, reducir la depresión, aliviar los síntomas en desórdenes bipolares y mejorar la función cerebral en la enfermedad de Alzheimer y el autismo.

Además los ácidos grasos esenciales, son precursores de la síntesis de prostaglandinas. Las prostaglandinas son un conjunto de sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 carbonos, que cumplen con varias funciones de la fisiología vascular como vasodilatación, lo cual mejora la circulación y estimula las terminaciones nerviosas del dolor. Provocan la contracción de la musculatura lisa durante la menstruación, para favorecer el desprendimiento del endometrio. Además las prostaglandinas controlan el descenso de la presión arterial al favorecer la eliminación de sustancias en el riñón. Así como también estimulan el funcionamiento del sistema inmunitario.

5.3 Ácidos grasos omega-3 (ω 3)

Los ácidos grasos omega-3 (ω 3) tienen el primer doble enlace en el tercer átomo de carbono de la cadena, pertenecen a los ácidos grasos poliinsaturados. Dentro de estos el más característico es el ácido alfa-linolénico ya que a partir de este ácido graso las células del cuerpo pueden sintetizar otros ácidos grasos omega-3 como son el EPA (ácido eicosapentanoico) y DHA (ácido docosahexanoico). Sin embargo “existen muchos factores que afectan a la tasa de conversión y uno de ellos parece ser una ingesta abundante de ácido linoleico, típica de las dietas veganas, que puede reducir la capacidad del cuerpo para convertir el ácido alfa linolénico en DHA”.⁶¹

A partir del derivado del ω 3 que es el EPA, el cuerpo produce eicosanoides de serie 3,5 (prostaglandinas serie 3 y leucotrienos serie 5). Los eicosanoides de esta serie regulan muchas de las funciones de los tejidos y son antiinflamatorios.

5.3.1 Fuentes alimentarias

El DHA y EPA pueden ser aportados directamente por el plancton, las algas y pescados azules (atún, boquerones, sardinas, anchoas, salmón), considerados estos como las fuentes más ricas en ω 3. Los mariscos que tienen mayores concentraciones de ω 3, son los mejillones y ostras.

Tabla N°4. Contenido en grasa total y ácidos grasos ω 3 de diversos pescados y mariscos (g/100g)

	Contenido Lipídico	Ácido Eicosapentaenoico	Ácido Docosahexaenoico
Pintarroja	9,7	0,8	1,4
Raya	0,4	0,0	0,1
Ostra	1,3	0,2	0,2
Calamar	1,7	0,1	0,3
Langosta	1,6	0,2	0,1
Cangrejo	5,5	0,5	0,5

61 Ácidos Grasos Esenciales. [en línea], Disponible: <<http://www.ivu.org/ave/grasos.html>> [Fecha de consulta: 21/abril/2010].

Abadejo	1,0	0,0	0,2
Mejillón	1,8	0,3	0,1
Gamba	2,4	0,4	0,3
Arenque	13,2	0,8	1,0
Caballa	16,1	0,7	1,1
Boquerón	9,9	0,9	1,3
Sardina	9,2	0,9	1,1
Atún	4,6	0,3	1,1
Salmón	11,0	0,5	1,3
Trucha	5,2	0,2	0,8
Aceite de hígado de bacalao	100,0	9,0	9,0

Fuente: Hollan B, Brown J and Buss DH (1993). Fish and Fish products. The third supplement. En: MacCance and Widdowson (eds). The Composition of foods (6ªed.). Londres. HMSO.

Elaborado por: Hollan B, Brown J and Buss DH

Mientras que las fuentes alimentarias de ácido linolénico son el aceite de colza y de soya, las semillas de lino, las nueces, el aceite de lino, aceite de pipas de calabaza, aceite de linaza. El ω_3 también puede ser añadido a ciertos alimentos funcionales que son enriquecidos artificialmente con ω_3 como la leche, la leche de soya, los huevos, aceites comestibles, margarinas, entre otros.

En México se llevo a cabo un estudio el cual tenía como propósito evaluar la composición lipídica de pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos (ω_3). Se analizó la porción comestible de 25 especies. “En todas las muestras se identificaron los siguientes ácidos grasos (ω_3) por orden de abundancia (mg/100g parte comestible): C22:6 (ω_3) (DHA) (229.60), C20:5 (ω_3) (EPA) (52.10), y C18:3 (ω_3) (ALA) (11.80)”⁶². Dada la cantidad de EPA + DHA cuantificada, el 44% de las especies analizadas se pueden considerar como alimentos funcionales.

62 González, M. Ojeda, A Silencio, J. Cassis, J. Ledesma, H. Pérez, F Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México, D.F. México. Escuela de Ciencias Químicas. Universidad La Salle. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos [en línea]. Disponible: <http://www.scielo.org/ve/scielo.php?pid=S0004-06222004000300012&script=sci_arttext> [Fecha de consulta: 19/mayo/2010].

5.4 Ácidos grasos omega-6 (ω 6)

Los ácidos grasos omega-6 (ω 6) son ácidos grasos poliinsaturados ya que tienen enlaces dobles en su estructura. El más característico es el ácido linoleico, el cual es precursor de otros ácidos grasos sintetizados por el organismo en el hígado. En la absorción de los ω 6 interviene la vitamina E, que previene la oxidación de los ácidos grasos insaturados, capturando los radicales libres. Por otro lado, estudios recientes han encontrado que niveles excesivos de ω 6, comparado con omega-3, incrementan el riesgo de contraer diferentes enfermedades y depresión.

A partir del ácido araquidónico, se derivan eicosanoides de las serie 2, 4 (prostaglandinas de la serie 2 y leucotrienos de la serie 4), son pro-inflamatorios.

5.4.1 Fuentes alimentarias

Las fuentes alimentarias de ω 6 son nueces, cereales integrales, semillas de girasol, germen de trigo, aguacate, frutos secos. Además se encuentran en la mayoría de los aceites vegetales de cártamo, girasol, maíz, soya, onagra, calabaza y germen de trigo. El ácido araquidónico se puede encontrar en plantas como las coles de bruselas, los ajos, la zanahoria, la soya, o el aceite de sésamo, mientras que los ácidos grasos AGL (ácido gamma-linolénico) y el ADGL (ácido dihomo-gamma-linolénico), están presentes en algunos aceites vegetales, como el aceite de onagra, aceite de borraja y en la leche materna. Además de estos alimentos, que contienen el ácido de forma natural, también hay productos que incorporan este nutriente en su elaboración, como las galletas, las margarinas, mayonesas, aceites, entre otros producto.

5.5 Beneficios del consumo de ácidos grasos esenciales

Los ácidos grasos ω 3 son beneficiosos para el corazón y entre sus efectos positivos se pueden mencionar: acciones antiinflamatorias y anticoagulantes, disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos y la reducción de la presión sanguínea. Estos ácidos grasos

también pueden reducir los riesgos y síntomas de otros trastornos, incluyendo diabetes, accidente cerebrovascular, algunos cánceres, artritis reumatoidea, asma, enfermedad intestinal inflamatoria, colitis ulcerativa y deterioro mental.

El principal beneficio de los ácidos grasos $\omega 6$ es cardioprotector, combaten los triglicéridos y el colesterol, lo cual permite una buena circulación sanguínea, la sangre fluye más libremente e inhibe la agregación plaquetaria. Además los ácidos grasos $\omega 6$ se indican para el tratamiento de la caída del cabello fundamentalmente cuando el cinc, hierro y otros nutrientes indicados adolecen del efecto esperado.

5.5.1 Propiedades beneficiosas para el aparato circulatorio

Los ácidos grasos esenciales disminuyen los triglicéridos, el colesterol LDL, aumentan el colesterol HDL, previenen la formación de coágulos o trombos en las arterias al impedir la agregación plaquetaria y disminuyen levemente la presión arterial, disminuyen el riesgo aterogénico. Son cardioprotectores, ayudando al buen funcionamiento del corazón y del sistema cardiovascular. Además protegen contra las anginas de pecho y previene enfermedades como las arritmias.

Estudios que se han llevado a cabo en poblaciones que consumen alimentos ricos en ácidos grasos $\omega 3$ de origen marino, como son las de Japón y Groenlandia, se encontró en estas poblaciones la incidencia de enfermedades cardiovasculares es sumamente baja, así como también enfermedades inflamatorias y auto-inmunitarias. Además mejoran el perfil lipídico, aumentan la vasodilatación arterial y previenen las arritmias, ya que los $\omega 3$ incrementan las transmisiones eléctricas del músculo cardíaco por lo que regularizan el ritmo cardíaco y previene la muerte súbita. “Se ha evidenciado que con dosis de 3 a 4 gramos diarios de ácidos grasos omega-3 (EPA/DHA) se consigue una reducción del 45% en las concentraciones de triglicéridos”.⁶³

⁶³ Barrenechea, K. La fama de los ácidos grasos omega 3 [en línea], Disponible: <<http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>> [Fecha de consulta: 15/mayo/2010].

5.5.2 Propiedades anticancerígenas

Varios estudios han demostrado cómo los ácidos grasos ω 3 tienen la capacidad de reducir el crecimiento de células cancerígenas humanas y de recuperar el sistema inmunológico de las personas afectadas por diversos tipos de cáncer. Además reducen el riesgo de invasión y metástasis en las personas enfermas de cáncer. La inclusión de alimentos o complementos ricos en este componente protege contra la aparición de ciertos cánceres, especialmente el cáncer de colon, el cáncer de próstata y el cáncer de mama. En el cáncer de mama los ácidos ω 3 inhiben la acción de los estrógenos que son los causantes del desarrollo de tumores en el pecho.

5.5.3 Propiedades antiinflamatorias

Los ácidos linoleico y linolénico son metabolizados para producir ácido araquidónico y EPA, respectivamente, en el intestino, hígado y cerebro del ser humano. Dada la abundancia relativa en la dieta de ácido linoleico, el compuesto mayoritario incorporado a los fosfolípidos de las membranas celulares es el araquidónico, con la consiguiente repercusión en los procesos de agregación plaquetaria e inflamación. Sin embargo, modificando la ingestión lipídica se puede desviar el equilibrio de los eicosanoides hacia la formación de compuestos con menor actividad inflamatoria

El ácido linolénico tiene propiedades antiinflamatorias en enfermedades de las articulaciones, ya que los derivados eicosanoides omega-3, son anti-inflamatorios. En la Universidad de Pensilvania se llevó a cabo un estudio en pacientes con artritis reumatoide; se les administraron 1100 mg diarios de ácido grasos linolénico a 7 pacientes con la enfermedad, los resultados mostraron que 6 de ellos experimentaron una reducción significativa de la sinovitis, que es la inflamación del líquido sinovial.

Por otra parte el ácido gamma linolénico, es un ácido graso esencial del grupo omega-6, se pensaba que este ácido se podía fabricar fácilmente en el cuerpo, sin embargo esto no siempre es así puesto que numerosas personas son incapaces de hacerlo, debido a ciertas

deficiencias metabólicas o nutricionales. A pesar de ser un derivado del ácido omega-6, estudios indican que el AGL (ácido gamma linolénico) puede disminuir el dolor articular, la hinchazón y la rigidez en pacientes con artritis. El ácido gamma linolénico en el organismo se transforma en ácido dihomogamma linolénico (ADL), y éste a su vez en prostaglandina E1 (PGE1), molécula con actividad antiinflamatoria muy potente. En un estudio con pacientes con artritis reumatoide, “se administraron 1400 mg diarios de ácido gamma linolénico a 14 pacientes y placebo a 13 pacientes, durante 24 semanas. Los resultados mostraron que los pacientes que habían recibido ácido gamma linolénico presentaron una reducción del 36% en el número de articulaciones afectadas por la enfermedad”.⁶⁴

Sin embargo, las prostaglandinas no se pueden almacenar o guardar en el cuerpo y además su efecto es muy breve, ya que son desactivadas por las enzimas, por consiguiente su producción debe ser continua y regular. Y para la correcta producción es preciso la presencia del ácido gamma linolénico, que como se ha mencionado resulta muy difícil de producir de forma natural en el cuerpo, además el aporte a través de la dieta es deficiente.

5.5.4 Salud mental

Algunas experiencias sugieren que el consumo de ω 3 tiene efectos benéficos sobre el cerebro. La ingestión de estos ácidos puede ayudar a mantener el equilibrio mental y mejorar los síntomas de la depresión o servir de ayuda en el tratamiento de enfermedades como la esquizofrenia y otros trastornos de salud mental en algunas personas, sin embargo la evidencia es bastante limitada. “Al administrar dosis muy altas de EPA (6,2 g/día) y DHA (3,4 g/día) en 30 pacientes con trastorno bipolar, se observó una importante mejoría”.⁶⁵ Un estudio piloto con mujeres con personalidad “borderline”, que es el trastorno de la personalidad que se caracteriza por impulsividad e inestabilidad anímica, dio

⁶⁴ Ácidos grasos esenciales [en línea], Disponible: <<http://www.casapia.com/Paginacast/Paginas/Paginasdemenus/MenudeInformaciones/ComplementosNutricionales/AcidosGrasosEsenciales.htm>> [Fecha de consulta; 9/mayo/ 2010].

⁶⁵ Ácidos grasos esenciales en la dieta actual. op. cit. <<http://www.amatusalud.es/articulo/ácidos-grasos-esenciales-en-la-dieta-actual>>

como respuesta menos síntomas de depresión severa al administrarles 1 g de EPA al día durante 8 semanas.

En relación al desarrollo mental en niños prematuros, estudios demuestran el efecto positivo que tiene la alimentación con fórmulas suplementadas con omega-3 sobre el desarrollo mental. “Los niños prematuros alimentados con una fórmula que contenía omega-3 presentaron un mejor índice de desarrollo de Bayley, relacionado con la capacidad del lenguaje”.⁶⁶ Mientras que “el mayor grado de desarrollo mental y psicomotor de los recién nacidos de bajo peso a los 19 meses de edad se correlaciona con la ingesta temprana de omega-3.”⁶⁷

5.5.5 Piel

Los ácidos grasos esenciales ω 3 ejercen una acción positiva en el mantenimiento de la salud de la piel, por lo que resultan adecuados para prevenir o mejorar las enfermedades como eccemas, psoriasis, sequedad, acné, eccema atópico, dermatitis y en general casi todos los problemas de piel que se manifiestan con sequedad extrema. Para el tratamiento se puede realizar de manera externa mediante el uso de cremas a base de aceites vegetales como el aceite de onagra u otros que son ricos hidratantes para la piel. También mediante la ingestión de capsulas o alimentos ricos en grasas esenciales.

5.5.6 Enfermedad de Crohn

Por las propiedades antiinflamatorias que poseen los omega-3, ayudan a contrarrestar la enfermedad de Crohn (inflamación del colon.) Estudios clínicos con ω 3 obtuvieron una remisión de la enfermedad, al dar a enfermos de Crohn 2,7 g de EPA + DHA durante un año. “La toma de 4,2 a 5,4 g/día durante 3 a 12 meses en pacientes con colitis ulcerosa,

66 Barrenechea, K. op. cit., <<http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>> [Fecha de consulta: 15/mayo/2010].

67 Ibid., p. <http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>

aportó mejoras, como una reducción en el uso de corticosteroides, la producción reducida de mediadores de la inflamación y mejoras en el rendimiento y estado general”.⁶⁸

5.5.7 Dolores en la menstruación

El consumo de grasas esenciales ayudan a disminuir los dolores producidos por la menstruación, síntomas premenstruales o durante la menopausia, entre estos se puede mencionar: alivia los síntomas como hinchazón de mamas, así como la depresión e irritabilidad premenstrual, náuseas, diarrea o estreñimiento, problemas urinarios, entre otros.

5.5.8 Embarazo, lactancia e infancia

La ingestión de alimentos ricos en $\omega 3$ resulta muy adecuada durante el embarazo para conseguir que el feto tenga un desarrollo cerebral adecuado, “un complemento de aceites de pescado que aporte 2,7 g/día de $\omega 3$ en el último trimestre del embarazo, disminuyó el riesgo de parto prematuro de 33% a 21%”.⁶⁹ En el embarazo, el consumo de estas grasas permite que el feto tenga un desarrollo cerebral adecuado, además los niños tienen capacidad de aprendizaje más elevado y con menos problemas de visión.

Las necesidades de estos ácidos grasos se incrementan durante estos períodos, puesto que son fases de crecimiento y desarrollo del tejido celular, por lo tanto las necesidades de de ácidos grasos esenciales de la mujer embarazada, el feto y niños lactantes, son muy elevadas. En el embarazo los omega-3 deben representar en este período de tiempo hasta un 2% de la energía total de la dieta, el doble que en mujeres no embarazadas.

68 Ibid., <<http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>> [Fecha de consulta: 15/mayo/2010].

69 Barrenechea, K. op. cit., <<http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>> [Fecha de consulta: 15/mayo/2010].

5.5.9 Función pulmonar y asma

Las conclusiones de diversos estudios determinan que el consumo de ácidos grasos omega-3 desempeña un importante papel en la función pulmonar de las personas sanas, así como en el envejecimiento de los pulmones y en numerosas enfermedades inflamatorias de pulmón, como el asma. La ingesta de estos ácidos grasos reduce la respuesta de los asmáticos ante estímulos alérgicos. El consumo de omega-3 está asociado a una reducción de la prevalencia de asma.

5.6 Deficiencia de ácidos grasos esenciales

Así como los ácidos grasos esenciales proporcionan beneficios para la salud, la deficiencia de los mismos en el organismo desencadenan varias afecciones al organismo, entre las que se puede mencionar las siguientes: alteraciones cardiovasculares, lo que genera mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, también generan acné, cambios de personalidad y/o de comportamiento, alteraciones biliares, inhibición de la cicatrización, artritis, abortos, alteración del crecimiento, alteraciones renales, temblores musculares, alteraciones cutáneas, problemas digestivos, inflamaciones, hinchazones, alergias, enfermedades auto-inmunes, retraso del aprendizaje, alteraciones de la coordinación motora, alteraciones visuales. El sistema inmunológico se deteriora, provocando más infecciones y aumento del riesgo cancerígeno.

5.7 Recomendaciones de consumo de grasas esenciales

Los ácidos grasos esenciales cumplen funciones de suma importancia en el organismo, por lo tanto la ingesta de los mismos debe ser significativa para que el cumplimiento óptimo de las funciones descritas anteriormente. Las recomendaciones relativas al consumo de ácidos grasos esenciales son las siguientes: “la relación entre ácido linoleico y ácido α -linolénico, deberá estar comprendida entre 5:1 y 10:1”⁷⁰, en personas que la relación sea

⁷⁰ Consulta FAO/OMS de expertos. op.cit., p.7.

superior a 10:1, se deberá estimular el consumo de alimentos fuente de ácidos grasos omega-3.

La FDA recomienda a los consumidores la ingesta diaria de ácidos grasos omega-3, EPA y DHA, por los efectos beneficiosos que cumplen estas grasas. Por lo tanto determina que “la cantidad a ingerir de este tipo de ácidos grasos poliinsaturados no debe ser superior a los 3 gramos diarios cuando proceden de alimentos”⁷¹, mientras que en el caso que se consuma mediante suplementos la agencia recomienda que no excedan los 2 gramos diarios.

Por otro lado la Asociación Americana del Corazón, conocida mundialmente como American Heart Association, es el máximo referente científico en cardiología de los Estados Unidos, por los estudios realizados sobre los beneficios del omega-6, recomienda una ingesta de omega-6 de un mínimo del 5-10% del aporte energético total, o lo que es lo mismo, entre 12 y 22 gramos al día, dependiendo de la edad, el género y el nivel de actividad física. Mientras que las recomendaciones de la OMS, acerca del consumo de grasas “omega-6 es de 2,5 a 9% y omega-3 de 0,5 a 2%.”⁷²

El consumo de ácidos grasos esenciales en la gestación es de suma importancia por los beneficios que estos proporcionan al feto, en la gestación una mujer adquiere a lo largo del embarazo unos 600 g de ácidos grasos esenciales (aproximadamente 2,2 gramos/día). Durante el primer trimestre de gestación, el desarrollo embrionario requiere una cantidad pequeña de ácidos grasos esenciales adicionales. En el segundo y, sobre todo, en el tercer trimestre, la expansión del volumen sanguíneo y el crecimiento de la placenta y del feto incrementan esas necesidades.

⁷¹ Omega 3- La FDA confirma que los ácidos grasos Omega 3 reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular. [en línea], Disponible: <http://www.pulevasalud.com/ps/subcategoria.jsp?ID_CATEGORIA=102921&RUTA=1-2-2253-2923-100529-102921> [Fecha de consulta: 15/ mayo/2010].

⁷² La OMS revisa sus pautas y recomienda aumentar el consumo de grasas esenciales presentes en la margarina. [en línea], Disponible: <<http://www.noticiasmedicas.es/medicina/noticias/2652/1/La-OMS-REVISA-sus-pautas-y-recomienda-aumentar-el-consumo-de-grasas-esenciales-presentes-en-la-margarina-/Page1.html>> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].

5.8 Relación omega-6/omega-3

Para un buen funcionamiento del organismo se debe mantener una buena relación entre los ácidos grasos esenciales omega-6 y omega-3. Estas grasas están diseñadas para trabajar de forma conjunta y antagónica. De los ácidos grasos de la familia $\omega 6$ se derivan sustancias que tienen acciones inflamatorias y vasoconstrictoras, procesos que son vitales para la capacidad del sistema inmune corporal de reparar y protegerse a sí mismo. Por el contrario, los ácidos grasos de la familia $\omega 3$ contrarrestan los efectos de los $\omega 6$, son antiinflamatorias, anticoagulantes y antivasoconstrictoras.

Un desequilibrio en la proporción $\omega 6/\omega 3$ en los tejidos y la sangre puede tener efectos adversos, incluyendo la sobreproducción de eicosanoides pro-inflamatorios, muchos de los cuales se derivan del ácido araquidónico, el cual es un ácido graso omega-6. Por su parte, los eicosanoides en exceso estimulan la liberación de citoquinas inflamatorias y proteínas de fase aguda. El resultado final es una inflamación crónica de bajo grado que contribuye a problemas de la salud como la arterioesclerosis, la enfermedad de Alzheimer, el cáncer, enfermedades cardiovasculares, el síndrome metabólico, la obesidad, la osteoporosis, la diabetes tipo 2.

La mayoría de la población en las sociedades modernas tiene un desequilibrio en la relación omega-6/omega-3 y siempre con deficiencia de $\omega 3$. Por lo tanto la recomendación básica sería reducir la cantidad de $\omega 6$ y tratar de aumentar el consumo de alimentos ricos en $\omega 3$.

CAPÍTULO VI

Ácidos grasos trans (AGT)

6.1 Definición

Según Marchand (1982), los ácidos grasos trans (AGT) son ácidos grasos insaturados, producidos en mayor proporción artificialmente por la transformación de aceites vegetales líquidos en la presencia de catalizadores metálicos e hidrógeno, este proceso se llama hidrogenación parcial y provoca que el producto se mantenga sólido a temperatura ambiente. De manera colateral mediante este proceso se añaden hidrógenos a los dobles enlaces, cambiando su configuración de cis en trans. “Los ácidos grasos trans más frecuentes son los monoinsaturados, pero también pueden encontrarse isómeros diinsaturados con configuraciones cis, trans o trans, cis”.⁷³

La posición de los hidrógenos, produce cambios físicos en el punto de fusión de los AGT, y cambia su configuración zig-zag a una línea recta, similar a la configuración de los ácidos grasos saturados. Por ejemplo, el trans-ácido oleico, que se denomina ácido eláidico, tienen un punto de fusión de 45°C (sólido a temperatura ambiente), mientras que el cis-ácido oleico de origen natural tiene un punto de fusión de 14-15°C (líquido a temperatura ambiente).

El propósito de la hidrogenación es transformar los aceites vegetales líquidos en semisólidos, que se emplean en margarinas, aceites para cocinar de larga vida útil, más estables al calor, sólidos y maleables, además promueven la frescura, mejoran su textura y por lo tanto una mayor calidad al producto elaborado a base de las grasas obtenidas en el proceso de hidrogenación. Este proceso impide la ranciedad de los aceites, evitando su oxidación y aumentando su duración sin necesidad de refrigeración. La principal fuente de

⁷³ Consulta FAO/OMS de expertos. op.cit., p. 83.

AGT son los alimentos manufacturados que contienen aceites vegetales hidrogenados como: margarinas, mantecas vegetales, galletas, productos de repostería, entre otros.

Los AGT también se forman de manera natural en pequeñas cantidades por la acción de microorganismos presentes en el estómago de los rumiantes (ganado bovino, ovino y caprino); aunque se producen en pequeñas cantidades, estos se encuentran en la leche, carnes y derivados de los rumiantes.

A pesar de ofrecer ventajas a la industria de los alimentos, como los anotados anteriormente, los AGT tienen efectos adversos para la salud humana, como aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y de muerte súbita de origen cardíaco porque aumentan la concentración de lipoproteínas de baja densidad (LDL) en la sangre y disminuyen las lipoproteínas de alta densidad (HDL). Además estudios han demostrado que los AGT podrían estar asociados con otras patologías como diabetes, cáncer, entre otras.

6.2 Nomenclatura

Los ácidos grasos insaturados presentan dos tipos de isomería estructural, la cis y trans. La isomería trans determina una estructura lineal en torno al doble enlace con los átomos de hidrogeno dispuestos en diferente posición con respecto a los carbonos del doble enlace. Los AGT son moléculas con estructura más lineal que los isómeros cis, y donde los dobles enlaces pueden ubicarse en muchas posiciones dentro de la molécula, lo cual origina una gran diversidad de posibles isómeros trans. La transformación de cis en trans produce estructuras moleculares más rígidas.

La nomenclatura de los AGT, consiste en mencionar el número de carbonos seguido del número de dobles enlaces y la letra t (C18:1 t9 ácido graso de 18 carbonos con un doble enlace en posición trans en el carbono 9, ácido elaídico).

6.3 Origen de los AGT en los alimentos

La transformación de la forma cis en forma trans, se da a través de tres procesos:

- a) mediante la biohidrogenación, por acción de bacterias en el rumen de los animales poligástricos,
- b) hidrogenación industrial, para la producción de grasas semisólidas,
- c) mediante el calentamiento a través de la refinación y desodorización de aceites y grasas y en los procesos caseros de fritura.

Por lo tanto, los AGT que se consumen actualmente en la dieta tienen un origen biológico y tecnológico. Una cantidad importante proviene de la grasa que se denomina "grasa invisible", que es aquella que se utiliza como materia prima para la manufactura de alimentos.

6.3.1 Origen biológico de los ácidos grasos trans: la biohidrogenación

En los rumiantes como vacas, ovejas, cabras, se produce un gran número de modificaciones químicas de los ácidos grasos como la biohidrogenación, isomerización e hidroxilación. La biohidrogenación se produce como resultado de la fermentación bacteriana. Las enzimas propias de la flora de estos animales hidrogenan, isomerizan y transforman los ácidos grasos mono y poliinsaturados que incluyen, al ácido oleico, linoleico, y linolénico que contienen los granos, hojas, tallos, raíces y piensos que consumen los rumiantes, en derivados diinsaturados y monoinsaturados con isomería trans.

Dentro de los derivados diinsaturados que se forman, destaca el ácido linoleico conjugado (CLA, conjugated linoleic acid). Otro ácido graso que se forma en cantidades importantes es el vaccénico (C18:1 11t), siendo el que aporta mayoritariamente el contenido de AGT de los productos derivados de los rumiantes.⁷⁴

⁷⁴ Valenzuela, A. Ácidos Grasos con isomería Trans, su origen y los efectos en la salud humana. Centro de Lípidos, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, (INTA). Universidad de Chile, Santiago de Chile. [en línea], Disponible: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001> [Fecha de consulta: 9/dic/2009].

De esta manera, los ácidos grasos trans, estarán presentes en la carne, leche y la grasa del animal. Sin embargo, estos ácidos grasos trans producidos de forma natural representan una pequeña porción menor al 0,5% del aporte energético total y una mínima cantidad total de grasas trans consumidas.

El ácido linoleico conjugado (ALC) es un ácido graso que ha sufrido algún cambio en su estructura molecular, y a pesar de presentar isomería trans, tiene diversos beneficios para la salud. Estudios realizados en finlandesas post-menopáusicas, las cuales demostraron “una correlación negativa entre el consumo de ALC, proveniente de la leche y el queso de consumo habitual en esta población, y el desarrollo de cáncer mamario. El efecto preventivo parece ser dosis dependiente, la que se ha estudiado en rangos de aporte de ALC desde un 0,05% hasta un 2%.”⁷⁵

6.3.2 Origen tecnológico: la hidrogenación

Los ácidos grasos insaturados, constituyentes de varios aceites comestibles se encuentran en forma de isómeros cis, los cuales son inestables y fácilmente tienden a oxidarse y volverse rancios, por lo tanto su presencia en los alimentos hace que su conservación resulte difícil. Para evitar este proceso, la industria utiliza la hidrogenación.

La principal forma de producción de AGT es durante la hidrogenación parcial de aceites vegetales líquidos. El objetivo de la hidrogenación es aumentar la estabilidad oxidativa, su fluidez y alterar las propiedades de fusión de los aceites mediante la reducción del grado de insaturación; así como también modificar su estado físico, de líquido a semisólido o sólido.

El proceso de hidrogenación es una reacción química durante la cual los dobles enlaces en la cadena pueden sufrir una isomerización geométrica, en la que los átomos de hidrógeno que convergen en un doble enlace se ubican en posiciones diferentes. La

⁷⁵ Sanhueza C, J. Nieto K, S. Valenzuela B, A. Ácido Linoleico Conjugado: Un ácido grasos con isomería trans potencialmente beneficioso. En línea Agosto 2002. 11/dic/2010. < http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-75182002000200004&script=sci_arttext >

hidrogenación se realiza bajo presión y temperatura, y en presencia de un catalizador metálico, generalmente níquel, burbujeando gas de hidrógeno en el aceite. El proceso de hidrogenación puede ser parcial o completo.

Con la hidrogenación parcial se mejora la estabilidad de la grasa o del aceite, ya que reduce la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados, situación que provoca secundariamente la formación de isómeros trans. Se utiliza principalmente en aceites con elevado ácido linolénico, como son los aceites de soya y de colza. Estos aceites al ser procesados por este método, pierden ácido linolénico y ganan en ácido linoleico. Mientras que en la hidrogenación completa se saturan los ácidos insaturados. El aceite se vuelve una grasa sólida, y suele ser empleado para fabricar margarinas. Como en el método anterior se favorece también la formación de isómeros del tipo trans.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, los catalizadores que se utilizan son de níquel activo, entre 190 y 240°C a unas 0,3 atm. de presión de hidrógeno. Durante la hidrogenación se reduce la insaturación siguiendo el orden: poli-insaturados → di-insaturados → mono-insaturados → saturados. Sin embargo, la reducción de los dobles enlaces no es al azar. Controlando las condiciones de reacción, los ácidos grasos más insaturados y, dentro de ellos, los dobles enlaces más alejados del enlace Éster del triglicérido, son los más reactivos. Esto permite el paso de 3 dobles enlaces a 2 y posteriormente a 1, evitando la formación de ácidos grasos completamente saturados (C18:3 → C18:2 → C18:1), deteniendo el proceso antes de llegar a la saturación total (C18:0), normalmente el proceso se controla mediante el índice de yodo. El producto obtenido tiene un punto de fusión todavía bajo (32-34°C). En este proceso se produce una reordenación de los dobles enlaces y se forma un alto número de enlaces tipo trans, pudiendo llegar incluso a un 40 %.

El principal AGT formado en los aceites vegetales parcialmente hidrogenados es el ácido elaídico C18:1 trans-9 con punto de fusión de 43.7°C, y su configuración es lineal, similar al ácido graso esteárico con punto de fusión de 69.6 °C. Además, generalmente durante el proceso de hidrogenación “se forman más de 20 nuevos isómeros de ácidos

oleico y linoleico. También se puede hidrogenar grasa de pescado, en este caso se obtienen isómeros de ácidos grasos de cadenas de hasta 20-22 carbonos.”⁷⁶

Estas grasas hidrogenadas son utilizados en la industria alimentaria para la elaboración de varios productos como: margarinas, mantecas vegetales para fritura y la elaboración de productos derivados de los mismos, como cakes, galletas, productos de repostería y panadería, entre otros.

6.3.3 Calentamiento de las grasas

Se considera que el calentamiento de aceites a elevadas temperaturas puede originar AGT, por lo que es importante que en las etapas de acondicionamiento, como el refinado y desodorizado, la temperatura sea controlada.

La sensibilidad que tienen los aceites vegetales al tratamiento térmico varía dependiendo de la composición en ácidos grasos que poseen los mismos. El aceite de girasol que posee un 86% de ácidos grasos insaturados, cuando es sometido a calentamiento a 240°C (temperatura de fritura) durante aproximadamente dos horas, genera 5% de isómeros trans, mientras que en el aceite de palma que posee 50 % insaturados, al ser sometido al tratamiento térmico produce un 0.3 % de estos isómeros. Por lo tanto se puede deducir que mientras más insaturaciones existan en los ácidos grasos que componen los aceites, mayor será la posibilidad que se conviertan en trans.

6.3.3.1 Refinación y desodorización de aceites

Mediante los procesos de refinación a los cuales son sometidos los aceites para mejorar sus características organolépticas, los cuales incluyen la desodorización a alta temperatura y vacío también se pueden formar AGT.

⁷⁶ Pueyrredón, P. Rovirosa, A. Torres, M. Uicich, R. Ácidos grasos trans: Actualización y situación Argentina CESNI (Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil) [en línea], Disponible: <http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidos_grasos_trans.pdf> [Fecha de consulta: 9/dic/2009].

El refinado produce un aceite comestible, libre de impurezas, con mejores propiedades organolépticas y mejor estabilidad frente a la oxidación y capacidad para freír. Los dos principales sistemas de refinado son el refinado alcalino y el físico (arrastré de vapor, neutralización destilativa), que se emplean para extraer los ácidos grasos libres. El proceso de refinamiento involucra una serie de procedimientos, entre ellos se encuentra la desodorización.

La desodorización es un procedimiento que requiere elevadas temperaturas de entre 180 a 270° C en una atmósfera controlada. En este proceso se debe evitar todo contacto con el oxígeno, ya que produce oxidaciones indeseables; el vapor que se utiliza debe estar desaireado, no debe haber entradas de aire y el vacío debe ser muy elevado. La desodorización “tiene el propósito de eliminar sabores y olores desagradables en el aceite industrializado, que son productos del proceso industrial, y que se encuentra ausente en las semillas y aceites naturales obtenidos en frío”.⁷⁷

En aceites altamente insaturados que contengan ácido linoleico, la formación de isómeros trans es lenta en las condiciones recomendadas para la desodorización/refinado químico industrial. “En la gama de temperaturas de 240-250°C, la cantidad de ácidos grasos trans que se forman a partir de los aceites insaturados es de alrededor del 1% o menos por hora.”⁷⁸

Después de esta serie de procesos que la industria aceitera lleva a cabo para obtener aceites vegetales, lo que se obtiene es un espeso líquido transparente, insaboro e inodoro. Se puede mencionar que prácticamente todos los aceites de consumo doméstico contienen pequeñas cantidades de AGT.

⁷⁷ “Titulares de Grasas Trans”. En línea 28/11/2008. 19/mayo/2010. <<http://www.grasas-trans.info/2008/11/11-introduccion.html>>

⁷⁸ Consulta FAO/OMS de expertos. op.cit., p.45.

6.3.3.2 Fritura

Durante el proceso de fritura tanto industrial como doméstico, se genera ácidos grasos trans. La fritura es un proceso térmico en el cual el alimento es sometido a temperaturas de hasta 180°C por tiempos prolongados. Una fritura mal realizada acaba por oxidar y descomponer el aceite, modificando su estructura. Por eso se recomienda que el aceite no supere nunca los 180°C y no reutilizar el mismo más de tres o cuatro veces. El impacto de la fritura en la formación de AGT es sumamente importante en la industria de comida rápida.

6.3.4 Fuentes naturales de AGT

Las fuentes naturales de las grasas trans son aquellas que se obtienen de los rumiantes, entre estas se encuentran la leche, la mantequilla, el sebo, la carne; estos alimentos poseen poca cantidad de estas grasas. La manteca contiene un promedio de 3,4%. Mientras que en las carnes los ácidos grasos trans “se encuentran en cantidades variables que oscilan desde 0,20% en carne de cerdo hasta 21,30% en carne de vaca (tejido adiposo)”⁷⁹. Durante el proceso de biohidrogenación se forman isómeros monoenoicos del C18, el más abundante el C18:1-11t (ácido vaccénico).

En la leche y derivados “se encuentran cantidades entre 1,50% y 5,20% de grasas trans”⁸⁰. Esta variabilidad se puede dar por la alimentación del animal, lo que se refleja en cambios en el perfil lipídico de la leche. Mientras que en los derivados, la variación se puede deberse al tratamiento térmico durante la pasteurización y la fermentación de los quesos y yogures, entre otros procesos.

⁷⁹ V, Griguol., M, León-Camacho., & I.M. Vicario. op. cit., p. <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>

⁸⁰ Ibid., <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>

6.4 Cuantificación de grasas trans en los alimentos

Para la cuantificación del contenido de cada tipo de ácido graso, en primer lugar se deben aislar los lípidos del resto de los componentes de la muestra (proteínas, glúcidos y agua). Una vez aislados los lípidos que son triacilglicéridos, fosfolípidos, colesterol libre y esterificado, se puede llevar a cabo la cuantificación de ácidos grasos a través de diferentes procedimientos analíticos como son: la espectroscopía infrarrojo (IR), resonancia magnética nuclear (NMR), espectroscopía, cromatografía de gases (GC), cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), cromatografía con fluidos supercríticos y espectroscopía de masas (MS). Sin embargo para cuantificar AGT en muestras biológicas o alimentos puede realizarse mediante dos métodos principales: la espectroscopía por absorción de infrarrojos (de uso clásico y menor sensibilidad) y la cromatografía de gases, siendo esta la más popular en los últimos años.

Existen dos tipos de cromatografía de gases (GC): la cromatografía gas-sólido (GSC) y la cromatografía gas-líquido (GLC), esta es la que se utiliza más ampliamente, y que se puede llamar simplemente cromatografía de gases (GC). Es importante mencionar que la combinación de estas dos técnicas es efectiva para determinar la concentración de isómeros cis y trans. La determinación de AGT es más complicada que la de otras grasas, de manera que las cifras que se obtienen deben valorarse cuidadosamente. Además para la cuantificación de AGT, se requiere de estándares analíticos adecuados.

Existen inconvenientes para realizar la cuantificación de ácidos grasos, uno de ellos es que son pocos los centros de investigaciones y laboratorios que cuentan con los equipos necesarios para realizar los análisis respectivos, debido a los altos costos de los mismos. Por lo tanto tomando en cuenta la complejidad del análisis y los altos costos, es difícil tener estimaciones reales de la presencia de AGT en los alimentos de consumo diario, y de la ingesta de AGT en diferentes países, sobre todo en países donde es difícil contar con la disponibilidad de estos equipos.

6.5 Contenido de AGT en diferentes alimentos

Como se mencionó anteriormente la cuantificación de AGT se realiza mediante diferentes métodos, sin embargo la cromatografía de gases es la más exacta y actualmente se recomienda como método oficial en algunas legislaciones. Sin embargo, en aquellos alimentos donde existe mayor presencia de isómeros cis, se utiliza la cromatografía con ión plata, para posteriormente analizar los AGT a través de la cromatografía de líquidos.

En varios países se han llevado a cabo estudios para cuantificar el contenido de AGT, especialmente en aquellos que son consumidos con mayor frecuencia por la población de cada país. “El contenido de AGT en margarinas de países desarrollados antes de los años 80, era del 10 al 30% de las grasas. Posteriormente disminuyó al 3% debido a la preocupación por consumir dietas más sanas”.⁸¹ El contenido de grasas trans en alimentos varía ya sea por el país donde se elaboró el producto, así como también por los ingredientes que se utilizaron en la elaboración de estos.

Mientras que en Argentina, se realizó un estudio para analizar la cantidad de AGT en los alimentos que consumían con mayor frecuencia los jóvenes de ese país. Los alimentos escogidos fueron pan industrial rebanado, margarinas, manteca, mayonesas, galletas saladas y dulces, papas fritas, palitos de maíz, palitos de queso, barras de cereal y alfajores. Luego de llevar a cabo el respectivo análisis a las muestras, se encontró en los alimentos una importante presencia de AGT, “en algunos casos, el contenido de ácidos grasos saturados y trans es superior al de insaturados cis. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-6 es significativo en algunos alimentos y, en general, el contenido de ácidos grasos poliinsaturados omega-3 es bajo”.⁸²

De igual forma en Uruguay se analizaron alimentos como alfajores con cobertura de chocolate, galletas, productos de panadería. En los alfajores todos los materiales grasos

81 Fernandez, M. Día, G. Guzmán, A. Calmont, R. Ciencia y tecnología alimentaria. “Ácidos Grasos Trans: Consumo e Implicaciones en la salud en niños”. En línea 2008. 9/dic/2009. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/724/72460110.pdf>

82 Peterson, G. Aguilar, D., Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. op. cit., p. http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf

utilizados presentan un alto contenido de grasas trans, en las galletas el contenido de estas grasas fue variable, mientras que en los productos de panadería, el contenido de AGT no representa un aporte importante a la dieta puesto que, en ningún caso, alcanza a 1 g por 100 gramos de producto panificado.

Los alimentos que en su composición poseen mayor contenido de este tipo de grasa son las margarinas y grasas de repostería, por lo tanto este tipo de grasas se encontrarán en aquellos alimentos que se derivan de estos productos, como galletas, pasteles, bocaditos (snacks), productos de panadería y pastelería, entre otros.

6.5.1 Margarinas

Las margarinas son grasas formadas por una emulsión tipo agua-aceite, son semisólidas con un aspecto similar a la mantequilla pero más untuosas. Las margarinas deben derretirse a temperatura corporal de manera rápida, por lo que al ser ingerida se derretirá en la boca sin dejar una sensación pegajosa.

Se obtienen mediante procedimientos industriales a partir de grasas insaturadas y saturadas de origen vegetal (aceites de soya, algodón, maní, girasol, palma, palmiste, entre otros), aunque también se pueden utilizar grasas animales. En ambos casos las grasas suelen ser: hidrogenadas, mezclas de grasas hidrogenadas y sin hidrogenar. Además se adicionan algunos aditivos como glucosa, emulsionantes, conservantes, la mantequilla misma y el almidón de arroz. En el proceso de elaboración de la margarina se lleva a cabo una serie de pasos, entre los cuales se incluye el refinado, la hidrogenación y la fabricación de la margarina propiamente dicha.

En la refinación se eliminan los ácidos grasos libres, los mismos que ocasionan el deterioro del producto. En este proceso también se eliminan los fosfolípidos, también llamados gomas, para la eliminación de estos se produce el aglomerado de las gomas añadiendo un ácido débil, y después se pueden arrastrar fácilmente con agua. Además en la etapa de refinación se eliminan los compuestos volátiles, mediante destilación a vacío y

arrastre con vapor. Estos compuestos son aquellos que generan mal olor y sabor. Se pueden eliminar otros contaminantes, como metales o pigmentos, mediante la adición de tierras decolorantes y/o carbón activo.

Mientras que el proceso de hidrogenación es aquel que proporciona el endurecimiento de la margarina, lo cual consiste en alterar el punto de fusión del aceite. Este proceso se caracteriza por disminuir el grado de insaturación de las grasas incrementando de este modo la resistencia a la oxidación, obteniendo un comportamiento plástico. El resultado de esta etapa se le conoce como mantecas hidrogenadas.

Una vez que el producto pasa por los procesos de refinación e hidrogenación, la manteca pasa a la etapa de fabricación de margarinas donde se le adiciona leche, agua, aceite vegetal, emulgentes, saborizantes, preservantes y sal común, en una mezcla que es batida en frío hasta conseguir la llamada margarina. El resultado es un sintético de la mantequilla con prácticamente las mismas propiedades organolépticas y físicas que la mantequilla.

Es importante mencionar que se han realizado estudios para conocer la composición de ácidos grasos, sobre todo los ácidos grasos trans en margarinas elaboradas en distintos países. En España se llevo a cabo un estudio para determinar el contenido de ácidos grasos en margarinas de mayor consumo, este estudio arrojó los siguientes resultados: Todas las margarinas contenían al menos 20% de ácido linoleico. “Los ácidos grasos saturados (laúrico y mirístico) no sobrepasaron el 4% del total de ácidos grasos. La mayoría de las margarinas contenían menos del 5% de ácidos grasos trans; los ácidos grasos trans poliinsaturados C18:2 y C18:3 no representaron más del 1%”.⁸³ Los resultados demuestran que las margarinas españolas tienen un cambio hacia una distribución de ácidos grasos más saludables.

⁸³ Larqué, E. Garaulet, M. Pérez, F. Zamora, S. Tebar, F. “Fatty acid composition and nutritional relevance of most widely consumed margarines in Spain”. En línea 2003. 9/dic/2010. <<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/.../279/281>>

Mientras que en Sevilla – España, se realizó una revisión acerca del contenido de AGT en distintos alimentos, encontrándose que en las margarinas de distintos países en el contenido de este tipo de grasas es variable, entre 0,40-19,2%. “Esta variabilidad puede explicarse por los distintos parámetros usados durante el proceso de fabricación, por ejemplo las condiciones de hidrogenación y/o desodorización, así como por la cantidad de ácidos grasos insaturados presentes en las materias primas usadas para la elaboración de estos productos.”⁸⁴ Otro de los estudios para determinar el contenido de ácidos grasos, se llevo a cabo en Argentina, en este estudio se encontró que “las margarinas independientemente de su naturaleza, normal o light (con contenido reducido de lípidos), contienen proporciones muy importantes de ácido eláidico, incluso superiores a la suma de todos sus ácidos grasos saturados”.⁸⁵

Por los efectos desfavorables que producen en el organismo el consumo de grasas hidrogenadas, en algunos países el contenido de isómeros trans en las margarinas está disminuyendo. “En Dinamarca, entre 1992-95 el contenido de 18:1trans para la margarina semiblandas disminuyó de un 10% a 2,25%. En Alemania, la concentración de trans en margarinas descendió del 52% en 1994 al 22% en 1996, siendo del 4,6% en 1997.”⁸⁶ En España de igual forma la tendencia es a reducir en las margarinas el contenido de ácidos grasos trans, “ya que hasta 1996, el contenido de los mismos estaba por encima del 10%, reduciéndose a 8,87% en el año 2000 hasta llegar al 2,50% actualmente”.⁸⁷

La industria por lo tanto, ha comenzado a elaborar margarinas con la denominación “libres de trans”. Para obtener este tipo de margarinas se realiza un proceso llamado interesterificación; es una alternativa al proceso de hidrogenación. Este proceso “consiste en una mezcla de aceites o grasas vegetales altamente saturadas (aceite de palma o aceites totalmente hidrogenados) con aceites líquidos. Los niveles de ácidos grasos trans de las

84 V, Griguol., M, León-Camacho., & I.M. Vicario. op. cit., p. <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>

85 Peterson, G. Aguilar, D., Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. op cit., p. http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf

86 Pueyrredón, P. Roviroso, A. Torres, M. Uicich, R. op cit., p. http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/ácidos_grasos_trans.pdf

87 V, Griguol., M, León-Camacho., & I.M. Vicario. op. cit., p. <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>

mezclas interesterificadas son muy bajos (0,10%)”.⁸⁸ En un análisis que se realizó en 12 margarinas turcas, se encontró que 4 de estas margarinas no poseían ácidos grasos trans, sugiriendo que las mismas habían sido elaboradas por medio de este proceso.

6.5.2 Grasas de repostería

Son grasas plásticas semisólidas, con emulsionantes o sin ellos, las cuales proporcionan una textura delicada a los productos horneados, además dan sabor agradable a los productos, así como también favorecen la aireación de los productos que son fermentados. Tienen una amplia gama de puntos de fusión, aproximadamente desde 24 - 46°C.

En los productos horneados, este tipo de grasas se emplean específicamente para fermentar, añadir cremosidad y lubricar; entre otras funciones que cumplen es ayudar a formar burbujas de aire pequeñas, lo cual es de suma importancia para dar una textura ligera a aquellos productos rellenos. Además las grasas de repostería, se emplea como grasas para freír ya que son estables al calentamiento.

Para que se consideren grasas de repostería, estas deben tener una gama plástica la más amplia posible, lo cual permite que la grasa se manipule fácilmente sin que se derrita a temperatura ambiente y favorece su capacidad de mezcla. “Se puede conseguir una amplia gama plástica mezclando una partida parcialmente hidrogenada con un aceite completamente hidrogenado como el de soya o el de semilla de algodón y el de palma.”⁸⁹

En la fabricación de grasas de repostería “se utiliza aceite vegetal hidrogenado y el contenido de AGT es variado, por ejemplo de 4 a 10 % en Dinamarca.”⁹⁰, mientras que en España se analizaron 22 muestras de estas grasas, los cuales se utilizaban para la

⁸⁸ Ibid., p. <http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>

⁸⁹ Consulta FAO/OMS de expertos. op cit., p. 55.

⁹⁰ Pueyrredón, P. Rovirosa, A. Torres, M. Uicich, R. op cit., p. http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidos_grasos_trans.pdf

elaboración de helados, coberturas de chocolate, entre otros; estos análisis arrojaron una media de 6,55% de ácidos grasos trans.

6.5.3 Galletas y productos de pastelería

Las galletas son productos horneados elaborados a base de harina, mantequilla y/o margarina, azúcar y huevos. Además a las galletas se les pueden incorporar otros ingredientes para obtener una gran variedad de este producto. Las galletas pueden ser saladas o dulces, simples o rellenas, bañadas con chocolates, entre otras.

Los ingredientes en las galletas cumplen funciones importantes para que el producto obtenido sea de calidad, uno de los ingredientes fundamentales es la harina, la misma que proporciona la estructura al producto; otro de los ingredientes principales son las grasas y aceites, las mismas que pueden ser de origen animal como vegetal, se utilizan tanto en la masa como en forma de rociado superficial y en los rellenos de crema y en cubiertas como las de chocolate. Mientras que en las masas tienen la misión de anti aglutinante y funciones de textura, de forma que las galletas resultan menos duras, y en las cremas de relleno y cubiertas proporcionan buen sabor. Debido a que las grasas y aceites son uno de los ingredientes principales para la elaboración de galletas, este tipo de grasas básicamente son las margarinas, por lo tanto las galletas son fuente de AGT.

En Argentina se analizaron varios tipos de galletas de mayor consumo, en las cuales se encontraron que “la proporción de ácido eláidico en la mayoría de las galletas dulces estudiadas está entre 2,85 y 6,50%, además se observan contenidos de ácido eláidico desde 3,5%, en el caso de las galletas de cereales, hasta un 29,05% para los productos light”⁹¹. Mientras que en España, el contenido de grasas trans en diferentes tipos de galletas es variable, desde galletas que contienen 0,25% hasta 35,54%. Otro de los países en donde se llevo a cabo análisis de galletas fue en Uruguay, ya que el consumo de este producto es frecuente sobre todo en los niños, los análisis demostraron que el porcentaje de este tipo de

⁹¹ Peterson, G. Aguilar, D., Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. op cit., p. http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf

grasa en la composición de ácidos grasos es muy variable entre 4% y 48%, de las 26 muestras que fueron analizadas solo 2 contienen menos del 5% de trans.

En Chile se llevo a cabo un estudio, el cual determinó que las galletas que se consumen en dicho países no son saludables, esto se concluyó debido a que la mayoría de las galletas contiene altos niveles de sal, grasas saturadas y grasas trans. Por lo tanto en este país la Corporación Nacional de Consumidores y Usuarios de Chile (CONADECUS), exige a las empresas la elaboración de productos saludables.

Existen dos variantes de pastelería y repostería, la dulce y la salada, distinguiéndose en ambas categorías cinco tipos de masas básicas (masas de hojaldre, masas azucaradas, masas escaldadas, masas batidas y masas de repostería). Los productos derivados de estas masas son: las tortas o cakes, donalds, milhojas, aplanchados, poncakes, orejitas, entre otros. El contenido de AGT en estos productos es alto. En España se encontró que hay productos que no contienen grasas trans hasta aquellos que contienen un 40% de este tipo de grasas; mientras que en Uruguay, en las 13 muestras que fueron analizadas, se encontró una gran variación entre 2% y 13%.

6.6 Consumo de grasas trans a nivel mundial

El consumo y disponibilidad de los AGT es muy variable en un mismo país y entre países existiendo un rango amplio de ingesta alrededor del mundo. Además, en cada país se utilizan diferentes métodos para evaluar la ingesta alimentaria, información sobre la disponibilidad o el consumo de alimentos, disponibilidad de tablas de contenido de AGT de diversos alimentos, entre otros. Mientras que otros países no cuentan con los métodos mencionados por lo que dificultan el proceso de estimación real acerca del consumo. Otras de las dificultades es la falta insumos técnicos para llevar a cabo análisis.

Se han realizado diversas estimaciones sobre el consumo de grasas trans en diferentes países de todo el mundo, encontrándose que en “EE.UU., el consumo aproximado de grasas trans está entre el 7,6 g/d a 8,1 g/d, mientras que en Alemania e Inglaterra, el consumo es

menor (4,9 g/d-6,6 g/d).”⁹² En Europa, de igual manera, existe un amplio rango en el consumo, en “Holanda entre 4-10g/persona/día y en España unos 2,5g/persona/día. El Consejo de Nutrición de Dinamarca habla de 2 g por día o un equivalente al 1% del total de energía consumida diariamente.”⁹³

6.6.1 Consumo de AGT en América Latina

En América Latina, la estimación de consumo de AGT, es aun más difícil, debido a que la mayor parte de los países no realizan una evaluación sistematizada del consumo de estas grasas de diferente origen, además muchos de los países de Latinoamérica no cuentan con la tecnología necesaria para llevar a cabo la cuantificación de trans en diferentes alimentos. Por lo tanto, son pocos los países que pueden llevar a cabo estudios para determinar el contenido de este tipo grasas en alimentos.

En Argentina, a pesar de existir estudios sobre el contenido de AGT en productos de consumo frecuente, no hay estimaciones acerca del consumo de estas grasas. Sin embargo la declaración del contenido de grasas trans en los productos que contienen materias grasas es obligatoria desde el 2006.

En Brasil, no existen estimaciones del consumo de estas grasas, sin embargo al igual que en Argentina la declaración de AGT en alimentos es obligatoria en productos que contienen grasas. En Chile de igual manera no existen estimaciones de consumo a pesar de haber estudios sobre el contenido de AGT en alimentos. En este país “la hidrogenación industrial se realiza a partir de aceite de soya, girasol, o mezclas de ambos. Un 30% de la hidrogenación está destinado a la fabricación de margarinas de mesa, las que en un 90% cumplen con el descriptor de “libre de trans” (menos de 0,5 g de AGT por porción).”⁹⁴

⁹² Organización Panamericana de la Salud. (2008). Aceites saludables y la eliminación de ácidos grasos trans de origen industrial en las Américas. Washington, D.C.

⁹³ Dadán, S. Los ácidos grasos trans, una amenaza constante presente en nuestra alimentación cotidiana. En línea. abril 2005. 9/dic/2009. <http://www.gastronutriped.com/files/publicaciones/publicacion_72.pdf>

⁹⁴ OPS. op. cit., p.24.

En Colombia, Uruguay, Venezuela y Puerto Rico no hay información sobre el consumo de AGT. En Uruguay, sin embargo se han realizado estudios para determinar el contenido de grasas trans en alimentos también la declaración es obligatoria, así como también existe difusión acerca de los AGT y sus efectos, mientras que en Colombia y Venezuela no es obligatoria la declaración de grasas trans en alimentos, ni existe estudios acerca de la cuantificación, así como también no hay una amplia difusión de información sobre este tipo de grasas.

Por otro lado en Costa Rica “el consumo de AGT se estima en 2,6 g/día, existen estudios sobre el consumo de la población y tablas de alimentos que incorporan el contenido de AGT.”⁹⁵ A pesar de existir la cantidad de grasas trans en productos la declaración no es obligatoria. En Perú “el consumo de AGT es de 2g/día, en este país no es obligatoria la declaración del contenido de estas grasas en los alimentos pese a existir estudios sobre el consumo de grasas trans presentes en algunos productos.”⁹⁶

6.7 Recomendaciones de consumo y contenido de ácidos grasos trans FAO/OMS

La consulta de expertos de la OMS/FAO de 2002 sobre el Régimen Alimentario, la Nutrición y la Prevención de las Enfermedades Crónicas, “recomendó que el consumo de AGT no supere el 1% del aporte energético alimentario diario,”⁹⁷ lo que equivale alrededor de 4 g. por día. Mientras que un Grupo de Trabajo canadiense propuso en 2006 que “las grasas trans no debían superar 2% del contenido graso total en los aceites vegetales y las margarinas untables, y debía ser inferior a 5% en los otros alimentos.”⁹⁸

Esta medida de igual manera fue propuesta por el Grupo de trabajo “las Américas libres de ácidos grasos trans”. Además según la OPS, “una reducción de 4,5 g/d en el

95 Ibid., p.24

96 Ibid., p.24

97 Las Américas Libres de Grasas Trans. En línea 2005. 9/junio/2010.<http://www.fundacionbengoa.org/noticias/grasas_trans.asp>

98 OPS. op. cit., p. http://www.fundacionbengoa.org/noticias/grasas_trans.asp

consumo de AGT se traduciría en la prevención de entre 30.000 a 130.000 sucesos de cardiopatía coronaria, mientras que una reducción de 9 g/d prevendría de 62.000 a 225.000 sucesos de cardiopatía coronaria⁹⁹. Es importante mencionar que la enfermedad coronaria es la principal causa de muerte en América Latina y el Caribe.

6.8 Efectos de los ácidos grasos trans en la salud

El riesgo de enfermedades crónicas va creciendo a medida que la conducta alimentaria de la población ha cambiado y se incorporan cada vez más alimentos procesados ricos en grasas, azúcares o con alto contenido de AGT de producción industrial. Por otra parte estas grasas se absorben rápidamente y son incorporados a los tejidos adiposos en una proporción que dependerá de la cantidad que se consuma a través de la dieta.

Desde la década de los 80, se han realizado numerosos trabajos de investigación con el propósito de conocer los posibles efectos sobre la salud de los isómeros trans de los ácidos grasos sobre el metabolismo celular sin resultados concluyentes, sin embargo, en 1990 los investigadores Mensink y Katan y otros investigadores daneses, publicaron un informe, en el cual daban a conocer que este tipo de grasas incrementaban la presencia de la lipoproteína de baja densidad (LDL) y disminuían la presencia de la lipoproteína de alta densidad (HDL), este efecto es el doble de dañino que aquel que ocasiona las grasas saturadas.

Por otro lado, evidencias que aún requieren más estudios han encontrado asociaciones entre el consumo de AGT y alteraciones en los sistemas antioxidantes, en los mecanismos de la apoptosis (forma de muerte celular, que está regulada genéticamente) y en la respuesta inflamatoria del organismo. Se han encontrado, además, que están asociados al desarrollo y evolución de algunos tipos de cáncer, así como a alteraciones en el embarazo.

99 Las Américas Libres de Grasas Trans. op. cit., p.<http://www.fundacionbengoa.org/noticias/grasas_trans.asp>

Los efectos de los AGT que se mencionaron anteriormente pueden ser explicados por varios hechos. Los AGT al tener una estructura mucho más lineal que los AG insaturados, muy similar a los ácidos grasos saturados, ejercen su influencia sobre la estructura y función de las membranas celulares. La digestión y absorción intestinal de los AGT es similar a la de los isómeros cis, siendo reconocidos por la mayoría de los sistemas enzimáticos en forma análoga. Los AGT de la dieta se acumulan en el tejido adiposo y en los fosfolípidos de las membranas celulares, ocupando las posiciones normalmente utilizadas por los ácidos grasos saturados, lo cual origina una mayor rigidez y menor permeabilidad modulando de manera diferente la actividad de las proteínas insertas en la membrana celular, produciendo alteraciones en la estructura celular y en sus funciones.

Por otro lado, los AGT inhiben competitivamente las enzimas elongasas y desaturasas alterando el metabolismo de los eicosanoides, además compiten por los mismos sistemas enzimáticos que su contraparte cis, especialmente con los ácidos grasos esenciales. Por esta razón, los efectos de un consumo elevado de AGT, son aún más graves cuando en la alimentación el aporte de ácidos grasos esenciales es deficiente.

En varios estudios se ha podido determinar los efectos dañinos de las AGT, uno de estos estudios es el de Katan y colaboradores, en 1992, “concluyeron que el incremento de la lipoproteína de baja densidad estaba directamente relacionado con la cantidad de ácidos grasos trans consumidos.”¹⁰⁰ De igual manera el estudio que llevo a cabo Keys A. “demostró una correlación positiva entre la muerte por enfermedades coronarias y la ingesta de grasas saturadas y grasas trans.”¹⁰¹

100 Valenzuela, A. Ácidos Grasos con isomería Trans, su origen y los efectos en la salud humana. o p.cit., p. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001

101 Ibid., p. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001

6.8.1 Efectos sobre el metabolismo del colesterol

Estudios demuestran que el consumo de grasas trans provenientes de los aceites hidrogenados industrialmente, se relaciona con el aumento de colesterol total y lipoproteína de baja densidad (LDL), además se relaciona con la reducción de la concentración de lipoproteína de alta densidad (HDL), a diferencia de las grasas saturadas que sólo elevan la concentración de las LDL sin alterar el colesterol HDL. Además las grasas trans aumentan notablemente la relación de las lipoproteínas LDL/HDL, lo cual es un marcador fuerte de riesgo de enfermedades cardíacas.

Como consecuencia de los efectos de los isómeros trans sobre las lipoproteínas del plasma, se los puede considerar como un factor de riesgo de enfermedad coronaria. Los estudios experimentales demuestran “que por cada 1% de la energía de la dieta, que se sustituye por AGT, se produce un incremento de LDL-colesterol, del cociente colesterol total /HDL-colesterol, lipoproteína(a) y triglicéridos, siendo este efecto diferente según el tipo de grasa sustituida.”¹⁰² El consumo de AGT, elevan la concentración de la Lipoproteína (a), que es un factor de riesgo cardiovascular independiente de los niveles de colesterol, LDL y triacilglicéridos plasmáticos. Este efecto no se observa con los ácidos grasos saturados.

Dentro de estudios que se han realizado, para dar a conocer los efectos de los AGT sobre las lipoproteínas, el más destacado es el de las enfermeras (Nurses Health Study), en el cual participaron más de 85.000 mujeres enfermeras; este estudio se llevo cabo en Estados Unidos–Boston; el cual concluyó que “el consumo de AGT, contenidos en margarinas y similares, está asociado a un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular.”¹⁰³ Después de exponer los resultados del estudio se recomendó la reducción del consumo de las grasas en general y particularmente los productos hidrogenados.

¹⁰² Almeida, G. Saracho, H. Soto, A. Martínez, B. Bellido, D. P. García. “Los ácidos grasos trans y su papel en nutrición” [en línea], Disponible: <http://www.nutricionclinicaenmedicina.com/attachments/042_03_03_09.pdf> [Fecha de consulta: 10/mayo/2010].

¹⁰³ Valenzuela, A. Ácidos Grasos con isomería Trans, su origen y los efectos en la salud humana. o p.cit., p. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001

En un estudio que se llevo a cabo en 1990 por Mesink y Katan, participaron hombres y mujeres con niveles normales de colesterol, estas personas consumieron una dieta de alimentos variados. Los participantes del estudio fueron divididos en tres grupos para que consuman tres diferentes dietas. “Un grupo recibió una dieta rica en ácido oleico, otro una dieta rica en ácidos monoinsaturados en trans, y el tercero consumió una dieta rica en ácidos grasos saturados para aportar el 10% de la energía total”¹⁰⁴. Los resultados del estudio indican que “en comparación con la dieta de ácido oleico, la dieta de los ácidos trans aumento el colesterol de LDL y redujo el colesterol de HDL, mientras que la dieta de los ácidos saturados aumentaba las LDL a cabo de tres semanas.”¹⁰⁵ Además en este estudio se demostró que tanto la dieta a base de ácidos grasos trans, como la dieta rica en grasas saturadas aumentaron los triglicéridos, siendo el cociente LDL/HDL, mayor en la dieta a base de ácidos grasos saturados.

Otro estudio que se realizó en Estados Unidos, comparó los ácidos grasos saturados, el ácido oleico y dos niveles de isómeros trans. “El experimento, estrictamente contralado, mostró diferencias en los efectos de los ácidos grasos monoinsaturados en cis y en trans.”¹⁰⁶ El estudio demostró después de seis semanas, que las dietas moderadamente altas en grasas trans, altas en AGT y saturadas elevaron los niveles de colesterol.

Mientras que las investigaciones realizadas por científicos en el Centro de Investigación de Nutrición Humana (BHNRC) mantenido por el Servicio de Investigación Agrícola (ARS: agencia principal de investigaciones científicas del Departamento de Agricultura de EE.UU.) en Beltsville, Maryland, 58 voluntarios adultos se alimentaron con tres diferentes dietas controladas. Una de las dietas contenían un nivel alto de AGT, otra un nivel alto de grasas saturadas, y una más con un nivel alto del ácido oleico, el cual se considera como beneficioso para el corazón. Después de seis semanas de haber consumido las diferentes dietas, los investigadores midieron los niveles del colesterol LDL de los

104 Consulta FAO/OMS de expertos. op.cit., p.86

105 Ibid., p. 86

106 Ibid., p. 87

voluntarios cada vez que ellos terminaron una dieta específica. “El estudio mostró que después de cada una de las dietas con ácidos grasos trans o grasa saturada—opuesta a la dieta con el ácido oleico—los niveles del colesterol LDL de los voluntarios fueron significativamente aumentados.”¹⁰⁷

Otro de los estudios que se destacan con respecto a los efectos que ocasionan las grasas trans, sobre las lipoproteínas, es el que se llevo a cabo en Bogotá – Colombia. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del consumo de trans contenidos en la margarina vegetal, sobre los niveles de lípidos en sangre de los consumidores. La muestra estuvo conformada por 37 individuos comprendidos entre edades de 20 y 50 años cuyo estado nutricional era normal: 18 consumidores habituales de margarina (grupo estudio) y 19 no consumidores (grupo control). La investigación demostró que en el grupo estudio los niveles de colesterol total y LDL en sangre fueron significativamente mayores y las concentraciones sanguíneas de HDL fueron, menores. “El 61% de los individuos del grupo estudio y el 26% del grupo control presentaron hipercolesterolemia y el 50% del grupo estudio y el 21% del grupo control presentaron hipertrigliceridemia.”¹⁰⁸ Por los resultados obtenidos en el estudio, se concluyó que el consumo de ácidos grasos trans contenidos en la margarina vegetal puede ser un factor que contribuye a elevar los niveles de colesterol total y LDL.

6.8.2 En la enfermedad cardiovascular

El consumo de ácidos grasos trans parecen aumentar el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV), este riesgo se incrementan ya que como se mencionó anteriormente, estudios clínicos y epidemiológicos, han establecido una clara relación entre el consumo de AGT y los niveles elevados de triacilglicéridos plasmáticos, colesterol total, colesterol LDL, y el descenso en los niveles de colesterol HDL.

¹⁰⁷ Bliss, R. op. cit., p. <http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2008/080311.es.htm>

¹⁰⁸ Díaz Perilla, M, ND; Becerra, L ND. op. cit., p. <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v9n3/9n3a2.pdf>>

Para determinar que las grasas trans constituyen un factor de riesgo de ECV, se han realizado estudios, uno de ellos es el que se llevo a cabo en el norte de Italia por Tavanini, este estudio “mostró que una ingesta media y alta de margarina (rica en AG trans) puede explicar el 6% de los infartos agudos de miocardio, de la población estudiada.”¹⁰⁹ Además en base a los resultados que se obtuvieron en el estudio de las enfermeras (Nurses Health Study), “se llegó a la conclusión de que el reemplazo de la grasa saturada y trans de la dieta por grasas mono y poliinsaturadas sin hidrogenar (sin trans) es más efectivo en la prevención de la enfermedad coronaria que reducir la ingesta total de grasa.”¹¹⁰ En otro de los estudios, en el cual se incluyó a 140.000 personas, se obtuvo como resultado que “el aumento de un 2% de energía por ácidos grasos trans estuvo asociado a un incremento del 23% en la incidencia de ECV.”¹¹¹

Mientras que en Costa Rica en 2003, indicaron una asociación positiva entre los ácidos grasos del tejido adiposo y el riesgo de infarto del miocardio. “Se comprobó que los individuos con mayores niveles de ácidos grasos trans en el tejido adiposo, presentaban un riesgo de infarto agudo del miocardio casi cuatro veces mayor que los individuos con menores niveles de estos ácidos grasos en su tejido adiposo.”¹¹²

6.8.3 AGT en el embarazo y lactancia

Los estudios acerca del paso de AGT a través de la placenta han proporcionado resultados contradictorios, ya que a pesar de existir una transferencia significativa de AGT al feto, los niveles encontrados de este tipo de grasa en el feto son menores con relación a los de la madre, por lo tanto parece existir un cierto grado de discriminación contra estos isómeros en la placenta.

¹⁰⁹ Pueyrredón, P. Rovirosa, A. Torres, M. Uicich, R. op cit., p. <http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidoss_grasos_trans.pdf>

¹¹⁰ Ibid., p. http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidoss_grasos_trans.pdf

¹¹¹ Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC. “Trans fatty acids and cardiovascular disease”. En línea abril 2006. 8/dic/2009. < <http://www.saval.cl/link.cgi/CienciayMedicina/ProgresosMedicos/7070>>

¹¹² OPS. op. cit., p.39.

Un informe publicado en 1997 “concluyó que los AGT son transferidos por la placenta al feto e incorporados a los tejidos fetales. Sin embargo, parece demostrado que la cantidad de isómeros trans que alcanzan el cerebro fetal es despreciable, sugiriendo una cierta protección de este órgano durante el desarrollo precoz.”¹¹³ Además en 1991, Koletzko detectó “la transferencia de los ácidos grasos trans a través de la placenta humana y describió una relación inversa entre la exposición a los AGT y el peso al nacer de los niños prematuros. Es importante mencionar que el nivel de plasmático de grasas trans en los recién nacidos se relaciona negativamente con el nivel plasmático de los ácidos araquidónico y docosahexaenoico, ácidos grasos que son esenciales para el buen desarrollo neuronal de los recién nacidos.

Mediante estudios que se llevaron a cabo en Canadá para determinar las concentraciones de AGT en embarazadas de 36 semanas, “se comprobaron concentraciones medias de 4% de AGT en los triglicéridos del plasma materno y 2,9% en los triglicéridos del plasma de los recién nacidos; sin embargo, los límites de las concentraciones de grasas trans fueron amplios (en el plasma materno y del niño, 7,9 y 12,8%, respectivamente).”¹¹⁴ Por otro lado el contenido de AGT en la leche humana depende de la ingestión de este tipo de grasas por la madre. Sin embargo en promedio los ácidos grasos trans constituyen el 2-5% del total de ácidos grasos de la leche materna.

Un estudio realizado por el CESNI (Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil), datos no publicados aún, encontró que “el 2,5% de los ácidos grasos de la leche materna tienen configuración trans, en muestras de leche extraídas a la semana de lactancia, en 20 nodrizas aparentemente sanas de la ciudad de Buenos Aires.”¹¹⁵ El principal isómero trans que se encontró fue el ácido elaídico, además por el recordatorio de consumo que se aplicó a las nodrizas, los AGT encontrados se debe a la alimentación con productos procesados elaborados con aceites hidrogenados.

113 A. Leal Orozco. “Ácidos grasos trans, cops y lops: evidencia actual de su influencia sobre la salud infantil”. En línea 2005. 9/dic/2009. <<http://www.gastroinf.com/SecciNutri/ACIDOS.pdf>>

114 Innis, S. Ácidos grasos trans en el embarazo, lactantes y en edad preescolar [en línea], Disponible: <<http://www.grasastrans.info/2008/06/cidos-grasos-trans-en-el-embarazo.html>> [Fecha de consulta: 8/dic/2009].

115 Pueyrredón, P. Roviroso, A. Torres, M. Uicich, R. op cit., p. http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidoss_grasos_trans.pdf

Mientras que las fórmulas infantiles contienen una baja cantidad de trans (0,1 -1 %) ya que son productos preparados, para los cuales existe la posibilidad de elegir el origen y calidad de la materia grasa que se utilizará en la elaboración de las mismas.

6.8.4 Grasas trans y su impacto en el desarrollo infantil

La calidad de los ácidos grasos es importante en los primeros meses de vida para asegurar un crecimiento óptimo y un buen desarrollo del sistema nervioso central, debido a los altos requerimientos de nutrientes en esta etapa de vida por lo que el aporte de grasas debe ser el adecuado. Los ácidos grasos trans pueden competir en el metabolismo de los AG esenciales.

Las evidencias, que demuestra que los AGT afectan el crecimiento y desarrollo infantil no han sido concluyentes, pero debido a que los AGT intervienen en la síntesis de grasas esenciales, es importante el desarrollo de estudios para determinar claramente los efectos de las grasas trans en el desarrollo infantil. Además existen indicios que asocian el peso de niños pre término y el contenido de ácidos grasos trans del plasma de los mismos.

6.8.5 AGT y cáncer

Existen estudios epidemiológicos que informan una correlación positiva entre el incremento de la grasa en la dieta y la mayor incidencia de cáncer de mama, colon y próstata. Sin embargo, no existen estudios concluyentes que permitan asociar en forma específica la ingesta de AGT y el desarrollo de estos trastornos. A pesar de lo mencionado anteriormente el EURAMIC Study Group (European Study of Antioxidants, Myocardial Infarction and Cancer of the Breast), realizó un estudio sobre cáncer de mama, en el cual se analizaron muestras de tejido adiposo para medir la ingesta de grasa. “Este estudio demostró una asociación positiva entre los ácidos grasos trans hallados en las biopsias de tejido adiposo y el riesgo de cáncer de mama.”¹¹⁶

¹¹⁶ Ibid., p. http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidos_grasos_trans.pdf.

Además otro estudio realizado por el mismo grupo sobre cáncer de mama y colon “mostró una asociación negativa con los ácidos grasos cis-monoin saturados y una asociación positiva con los AGtrans. Para la realización de este estudio se tomaron muestras de tejido adiposo.”¹¹⁷

Los investigadores, del Instituto de Oncología Gustave Roussy y el Instituto Nacional de Sanidad y de Investigación Médica de Francia (INSERM), en un estudio en el cual tomaron muestras de sangre, mostraron que el riesgo de cáncer de pecho aumenta con el nivel de ácidos grasos trans. Además “los científicos compararon los análisis sanguíneos de las 363 mujeres de la muestra que sufrieron a posterior un cáncer de mama con respecto a la población de referencia, y el resultado fue que el riesgo de padecer la enfermedad era casi el doble en las que habían dado una tasa elevada de ácidos grasos trans.”¹¹⁸ Por lo tanto después de analizar los resultados del estudio, los investigadores recomendaron disminuir el consumo de alimentos fuente de ácidos grasos trans de origen industrial.

Mientras que en un estudio “de mujeres con sobrepeso y grandes ingestas de grasas trans fue asociado con incremento de actividad del FNT (factor de necrosis tumoral) y de los niveles de interleukina 6 y proteína C reactiva”¹¹⁹. La interleukina 6 es una glucoproteína segregada por los macrófagos, células T, células endoteliales y fibroblastos que se incrementa en respuesta a FNT α , siendo una citocina con actividad proinflamatoria.

La proteína C reactiva es producida por el hígado y su nivel se eleva cuando hay inflamación en todo el cuerpo. En otro estudio, en el cual se suministraba a dos grupos, dietas diferentes durante cinco semanas, en uno de ellos se suministraba “una dieta con 8 % de energía dietaria proveniente de grasas trans comparada contra otro grupo con ácido

117 Ibid., p. http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidos_grasos_trans.pdf

118 Altos niveles de ácidos grasos "trans" duplica el riesgo de cáncer de pecho. [en línea], Disponible: <<http://www.salud.com/secciones/cancer.asp?contenido=273345>> [Fecha de consulta: 19/mayo/2010].

119 Dariush Mozaffarian, M.D., M.P.H., Martijn B. Katan, Ph.D., Alberto Ascherio, M.D., Dr.P.H., Meir J. Stampfer, M.D., Dr.P.H., and Walter C. Willett, M.D., Dr.P.H. “Ácidos grasos trans y patología cardiovascular”. En línea 1/06/2006. 8/dic/2009. <<http://content.nejm.org/cgi/content/full/354/15/1601>>.

oleico, se produjo un incremento en el primer grupo de niveles de interleukina 6 plasmática y proteína C reactiva.”¹²⁰

6.8.6 Ácidos grasos trans y diabetes

Se ha observado que los AGT favorecen desórdenes metabólicos tales como una actividad anormal de la hormona insulina, lo cual se denomina resistencia a la insulina y es la base para que se desencadenen diferentes enfermedades como la diabetes tipo II. Para comprobar la asociación de la diabetes y los AGT, se llevaron a cabo tres estudios. Los resultados no son concluyentes, ya que en dos estudios, no se encontró asociación. Sin embargo, un tercer estudio se relacionó de manera positiva a los AGT con una mayor incidencia de diabetes.

“La diferencia en las conclusiones de estos estudios se atribuye, entre otras variables, a la diferente ingesta de grasas trans, a la modificación de la dieta en los individuos durante el estudio, e incluso, a errores derivados del auto diagnóstico de diabetes entre los participantes de los estudios.”¹²¹ Por lo cual el efecto de los AGT en la diabetes no está aún bien establecido. “Sin embargo, la ingesta de trans fue significativamente relacionada con riesgo de diabetes entre 84.941 enfermeras las cuales fueron seguidas por 16 años reportando información dietaria.”¹²²

6.8.7 Alteración del metabolismo de ácidos grasos esenciales

Los ácidos grasos hidrogenados alteran el metabolismo de las grasas esenciales ya que se comportan como bloqueadores de las enzimas encargadas del metabolismo de los ácidos grasos, y como inhibidores de sus vías metabólicas naturales, lo cual ocasiona por una parte insuficiencia de ácidos grasos esenciales, y por otra incrementan artificialmente su

¹²⁰ Ibid., p. <http://content.nejm.org/cgi/content/full/354/15/1601>

¹²¹ Valenzuela, A. op cit., p. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001.

¹²⁹ Análisis del impacto sobre la Salud cardiovascular que producen las grasas trans. [en línea], Disponible: <<http://www.alfinal.com/nutricion/grasastrans.php>>. [Fecha de consulta: 23/nov/2009].

requerimiento. Además si los ácidos grasos alfa-linolénico y linoleico, considerados como ácidos grasos esenciales son sometidos a algún proceso de hidrogenación, su configuración puede alterarse y perder su función biológica. Se convierten en moléculas extrañas que pueden interferir determinados procesos biológicos en el organismo, por ejemplo:

Bloqueando a la enzima delta-6- desaturasa, inhibiendo la síntesis de prostaglandinas en el primer paso de la elongación - desaturación de AG puede ser inhibida, con menor producción de ácido dihomogamalinolénico (20:3n6) y la correspondiente disminución en la producción de eicosanoides, ácido araquidónico y prostaglandinas.¹²³

Las grasas trans también alteran el metabolismo de los ácidos grasos y posiblemente la respuesta inflamatoria de los adipocitos. Además modulan la actividad de macrófagos y monocitos, aumentando la producción de mediadores de la inflamación.

6.9 Ácidos grasos trans y la industria alimentaria

Los ácidos grasos trans son unos compuestos que se añaden a una gran cantidad de productos alimenticios que son procesados fundamentalmente por la industria. La industria alimentaria utiliza estas grasas con el propósito de conservar los alimentos mucho más tiempo; ya que estas grasas tardan más tiempo en enranciarse, mejoran el sabor de los productos, favorecer la estabilidad de las frituras, poseen mayor solidez y mayor maleabilidad para el uso en repostería. Las grasas hidrogenadas se emplean con frecuencia en la elaboración de productos de pastelería, galletas, cereales para desayuno, también en los establecimientos de comidas rápidas en varios productos pre elaborados o en los aceites que se utilizan para las frituras.

6.9.1 Propiedades de las grasas a nivel industrial

La palatabilidad es un aspecto determinante a la hora de escoger los alimentos. La grasa contribuye a la palatabilidad de los alimentos, por su sabor y su textura, ya que las grasas brindan la sensación rica, suave y cremosa que distingue a muchos alimentos. Las

¹²³ Pueyrredón, P. Rovirosa, A. Torres, M. Uicich, R. op cit., p. 3.

grasas también absorben y mezclan los sabores y aromas de los ingredientes para lograr el gusto distintivo de los alimentos. En productos horneados como los pasteles, ayudan a producir una textura de altura, fina. Además las grasas atrapan burbujas de aire que ayudan a desarrollar la esponjosidad del producto que se vaya a elaborar. Las grasas también evitan que las masas y pastas se separen y aplasten; y recubren las proteínas de la harina para hacer un producto suave u hojaldrado.

Las características de las grasas y los aceites también tienen importancia en la producción y elaboración de los alimentos, así como en la textura y apariencia del producto final. La función principal de las grasas y aceites en productos dulces es obtener la distribución fina de partículas de aire para una textura óptima, para la suavidad y un buen desarrollo de la estructura. Esta función es importante en algunos productos como los pasteles o los mousses para que adquieran el volumen y apariencia deseada.

La aireación depende y puede ser controlada por numerosos factores incluyendo el tipo de aceite, la saturación y las características de la hidrogenación, la proporción de sólidos/aceite y las condiciones de procesamiento. Además al incorporar grasas para formar masas de hojaldre, esta permite separar las capas de gluten y almidón. La grasa se derrite durante la cocción, dejando pequeñas burbujas de aire y el líquido presente produce un vapor que hace que las capas suban. Por otro lado las grasas ayudan a retener el contenido de humedad de los productos y de esta manera prolongar el tiempo de conservación del producto. También las grasas proporcionan un aspecto brillante a los alimentos y actúan como un eficaz medio de transmisión de calor.

6.10 Grupo de trabajo “Las Américas libres de ácidos grasos trans”

Por las pruebas acerca de los efectos negativos que causan los ácidos grasos trans sobre la salud, se ha desarrollado un grupo de trabajo de la OPS/OMS denominado “Las Américas libres de ácidos grasos trans”. La primera reunión de este grupo de trabajo se llevó a cabo el 26 y 27 de abril de 2007 en Washington, D.C, en esta reunión además de los miembros del grupo, participaron varios delegados de organizaciones invitadas en

calidad de observadores, entre ellas organizaciones no gubernamentales, institutos de investigación y asociaciones de consumidores. El grupo de trabajo de la OPS/OMS, una vez analizado todo lo referente a los AGT llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. Los AGT de producción industrial presentes en el suministro de alimentos deben eliminarse en las Américas, y la opción preferida deben ser las grasas insaturadas, incluidos los ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega-3, dado su efecto protector cardiovascular. Las grasas saturadas sólo deben usarse como sustitutos de los AGT cuando sea imprescindible para aplicaciones específicas y dados los avances de la tecnología de alimentos esto debe ocurrir en forma infrecuente.
2. Si bien las medidas voluntarias de la industria son bienvenidas, se necesitan medidas reglamentarias para proteger de manera más rápida y eficaz la salud de la población en la Región. Además, el marco normativo sirve para nivelar “el campo de juego” para toda la industria local e internacional, pequeña y grande y además asegura que se proporcionen los mismos beneficios a todos los sectores de la sociedad (en particular a las poblaciones rurales y pobres.) Basándose en datos fidedignos sobre los costos, los avances técnicos y cuestiones de suministro, la eliminación de los AGT de producción industrial es factible y realizable; la velocidad de avance en el logro de esta meta en el tiempo debe considerar las diversas realidades locales a nivel de cada país.
3. La medida normativa clave recomendada es adoptar, mediante medidas legislativas, un límite de <2% de la cantidad total de grasa como AGT en los aceites vegetales y las margarinas blandas para untar y de <5% para los demás alimentos, como ha propuesto el grupo de trabajo canadiense de los AGT. Otras posibles medidas normativas son: *a)* el etiquetado nutricional para dar a conocer el contenido de AGT de los alimentos en toda la Región; *b)* el establecimiento de normas para reglamentar las afirmaciones sobre propiedades saludables de los alimentos y *c)* la declaración de los tipos de grasas y aceites, en especial los AGT, que contienen los alimentos que se sirven en restaurantes, en los programas de ayuda alimentaria y de alimentación escolar; y otros proveedores de servicios de alimentación.
4. El Grupo de Trabajo se compromete a trabajar con los líderes de la industria para identificar puntos de confluencia para la acción, así como para acelerar el proceso de reducción progresiva de los AGT y promover la adopción y uso de aceites y grasas más saludables en los alimentos de los países de América. Con ese fin, el Grupo de Trabajo propondrá un plan de acción a los interesados directos, los gobiernos y la industria, que deberá aplicarse tras consultar con estos diversos sectores.

5. Se alienta en particular a los gobiernos nacionales a que apoyen los esfuerzos de las industrias y los servicios de alimentación pequeños en su esfuerzo por eliminar los AGT y adoptar aceites y grasas más saludables.
6. El Grupo de Trabajo recomienda que la OPS/OMS *a)* lidere el esfuerzo de reducción progresiva de los AGT; *b)* ayude a los Estados Miembros a formular políticas y crear la capacidad de salud pública en materia de nutrición, así como recursos de laboratorio y recursos humanos para medir adecuadamente el progreso y la repercusión; *c)* a mediano plazo, haga de la política y estrategia de “Las Américas sin grasas trans” una prioridad en su programa de salud en la Región; *d)* proporcione asistencia técnica a los gobiernos para que preparen la legislación y los reglamentos necesarios para eliminar los AGT, y *e)* alentar a los Estados Miembros a que señalen en la Comisión Mixta FAO/OMS del Codex Alimentarius la necesidad de considerar las recomendaciones pertinentes formuladas por este Grupo de Trabajo.
7. Es preciso investigar varios temas para perfeccionar algunas de las medidas sugeridas, pero ello no debe retrasar la adopción de medidas para eliminar los AGT de producción industrial. Entre los temas de investigación propuestos cabe mencionar: *a)* la definición de la combinación óptima de ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6 y de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados para reemplazar a los AGT, dependiendo de las fuentes disponibles de grasas y aceites; *b)* el mejoramiento de la caracterización de las fuentes y cantidades de AGT que consumen diferentes poblaciones de las Américas, y *c)* la obtención de métodos de muestreo apropiados y marcadores biológicos específicos para los estudios de exposición a los AGT y sus efectos biológicos.¹²⁴

El Grupo de Trabajo de “Las Américas libres de grasas trans” propone que el Comité Ejecutivo de la OPS tenga en cuenta este informe y lo someta a la consideración de la Conferencia Sanitaria Panamericana de la OPS en octubre de 2007.

Mientras que en Río de Janeiro los días 8 y 9 de junio de 2008, las autoridades de salud pública, representantes de la industria de alimentos y de empresas de aceites, convocados por la Organización Panamericana de la Salud fueron citados para la reunión sobre “Las Américas libres de grasas Trans”, Declaración de Río de Janeiro. En esta reunión, se analizaron el incremento de la evidencia científica acerca de los efectos de las grasas trans, las fuentes alimenticias de estas grasas y por último consideraron las recomendaciones de organismos internacionales; así como la tendencia global a sustituir los

¹²⁴ Grupo de Trabajo de la OPS/OMS: Las Américas Libres de Grasas Trans conclusiones y recomendaciones. [en línea], Disponible: <http://www.paho.org/Spanish/DD/PIN/Conclusiones_Grupo_Trabajo.pdf> [Fecha de consulta: 9/junio/2010].

AGT de producción industrial. Una vez discutido lo anteriormente mencionado, los miembros que fueron convocados expresaron lo siguiente:

1. Los AGT de producción industrial deberían sustituirse en los alimentos procesados y sugerimos que su presencia no debe ser mayor a 2% del total de grasas en aceites y margarinas; y no mayor al 5% del total de grasas en alimentos procesados. El camino para llegar ello debe ser definido de acuerdo a la situación de la industria alimentaria y en dialogo con autoridades de salud pública nacionales;
2. Es deseable que el etiquetado nutricional de alimentos procesados sea obligatorio incluyendo la declaración del contenido de ácidos grasos Trans y sugerimos su armonización en las Américas.
3. La alternativa preferida a los AGT deberían ser las grasas insaturadas Cis, incluidos los ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega-3. Las grasas saturadas sólo deben usarse como sustitutos de los AGT, en ausencia de una alternativa viable para aplicaciones específicas.
4. Es deseable que los restaurantes y empresas de servicios de alimentos, avancen en los cambios sugeridos e informen sobre contenido de AGT en sus preparaciones. Los sistemas públicos de asistencia alimentaria deberían ser parte importante de este esfuerzo a través de programas de ayuda alimentaria, hospitales, escuelas, etc.
5. Se sugiere establecer incentivos fiscales a la producción agrícola, producción y comercialización de aceites y grasas sustitutos de AGT, asegurar fondos para investigación de tales sustitutos, producir transferencia tecnológica, así como crear incentivos tributarios y crédito preferenciales, entre otros.
6. Es deseable que las autoridades nacionales en salud pública en coordinación con el sector privado desarrollen programas de educación a la población sobre los diferentes tipos de grasa, la correcta forma de leer etiquetas y su aplicación en su vida cotidiana.
7. Los sectores participantes reconocen la necesidad de discutir en el seno de los grupos de trabajo nacionales aspectos relacionados con la publicidad de alimentos que contienen AGT en particular los relacionados a niños y adolescentes;
8. Deben realizarse estudios y monitoreos del contenido de ácidos grasos en los alimentos, su ingesta y de marcadores biológicos de AGT en la población. Esto permitirá conocer la situación actual y también evaluar cambios tras la adopción de las medidas propuestas.

9. Deseamos mantener este dialogo regional y nacional, bajo los auspicios de la OPS, con miras a materializar el objetivo de Las América Libres de Grasas Trans industrializadas, en el más corto plazo posible.
10. Recomendamos que para materializar la presente declaración y adaptarla a la realidad de cada país, que se formen equipos de trabajo nacionales con la participación de la industria, científicos y autoridades de salud pública. Así mismo, la OPS deberá convocar periódicamente a representantes de tales equipos para evaluar los progresos, dificultades, y retos en la sustitución de AGT.
11. Utilizar la Estrategia Global sobre Alimentación y Actividad Física de la OMS como marco de trabajo de los grupos de trabajo nacionales.¹²⁵

En conclusión, el propósito del grupo de trabajo es reducir tanto de la producción como el consumo de grasas trans, para de esta manera disminuir la incidencia de enfermedades producidas por el consumo de AGT. Esto se logrará con la colaboración de gobiernos, industria alimentaria y del consumidor.

6.11 Medidas legislativas de AGT

Una vez analizado las evidencias acerca de los efectos sobre la salud que produce el consumo de AGT. Algunos países regularon y legislaron el contenido de AGT en los alimentos hace algunos años, sin embargo otros países aún no toman medidas definitivas para regularlos. En el 2004, el Gobierno de Dinamarca se convirtió en el primer país en aprobar una dura medida contra las grasas trans a través de una ley que prohibió la presencia de más del 2% de esta grasa en cualquier alimento que se venden en este país.

Mientras que en Canadá se exigió que las etiquetas de alimentos informen si tienen ácidos grasos trans. “El 25 de julio de 2008, California fue el primer estado de Estados Unidos en prohibir los AGT en restaurantes. Con efecto el 1 de enero de 2010, los restaurantes californianos tendrán prohibida la utilización de aceites, mantecas y

¹²⁵Organización Panamericana de la Salud. Las Américas Libres de Grasas Trans. Declaración de Río de Janeiro [en línea], Disponible: <<http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/nc/transfat-declaracion-rio.pdf>>[Fecha de consulta: 8/junio/2010].

margarinas que contengan AGT para untar o para freír.”¹²⁶ En México la NOM-043-SSA2-2005, menciona que se debe disminuir el consumo de alimentos que presenten grasas en general y trans, para la prevención de enfermedades cardiovasculares.

En América Latina, específicamente en países como Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Paraguay y Uruguay, se están considerando algunas propuestas para reducir el consumo de grasas trans en toda la población. Es así que, oficiales de Salud de Costa Rica y recientemente de Argentina han estado trabajando con productores de alimentos para reducir el contenido de AGT en los alimentos. Además, Brasil está implementando requerimientos de etiquetaje y avisos de salud al consumidor. En Brasil y Argentina McDonald's ya no usará las grasas trans en sus restaurantes. Mientras que en Europa, tanto en Islandia como en Finlandia se ha reducido el consumo de estas grasas por decisión de muchos productores.

6.11.1 Legislación Dinamarca

Desde 2004, en Dinamarca es reglamentado incluir las grasas trans en los envases. Por otro lado, las autoridades de dicho país solicitaron a las industrias alimentarias reducir el contenido de este tipo de lípidos en sus alimentos y en los aceites usados para la preparación de sus alimentos por debajo del 2%. Por lo tanto las grasas parcialmente hidrogenadas han sido sustituidas por lípidos insaturados o por aceites vegetales tratados mediante procedimientos industriales similares a la hidrogenación, aunque sin el resultado de los ácidos grasos trans.

6.11.2 Legislación Mexicana

En México, a pesar de contar una mención en la normativa sobre disminuir el consumo de alimentos que contengan grasas en general y trans, las regulaciones no son

¹²⁶ Monroy, R. “Ácidos grasos trans: riesgos a la salud y legislación mexicana”. En línea 2/julio/2009. 9/dic/2009. <http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/49042009_ACIDOS_GRASOS_TRANS_RIESGOS_SALUD_LEGIS_MEXICO.pdf>.

explícitas sobre la limitación de estos lípidos. Un estudio piloto realizado en abril- mayo del 2009 para identificar los avances en la legislación de los alimentos industrializados sobre ácidos grasos trans, “se observó que la información en el contenido de AGT la presentaban las frituras de marca mexicana y algunas margarinas nacionales, además varias margarinas de marca extranjera y de venta a granel sin marca, en oferta, principalmente en los centros comerciales no exclusivos de la ciudad.”¹²⁷

En los alimentos conocidos como comida rápida (papas fritas, hamburguesas, pollo frito, entre otros), los consumidores no tienen posibilidad de tener información acerca del contenido de trans. Considerando todo lo mencionado, se sugiere que las autoridades garanticen la salud para toda la población mexicana mediante acciones que regulen el contenido de trans en los alimentos y que la población mexicana se mantenga informada acerca de aspectos relacionados con salud. Se recomienda además una campaña de promoción, donde se aprenda la experiencia de otros países para la elaboración de alimentos con bajo contenido de AGT, además de que su contenido esté dentro de las recomendaciones y el consumidor pueda decidir en base a esta información.

6.11.3 Legislación Puerto Rico

En Puerto Rico en el año 2007, se aprobó la Ley 120, que prohíbe el contenido de grasas trans, en todos los alimentos preparados y vendidos por los establecimientos de comida, en los cuales se incluyen restaurantes, los servicios de comida rápida, casas de comidas que operan con franquicias, servicios de reparto de alimentos a domicilio y todo tipo de unidades móviles. Esta ley entró en vigencia el 1 de enero de 2008 y consta de 10 artículos. En los artículos, se mencionan que la ley tiene el propósito de mejorar el estado nutricional y de salud de la población mediante la prohibición del uso de grasa vegetal hidrogenada en los alimentos preparados y vendidos para el consumo humano. Además ningún alimento que contenga grasas hidrogenadas será almacenado, distribuido, reservado para servir a los clientes.

¹²⁷ Ibid., p.
http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/49042009_ACIDOS_GRASOS_TRANS_RIESGOS_SALUD_LEGIS_MEXICO.pdf

Los comedores escolares del departamento de educación, los centros de cuidado diurno y los hogares para personas de edad avanzada, deberán eliminar toda grasa vegetal hidrogenada de los alimentos preparados y servidos en sus menús. Además los establecimientos dedicados al expendio de comida o unidades móviles de alimentos, deben mantener accesibles las etiquetas originales de todos los productos alimentarios que contengan grasas, aceites o grasa semisólida:

Concretamente en el artículo 8, de esta ley se menciona: Quedan exentos de la aplicación de esta Ley los negocios de comida típica y artesanales ubicados en las zonas costeras de la isla o en otros lugares de alta concentración de negocios de este tipo frecuentados por turistas locales y extranjeros, siempre que no sean parte de una cadena de empresas y no tengan un volumen de ventas superior a 500 000 dólares anuales. No obstante, estos negocios deberán informar sobre el uso de las llamadas grasas trans en la confección de los alimentos que ofrecen.¹²⁸

Mientras que en el artículo 9.- Sobre las Penalidades: En caso de violación de los términos de esta Ley y de su reglamento, el Secretario de Asuntos del Consumidor podrá imponer multas administrativas a los infractores, por la cantidad de quinientos dólares (US\$ 500) por una primera infracción. En caso de infracciones subsiguientes, podrá imponer multas hasta la cantidad de mil dólares (US\$ 1000 por una segunda infracción, y hasta dos mil dólares (US\$ 2000) por violaciones subsiguientes, un 50% de los recaudos por concepto de dichas multas será asignado a la Comisión de Alimentación y Nutrición de Puerto Rico y a la Secretaría Auxiliar de Promoción a la Salud del Departamento de Salud, con el propósito de desarrollar campañas educativas dirigidas a fomentar hábitos alimentarios saludables y a poner en práctica actividades de promoción de la salud.¹²⁹

6.11.4 Legislación de California (EE.UU.)

California se convierte en el primer estado de Estados Unidos que prohibió los ácidos grasos trans. La ley aprobada indica que estos lípidos, relacionados con problemas cardiovasculares, están prohibidos en todos los restaurantes, cafeterías y panaderías del estado. La normativa entró en vigor en 2010. A partir del siguiente año, las grasas trans no podrán estar presentes en las tiendas minoristas que preparen productos horneados y las

¹²⁸ OPS. op. cit., p.58.

¹²⁹ Ibid., p.58.

multas por violar la ley fluctuarán entre los 25 y los mil dólares. Sin embargo, esta regulación no afecta a los alimentos envasados. Por la nueva normativa, los restaurantes, panaderías y cafeterías de California, el estado más poblado, deberán dejar de utilizar en sus comidas cualquier tipo de grasa, aceite o margarina que contenga grasas trans. También los proveedores de estos establecimientos deberán someterse a la nueva regulación. Según han anunciado las autoridades estadounidenses, se harán inspecciones sanitarias para vigilar que todos los locales cumplan la ley.

6.12 Declaración de grasas trans en el etiquetado nutricional

La FDA ha comenzado exigir a los fabricantes de alimentos que incluyan los ácidos grasos trans en las etiquetas de información nutricional y de datos suplementarios. Es muy importante que pronto las regulaciones de todos los países exijan esta información en los productos diversos. A pesar de que algunos productos en sus etiquetas declaran los AGT, los consumidores necesitan de educación y conocimiento acerca de cómo leer una etiqueta nutricional para de esta manera la población escoja aquellos alimentos que sean saludables.

6.12.1 Normativa de etiquetado grasas trans (EE.UU)

Desde el 1 de enero de 2006, entro en vigor en EE.UU. la disposición de la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) en la cual es obligatorio declarar el contenido de AGT en el etiquetado nutricional de todos los productos alimentarios y suplementos dietéticos que contengan más de 0,5 gramos de este tipo de grasas, esta información deberá incluirse después de la línea de grasa saturada.

EE.UU. también propone medidas para la reducción de grasas trans en los restaurantes, dicha medida contempla un plazo de seis meses para que los restaurantes de Nueva York sustituyan las grasas trans por otros aceites, y reduzcan, al menos el 0,5 gramos de contenido de este tipo de grasas por porción. Canadá está considerando una legislación similar, y el ayuntamiento de Chicago también se está planteando eliminar las grasas trans en los restaurantes.

6.13 Alternativas para sustituir o reducir el uso de AGT en la industria alimentaria.

Para disminuir o eliminar el uso de grasas trans en la industria alimentaria se realizan modificaciones al proceso de hidrogenación para disminuir la formación de este tipo de grasas, es decir la modificación de las condiciones de hidrogenación (presión, temperatura y catalizador) afectando la composición del ácido graso del aceite resultante. También se puede realizar productos con un funcionamiento equivalente y con una menor cantidad de ácidos grasos trans, aumentando el grado de hidrogenación, pero producirían un aumento en el nivel de ácidos grasos saturados.

Otra de las maneras para disminuir el contenido de trans, consiste en el uso de temperaturas inferiores a las comúnmente usadas, aumento en la presión de hidrógeno e incremento de la agitación mecánica. Además la industria alimentaria ha recurrido a las mezclas de diferentes grasas y aceites, o fracciones de éstas para obtener productos libres o bajos en AGT, “por ejemplo: mezclas de aceite de canola y triacilgliceroles interesterificados. Dichas mezclas contienen menos del 1% de AGT y niveles de ácidos grasos saturados muy bajos, entre el 20 y 33%.”¹³⁰

Las industrias de grasas y aceites han desarrollado nuevos productos que utilizan procesos como la interesterificación (química o enzimática). La interesterificación es una técnica que cambia la posición de los ácidos grasos dentro de la molécula del triglicérido, cambiando el punto de fusión y las propiedades de cristalización de las grasas nuevas, este proceso es más económico que la hidrogenación.

La interesterificación consiste en mezclar aceites vegetales altamente poliinsaturados con grasas sólidas vegetales o animales, y se obtienen mezclas nuevas de grasas con puntos de fusión más altos, con cero trans de producción, se mantiene la configuración cis natural

¹³⁰ Cuamba Gaona, Raquel. Gallardo Navarro. Las grasas trans, legislación y declaración en los productos que las contienen. [en línea]. Disponible: <http://www.alfa-editores.com/web/index.php?option=com_content&task=view&id=2221&Itemid=68> [Fecha de consulta: 8/dic/2009].

de las grasas, en este proceso “se obtienen cocientes P/S (poliinsaturados/saturados) superiores a 1,2 (mínimo 25% de saturados y 25% de poliinsaturados), se mantiene el mismo índice de Yodo y no hay saturación con hidrógeno de los ácidos grasos esenciales”¹³¹. La mezcla de aceites se realiza bajo un ambiente de nitrógeno, a temperaturas por debajo de 100°C, por un tiempo corto, usando catalizadores como el metóxido de sodio. “Cuando el 33,33% de los ácidos grasos están en sus nuevas posiciones, se detiene el proceso, se denomina: Interesterification of tallow-corn oil blends and their physical-chemical characterization (Interesterificación de mezclas de sebo de res-aceite de maíz y su caracterización físico-química).”¹³²

También se usan aceites bajos en ácido graso linoleico, lo que les confiere mayor estabilidad (aceite de girasol, canola, aceite de soya modificada), así como aceites mejorados de alto-oleico (alto oleico de girasol y canola), aceites medio-oleico (medio-oleico de girasol y soya), aceites bajo linolénico (bajo linolénico de canola y de soya). Estos aceites son considerados libres de AGT y con una mejor estabilidad oxidativa, por lo tanto se convierten en una alternativa al uso de los aceites parcialmente hidrogenados y grasas saturadas e incluso son usados para la fritura de los alimentos.

Es importante señalar, las distintas alternativas que están realizando los países para sustituir el uso de las grasas trans. Es así que en Uruguay existen plantaciones de girasol rico en ácido oleico e industrias aceiteras que lo procesan. La industria alimentaria de este país lo emplea como sustituto de los aceites parcialmente hidrogenados y actualmente existen a la venta productos libres de grasas trans. En Chile, las cadenas de comida rápida, han comenzado a incorporar en sus procesos de fritura aceites de alta estabilidad térmica, como el de girasol alto oleico, sin embargo, la fritura industrial continua utilizando materias grasas parcialmente hidrogenadas cuya composición de AGT es variable.

¹³¹ Las grasas trans son negativas para la salud cardiovascular y la obesidad. [en línea], Disponible: <<http://grasasciencia.blogspot.com/2006/10/las-grasas-trans.html>> [Fecha de consulta: 10/mayo/2010]

¹³² Ibid., p.<http://grasasciencia.blogspot.com/2006/10/las-grasas-trans.html>

En Argentina y Brasil, algunas industrias alimentarias, inducidas por los agentes de la salud pública, han dejado de usar aceites parcialmente hidrogenados y están remplazándolos por aceites insaturados no hidrogenados, elaborando productos libres de grasas trans sin costo adicional para los consumidores. Mientras que en Costa Rica, la principal fábrica de aceite vegetal y de margarina ha optado voluntariamente por la retirar de manera progresiva los AGT, ocasionando una notable disminución en el consumo de AGT.

Por otro lado, la industria alimentaria tomó algunas medidas para eliminar los AGT. Mc Donald por ejemplo, ha suprimido este tipo de grasas en algunos países (Dinamarca, Francia, Rusia y Argentina) y los ha reducido sustancialmente en Brasil. Empresas como Unilever y Kraft Foods han declarado su meta de suprimir grasas trans en todos sus productos. Estas medidas demuestran que la reducción significativa del uso de este tipo de grasa es posible; lastimosamente, no todas las industrias de alimentos, y establecimientos que expenden alimentos han adoptado medidas para eliminar las grasas trans.

6.14 Control y reducción del consumo de ácidos grasos trans

Actualmente existe una reducción paulatina de los AGT principalmente, por la introducción al mercado mundial de margarinas y mantecas libres de trans, identificadas como productos “VTF” (virtually trans free), las que ya se comercializan en varios países de Latinoamérica. Es importante mencionar que este tipo de productos se desarrollaron por la industria de alimentos, en respuesta a la presión ejercida por la comunidad científica, que demostró con evidencias experimentales, clínicas, y epidemiológicas, que el consumo de AGT afecta negativamente la salud.

El contenido de trans en las margarinas es actualmente informado obligatoriamente en el etiquetado nutricional de estos productos en muchos países, sin embargo el aporte de AGT en productos elaborados con aceites parcialmente hidrogenados, como es el caso de productos para panificación, galletas, cereales, bocadillos, papas fritas, entre otros, no siempre es informado, y lamentablemente el contenido de este tipo de grasas en estos

productos es elevado e incluso mayor al aportado por las margarinas y mantecas que no son libres de grasas trans.

Un ejemplo que merece ser destacado es Argentina, país que ha realizado acciones para control de los ácidos grasos trans de producción industrial, a través del Programa de Prevención del Infarto en Argentina (PROPIA), el cual se creó en el año 1990. Este programa es dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires y el Ministerio de Salud de esta provincia.

Las investigaciones de PROPIA dan cuenta que la mayor parte de los alimentos que consumen en la población contienen grasas trans, mientras que los ácidos grasos de la familia omega-3 estaban prácticamente ausentes. Para cambiar esta realidad, se realizó como estrategia de intervención la investigación tecnológica. El primer paso fue garantizar que la industria de los alimentos pudiera disponer de lípidos para reemplazar las grasas trans. Actualmente Argentina cuenta con una variedad de aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico. Este aceite, de enorme resistencia térmica y a bajo costo, cumple un papel fundamental para conseguir que la industria de los alimentos reemplace los aceites parcialmente hidrogenados.

Una pequeña empresa fabricante de galletas de la ciudad de La Plata inició el camino. Lentamente, gracias a la divulgación científica y periodística, la noticia fue llegando a los oídos de las grandes empresas, y produjo una especie de “efecto dominó”. Granix, Fargo, McCain, Arcor, Pepsico, Kraft Foods, General Mills, Mc Donald's, Nestlé y Unilever, entre otras, reemplazaron grasas trans por aceite de girasol de alto contenido de ácido oleico. El efecto en la salud pública fue enorme en muy poco tiempo, Argentina logró reemplazar alrededor de 40% de las 30 000 toneladas de grasas trans producidas anualmente en el país.¹³³

Además, se impulsó mediante los medios de comunicación, la ventaja comercial que significaba el contar con empresas que ofertaban productos sin AGT. Los países que forman el Mercosur, unión aduanera entre Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay,

133 OPS. op. cit., p.49.

establecieron que a partir de julio de 2007 el rotulado de alimentos debe incluir información sobre el contenido de ácidos grasos trans. Además El Senado de la Provincia de Buenos Aires “se sancionó una ley que reduce los impuestos provinciales a todas las empresas de alimentos que eliminen los ácidos grasos trans de sus productos.”¹³⁴ Por las acciones que realizó Argentina, la Universidad de Naciones Unidas (UNU) encargó a este país la creación de un proyecto que evaluara el impacto de las intervenciones aplicadas en la Argentina, así como de iniciativas similares realizadas en varios países del continente americano. A este proyecto se ha integrado Uruguay, Chile, México y los países centroamericanos a través del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

En el año 2006, como parte del Proyecto UNU, se llevó a cabo en la ciudad de Cuernavaca (México) el primer curso sobre Nutrición en grasas y aceites: implicaciones para la salud humana y la industria de alimentos. Uno de los objetivos del curso fue fortalecer el conocimiento de las estrategias locales para el control del consumo de ácidos grasos trans. También se han unido a esta iniciativa las empresas de alimentación y de comida rápida, cuyas casas matrices se encuentran principalmente en los Estados Unidos. En una comunicación del Centro para la Ciencia en Beneficio del Interés Público (Center for Science in the Public Interest, CSPI) del 29 de diciembre de 2006, se informó que las principales cadenas de comida rápida han iniciado una drástica reducción del contenido de AGT de sus productos en los Estados Unidos.

Mientras que en Ecuador, en octubre del 2008, se realizó en la ciudad de Quito el "Primer taller internacional para la reducción del consumo de grasas trans: retos y oportunidades". Participaron científicos internacionales; entre ellos representantes de la Escuela de salud pública de Harvard, del Ministerio de salud de Canadá, del Instituto costarricense de investigación y enseñanza en nutrición y salud (INCIENSA) y de la Universidad Nacional de la Plata de Argentina; además representantes de la industria alimentaria, funcionarios del gobierno ecuatoriano y universidades nacionales. En el Taller

¹³⁴ Ibid., p.50.

se elaboró un acuerdo ministerial para la reducción de ácidos grasos saturados, trans y la promoción del consumo de grasas insaturadas de configuración cis. Este acuerdo ministerial constituye un avance para dar inicio a estrategias y acciones que logren reducir el consumo y la producción de grasas trans y ácidos grasos saturados. En el presente acuerdo se realizaron varias recomendaciones:

1. Los AGT que se producen industrialmente deberían sustituirse en los alimentos procesados y la presencia de los mismos no debería ser mayor al 2% del total de grasas en aceites y margarinas, mientras que en alimentos procesados no mayor al 5% del total de grasas.
2. Los ácidos grasos saturados deben sustituirse hasta donde industrialmente sea posible por ácidos grasos insaturados.
3. Se sugiere establecer una regulación que defina el contenido máximo permisible de productos de degradación en los aceites sometidos a procesos de fritura, las condiciones óptimas para el manejo de estos en la industria alimentaria y en todos los servicios de alimentación. De igual manera deben definirse estrategias para el cumplimiento de la regulación establecida.¹³⁵
4. Se buscará estrategias que sea viable para que el etiquetado nutricional de alimentos procesados sea obligatorio en el cual se incluirá la declaración del contenido de ácidos grasos saturados y trans. “Esta regulación debería tomar en cuenta las limitaciones de los pequeños productores, con el desarrollo de estrategias de apoyo gubernamental en el proceso.”¹³⁶
5. Los ácidos grasos trans y saturados deberían ser sustituidos por ácidos grasos insaturados cis, especialmente por ácidos grasos omega-3.

¹³⁵ Acuerdo para la reducción de ácidos grasos saturados, trans y promoción de grasas insaturadas de configuración cis. Octubre 2008.

¹³⁶ Ibid., p2.

6. Se sugiere establecer incentivos fiscales para la producción agrícola y comercialización de grasas y aceites sustitutos de los ácidos grasos saturados y trans.¹³⁷
7. Se recomienda que los servicios de alimentación informen sobre el contenido de grasas trans y saturadas en cada una de sus preparaciones.
8. Las autoridades nacionales de Salud Pública, Educación e Inclusión Económica y Social, con apoyo del Ministerio de Coordinación del Desarrollo Social, y la participación del sector privado, y organizaciones de la sociedad civil desarrollarán programas de educación a la población sobre los diferentes tipos de grasa, la correcta forma de leer etiquetas y su aplicación en su vida cotidiana.¹³⁸
9. Es importante fomentar la realización de estudios acerca del contenido de grasas en los alimentos, su ingesta y de marcadores biológicos de ácidos grasos trans y saturados.
10. Se recomienda realizar acciones que se oriente a la producción de oleaginosas alternas a la palma como medida a largo plazo, con el fin de modificar el suministro de materias primas para la elaboración de grasas y aceites saludables.
11. Se recomienda formar un “Grupo de Trabajo”, liderado por el Ministerio de Salud Pública, e integrado por equipos multisectoriales con la participación de autoridades Gubernamentales de Salud Pública, Inclusión Económica y Social, Educación y Agricultura, Industria, Productividad y Coordinación del Desarrollo Social, así como representantes de la industria científicos y academia. Dicho Grupo de Trabajo podrá vincularse a otros países que han iniciado acciones en procura de conseguir un mejor perfil de ácidos grasos para el suministro alimentario.¹³⁹

Debido a que la reducción y eliminación de las grasas trans en la industria alimentaria se torna difícil de llevar cabo por diversos factores, el trabajo interdisciplinario y multisectorial, se torna de suma importancia para realizar acciones dirigidas al control de este tipo de grasas. Además la participación de varias disciplinas y el trabajo coordinado de las mismas permitirán que todos los esfuerzos se enfoquen en eliminar las grasas trans, causantes de diversas patologías que afectan la salud.

¹³⁷ Ibid., p2.

¹³⁸ Ibid., p2.

¹³⁹ Ibid., p2.

METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo aplicada, pertenece a un estudio de tipo descriptivo–transversal; es de tipo descriptivo ya que analiza y representa diferentes variables en forma de datos, permitiendo de esta manera conocer de manera general y básica las características de una población o grupo humano. Es un estudio transversal, puesto que mide a la vez la prevalencia de determinada exposición y del efecto en una muestra poblacional en un solo momento temporal; es decir, permite estimar la magnitud y distribución de una variable o condición en un momento dado. Este primer estudio constituye un punto de partida para el desarrollo de otro tipo de estudios como prospectivos porque mediante la ingesta de los productos analizados, se podrá realizar un seguimiento para conocer los efectos del consumo de dichos productos sobre la salud.

Unidad de análisis: Fueron los productos ecuatorianos de mayor consumo, se seleccionaron 8 variedades de alimentos: aceites comestibles, margarinas, galletas simples, galletas con relleno, galletas con cobertura, productos de pastelería, snacks y papas fritas que se expenden tanto en cadenas de comida rápida transnacionales, como aquellas que se venden en restaurantes locales.

Universo o muestra: Para conocer que productos son considerados como de consumo frecuente, se aplicó una encuesta, para la cual se seleccionaron estudiantes universitarios de los principales centros de educación superior de la ciudad de Quito: PUCE, Universidad Central del Ecuador, Escuela Politécnica Nacional y Universidad Politécnica Salesiana, teniendo de esta manera representatividad de los diferentes estratos socioeconómicos de la población que habita en la ciudad de Quito. El promedio de edad de los encuestados fue de 21 años \pm 1.18. El total de encuestados fue de 283 de los cuales 103 fueron hombres (36.4%) y 180 mujeres (63.6%).

El tipo de muestreo fue propositivo, puesto que se seleccionó de manera intencionada un número de participantes suficiente como para tener inferencias de calidad apropiada. Se

aplicó la encuesta a los estudiantes debidamente matriculados y se tomó en consideración su edad, sexo, para tener homogeneidad de participantes.

En la encuesta constaron las 8 variedades de alimentos (aceites comestibles, margarinas, galletas simples, galletas con relleno, galletas con cobertura, productos de pastelería, snacks y papas fritas), los cuales se consideran que contienen una cantidad importante de lípidos en su fabricación y que posiblemente contienen cantidades importantes de isómeros trans. De cada grupo de alimentos se solicitó a los encuestados señalen la marca del producto y el lugar de compra. Se escogieron los tres productos de mayor consumo de cada grupo de alimentos y se los compró en cinco establecimientos ubicados en diferentes sectores de la ciudad de cada uno de los lugares de compra señalados. Es decir que de los tres productos de mayor consumo se adquirieron 5 unidades de cada uno; las unidades fueron idénticas, es decir tenían el mismo peso, presentación, envase, pero de diferente lote de producción.

De esta manera se seleccionó tres marcas de mayor consumo de aceites comestibles (aceite a base de girasol y dos tipos aceites que son una mezcla de aceite de palma y soya), margarinas (dos tipo suave y una light), galletas simples (con chispas de chocolate y dos tipos de galletas de sal), galletas con relleno (galletas de chocolate con relleno de vainilla, galletas tipo waffle con relleno de vainilla, galletas de vainilla con relleno de fresa), galletas con cobertura (galletas con cobertura de chocolate y galletas tipo waffle con cobertura de chocolate), pastelería (pastas, poncakes, milhojas), snacks (papas fritas, snacks de maíz, chifles empacados), papas fritas de locales de comida rápida transnacional y de locales nacionales (porción pequeña).

El lugar de compra señalado como habitual de aceites y margarinas fueron las cadenas de supermercados más grande a nivel nacional, mientras que de galletas simples, con relleno, con cobertura y snacks el lugar de compra fueron tiendas locales, mientras que los productos de pastelería se los adquirió en diferentes panaderías de la ciudad y el lugar de compra de papas fritas en diferentes cadenas de comida rápida transnacional y establecimientos de comida rápida a nivel local.

Instrumento: El tipo de instrumento que se utilizó como apoyo para recoger la muestra, fue un cuestionario auto administrado con preguntas cerradas; este cuestionario contiene 9 preguntas en las cuales el encuestado seleccionó en cada una de las preguntas el tipo de producto que consume con mayor frecuencia, la marca del mismo y el lugar donde adquiere el producto. El análisis de la información obtenida fue realizado mediante la estadística descriptiva.

Metodología utilizada para la determinación de ácidos grasos

Una vez adquiridas las muestras se procedió a realizar la extracción de grasas saponificables y luego su esterificación. Para la realización de todo el proceso se utilizaron los siguientes materiales, equipos, reactivos y soluciones:

Materiales y equipos para la extracción:

- Tubos con tapa
- Pipetas
- Pipetas Pasteur
- Baño maría
- Plancha de calentamiento
- Vasos de precipitación
- Balanza electrónica
- Bureta
- Soporte universal
- Probeta
- Espátula

Equipo de cromatografía de gases:

- Cromatografo de gases marca Supelco, modelo 774
- Detector de flama
- Columna capilar de 100 m, 0,20 um de diámetro de sílice Supelco SP-2560

Reactivos y soluciones:

- Hidróxido de potasio
- Ácido clorhídrico concentrado
- Metanol

- Éter de petróleo

Solución para saponificación: Hidróxido de potasio 0.5 M en metanol

Solución para hidrolizar y esterificar: Ácido clorhídrico concentrado: metanol (1:4) v/v

Solvente para extracción: Éter de petróleo

Procedimiento:

1. Homogenización
 - a. Para las muestras de aceites se utilizó un recipiente de 5 L. de capacidad, donde se homogenizaron mediante un agitador mecánico por un tiempo de 10 min.
 - b. En el caso de las margarinas antes de la homogenización fueron fundidas utilizando el Baño maría y luego se procedió en forma análoga a los aceites.
 - c. Los otros productos fueron homogenizados utilizando un procesador de alimentos.
2. Pesar 0,13 g. de muestra homogenizada y colocar en un tubo con tapa.
3. Añadir 2,5 ml. de solución de KOH 0,5 M en metanol y cerrar el tubo.
4. Calentar por 10 min. a baño maría a la temperatura de ebullición de agua.
5. Sacar el tubo y dejar enfriar.
6. Agregar 1 ml. de solución de HCl en metanol (1:4) v/v y cerrar el tubo.
7. Calentar a baño maría por 25 min. a una temperatura de 50°C.
8. Sacar el tubo y dejar enfriar.
9. Añadir 5 ml. de agua destilada.
10. Extraer la fase orgánica por tres veces, utilizando 5 ml. de éter de petróleo para cada extracción, mediante una pipeta Pasteur.
11. Pasar el extracto etéreo a un nuevo tubo con tapa.

12. Tapar los tubos y almacenar en refrigeración, hasta el día en que se vaya a realizar la lectura en CG.

13. El método utilizado para CG fue AOCS Ce-1h-05.

La parte correspondiente a la extracción de las grasas saponificables se la realizó en el laboratorio de Química en microescala de la Escuela de Ciencias Químicas de la PUCE, y la lectura de las muestras extraídas por cromatografía de gases se la realizó en laboratorios externos a la PUCE, las muestras fueron etiquetadas con códigos, sin indicar el tipo de alimentos ni su marca. El equipo utilizado fue un Cromatografo de gases Marca Supelco, modelo 774, y la columna capilar es de 100 m, 0,20 um de diámetro de sílice Supelco SP-2560, se contó con un detector FID (Detector de ionización de llama).

Los datos de la composición de ácidos grasos se expresan como porcentaje (%) del total de ácidos grasos presentes en cada alimento.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

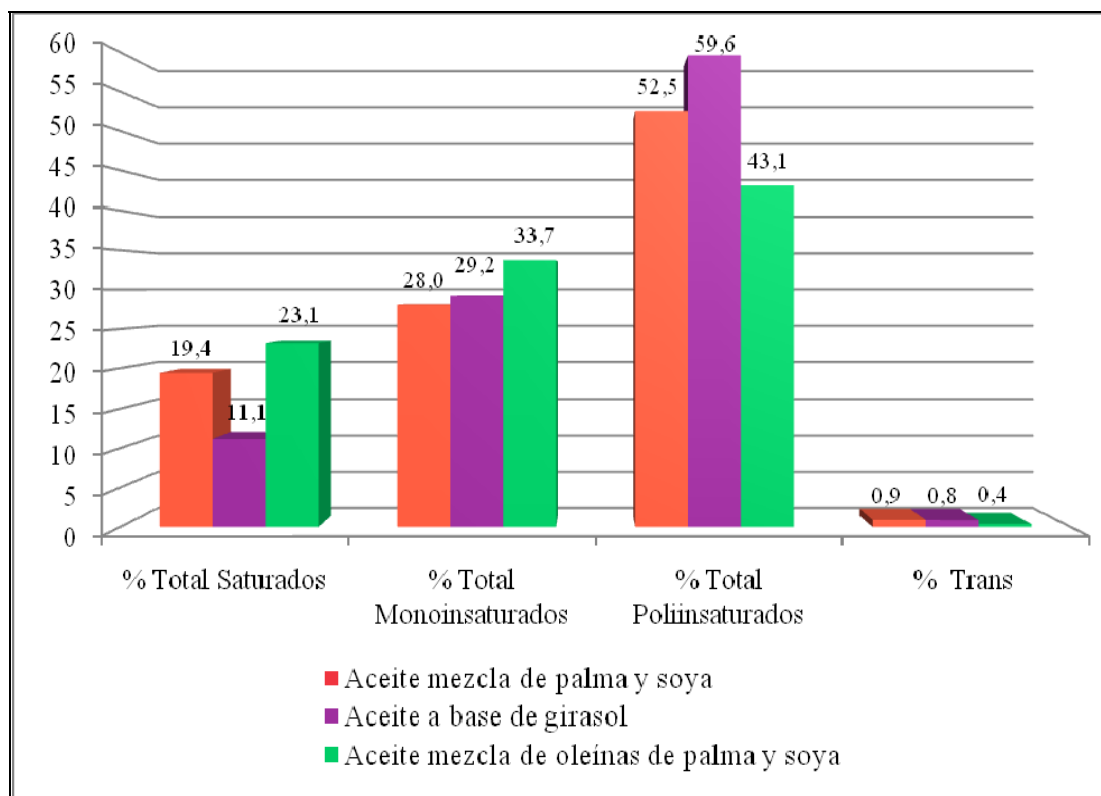
TABLA N°5. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITES COMESTIBLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

PRODUCTO	Aceite mezcla de palma y soya	Aceite a base de girasol	Aceite mezcla de oleínas de palma y soya
Tipo de Carboxilato	%	%	%
C6:0 Caproico			
C8:0 Caprílico			
C10:0 Cáprico			
C12:0 Laurico			
C14:0 Mirístico			
C16:0 Palmítico	15,21	6,03	19,15
C17:0 Margarico			
C18:0 Esteárico	3,78	4,25	3,68
C20:0 Araquídico	0,22	0,15	0,22
C22:0 Behénico	0,21	0,61	0,14
C24:0 Lignocérico		0,13	
C26:0 Cerótico			
Total Saturados	19,42	11,17	23,19
C16:1 (n-7) Palmitoleico			
C16:1 (n-9)			
C17:1			
C18:1(n11) Margaroleico			
C18:1 t Elaídico			
C18:1 (n-9) Oleico	27,61	29,00	33,38
C18:1 (n-7) Vaccénico	0,41	0,12	0,33
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*	0,1	0,1	0,0
C22:1 (n-9/n-11) Erucico			
Total Monoinsaturados	28,08	29,20	33,75
C18:2 tt	0,18	0,46	0,12
C18:2 tc	0,19	0,43	0,13
C18:2 (n-6) Linoleico	47,54	58,47	39,38
C18:3 ttc	0,26		0,16
C18:3 tcc	0,29		
C18:3 (n-3) Linolénico	4,04	0,27	3,28
Total Poliinsaturados	52,5	59,6	43,1
Relación n6/n3	11,78	213,38	12,02
% Trans	0,92	0,89	0,40
Σ Saturados + trans	20,34	12,06	23,59

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 5.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN ACEITES COMESTIBLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.
Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

En el Gráfico 5.1 se puede observar la composición en ácidos grasos saturados, insaturados y trans de las muestras de aceites. En los productos mencionados predominan los ácidos grasos poliinsaturados, siendo dentro de este grupo, el ácido linoleico como el de mayor concentración. Las concentraciones de ácido linolénico son bajas en los aceites habitualmente consumidos, sobre todo en la muestra de aceite a base de girasol. Estas características hacen que la relación n-6/n-3 no guarde concordancia con un balance saludable de ácidos grasos de estas familias. Los aceites con contenido de soya, muestran un aporte ligeramente superior de ácido linolénico, pero que no contribuyen a mejorar significativamente la relación. Por otro lado, el nivel de ácidos grasos trans, no sobrepasa el 1%, encontrándose de esta manera dentro de las recomendaciones de los organismos internacionales que indican que estos no deben superar el 2% del total de grasas en aceites. Es importante mencionar, que el perfil de ácidos grasos de los aceites que se expenden en el

Ecuador es similar al encontrado en los principales aceites disponibles para el consumo de países como Venezuela, “donde todos los aceites, a excepción del aceite de oliva, presentaron una mayor cantidad de ácidos grasos poliinsaturados (principalmente ácido linoleico), seguido de la grasa monoinsaturada representado por el ácido oleico y finalmente un menor concentración de ácidos grasos saturados, donde el ácido palmítico fue el que se encontró en mayor cantidad”.¹⁴⁰

¹⁴⁰ Archile, A. Benítez, B. Rangel, L. Izquierdo, P. Huerta, N. Márquez, E. Perfil de ácidos grasos de las principales grasas y aceites disponibles para el consumo en la ciudad de Maracaibo. [en línea], Disponible:< www.revistas.luz.edu.ve/index.php> [Fecha de consulta: 2/mayo/2009].

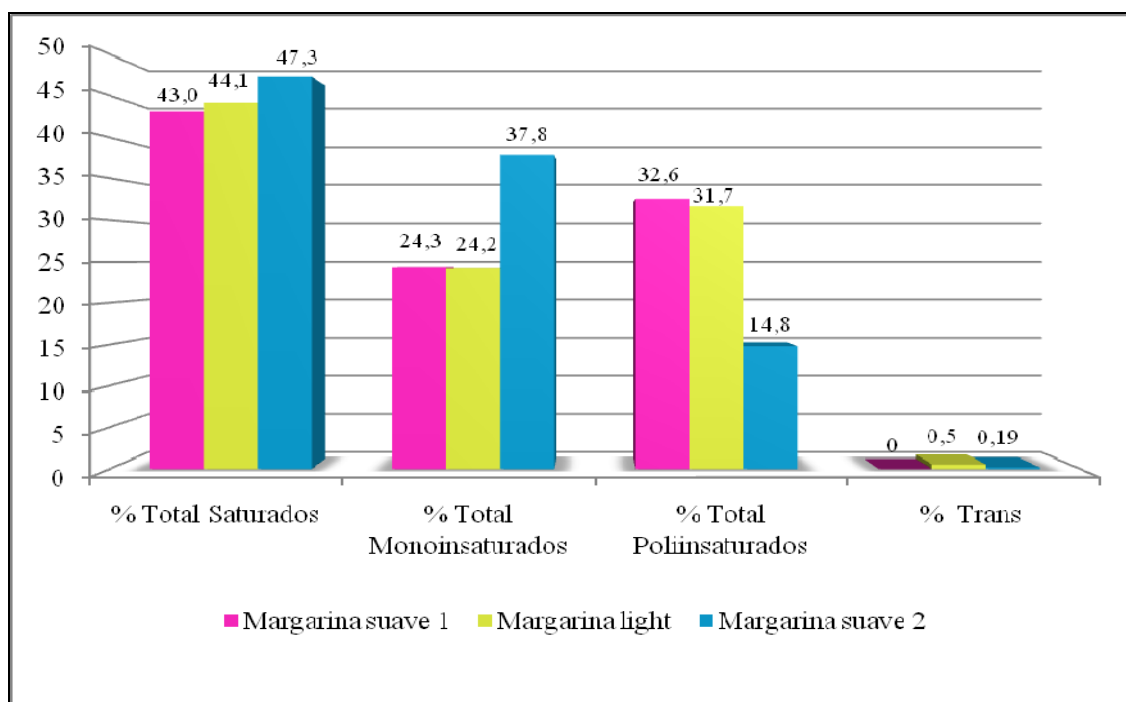
TABLA N°6. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE MARGARINAS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

PRODUCTO	Margarina suave 1	Margarina light	Margarina suave 2
Tipo de Carboxilato	%	%	%
C6:0 Caproico			
C8:0 Caprílico		0,55	0,29
C10:0 Cáprico		0,47	0,20
C12:0 Laurico	13,36	11,01	5,29
C14:0 Mirístico	3,23	2,80	2,04
C16:0 Palmítico	19,38	20,63	34,24
C17:0 Margarico			
C18:0 Esteárico	7,08	8,57	5,12
C20:0 Araquídico		0,11	0,12
C22:0 Behénico			
C24:0 Lignocérico			
C26:0 Cerótico			
Total Saturados	43,04	44,13	47,31
C16:1 (n-7) Palmitoleico			
C16:1 (n-9)			
C17:1			
C18:1(n11) Margaroleico			
C18:1 t Elaídico			
C18:1 (n-9) Oleico	24,34	23,98	37,81
C18:1 (n-7) Vaccénico		0,19	0,06
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*		0,1	
C22:1 (n-9/n-11) Erucico			
Total Monoinsaturados	24,34	24,22	37,87
C18:2 tt		0,10	0,07
C18:2 tc		0,12	0,12
C18:2 (n-6) Linoleico	30,92	29,17	14,15
C18:3 ttc		0,16	
C18:3 tcc		0,17	
C18:3 (n-3) Linolénico	1,70	1,93	0,49
Total Poliinsaturados	32,6	31,7	14,8
Relación n6/n3	18,19	15,15	29,11
% Trans	0,00	0,55	0,19
Σ Saturados + trans	43,04	44,68	47,50

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 6.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN MARGARINAS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

El Gráfico 6.1 muestra la composición de ácidos grasos saturados, insaturados y trans de las margarinas analizadas. Los ácidos grasos saturados son los que predominan en la composición de las margarinas, que obedece al proceso de hidrogenación y saturación parcial que sufren y por las materias primas utilizadas para la elaboración de las mismas. La cantidad de ácidos grasos saturados supera el 40% en las muestras analizadas, proveniente principalmente del ácido palmítico. Existe un contenido importante de ácido oleico, aunque su concentración difiere entre las margarinas suaves. Entre los ácidos grasos poliinsaturados, el ácido linoleico es el de mayor contenido. Por otro lado el contenido de AGT, en ningún caso supera el contenido recomendado (2%), sin embargo, en la margarina identificada como “light” muestra mayor proporción (0,55%) con respecto a las suaves. En análisis de margarinas que se llevó a cabo en Argentina, “se encontró proporciones muy importantes de ácido elaídico, incluso superiores a la suma de todos sus ácidos grasos

saturados”.¹⁴¹ Mientras que en España todas “las margarinas contenían al menos 20% de linoleico. Los ácidos grasos saturados no sobrepasaron el 4% del total de ácidos grasos. La mayoría de las margarinas contenían menos del 5% de ácidos grasos trans”.¹⁴² Los datos obtenidos en España, guardan una cierta relación con los datos que se obtuvo en las margarinas analizadas en el presente estudio, en cuanto a grasas trans y ácido linoleico, pero que difiere y de manera significativa es el contenido de grasas saturadas.

141 Peterson, G. Aguilar, D., Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. op. cit., p. http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf

142 Larqué, E. Garaulet, M. Pérez, F. Zamora, S. Tebar, F. op. cit., p. <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/.../279/281>

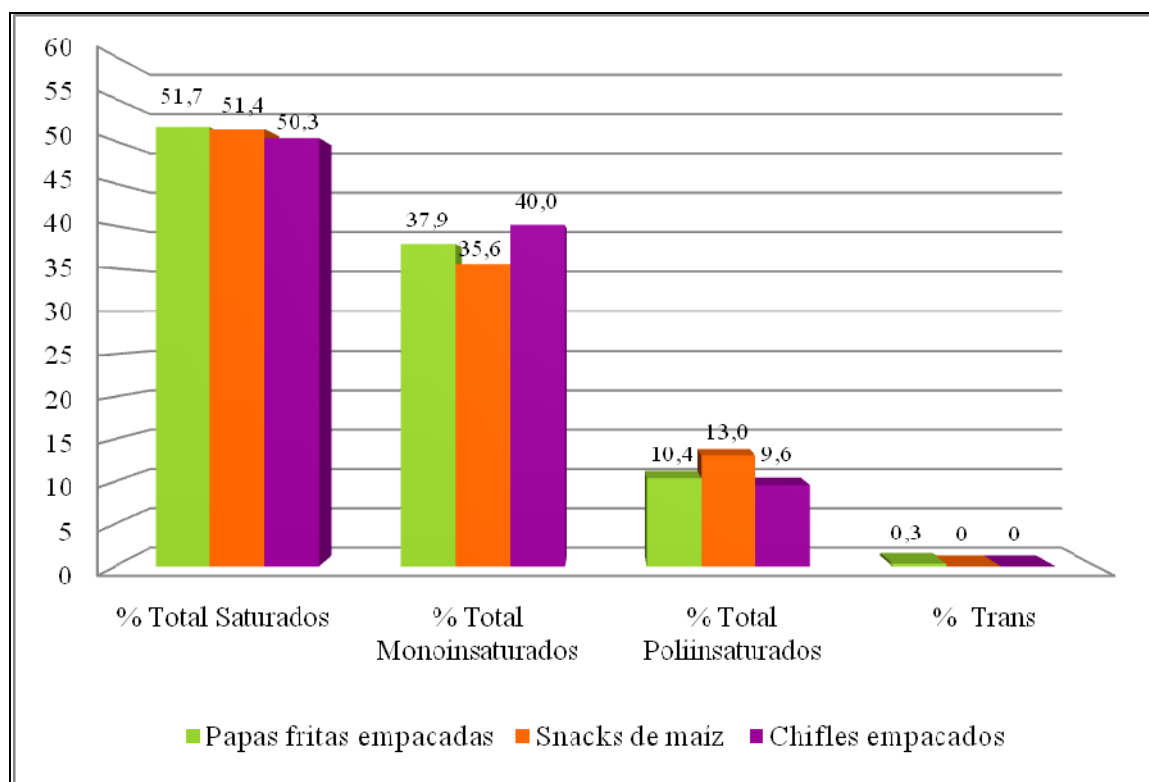
TABLA N°7. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE SNACKS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

PRODUCTO	Papas fritas empacadas	Snacks de maíz	Chifles empacados
Tipo de Carboxilato	%	%	%
C6:0 Caproico			
C8:0 Caprílico			
C10:0 Cáprico			
C12:0 Laurico	0,30	0,52	0,64
C14:0 Mirístico	0,80	1,11	0,99
C16:0 Palmítico	41,55	39,41	40,24
C17:0 Margarico			
C18:0 Estearico	8,74	9,94	8,13
C20:0 Araquídico	0,32	0,44	0,33
C22:0 Behénico			
C24:0 Lignocérico			
C26:0 Cerótico			
Total Saturados	51,71	51,41	50,33
C16:1 (n-7) Palmitoleico			
C16:1 (n-9)			
C17:1			
C18:1(n11) Margaroleico			
C18:1 t Elaídico			
C18:1 (n-9) Oleico	37,49	35,04	39,63
C18:1 (n-7) Vaccénico	0,40	0,46	0,46
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*		0,1	
C22:1 (n-9/n-11) Erucico			
Total Monoinsaturados	37,90	35,61	40,09
C18:2 tt	0,16		
C18:2 tc	0,17		
C18:2 (n-6) Linoleico	10,08	12,81	9,58
C18:3 ttc			
C18:3 tcc			
C18:3 (n-3) Linolénico		0,17	
Total Poliinsaturados	10,4	13,0	9,6
Relación n6/n3		75,78	
% Trans	0,32	0,00	0,00
Σ Saturados + trans	52,03	51,41	50,33

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 7.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN SNACKS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

El Grafico 7.1 muestra que en los productos envasados, reconocidos como “snacks”, el porcentaje de ácidos grasos saturados supera la mitad de su contenido, especialmente proporcionado por la concentración de ácido palmítico. Por otro lado, el contenido de ácidos grasos monoinsaturados es importante, siendo el ácido oleico el de mayor contribución. El contenido de AGT es bajo en los “snacks” analizados. Las concentraciones son bajas de los lípidos poliinsaturados, evidenciándose presencia de ácido linoleico pero inexistente de algún tipo de ácido omega n-3. Es relevante citar un estudio que se realizó en Argentina, donde se analizaron productos empaquetados, “estos contenían porcentajes muy bajos o no detectables de ácido eláidico y muy bajo contenido de ácidos grasos saturados.”¹⁴³

¹⁴³ Peterson, G. Aguilar, D., Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. op. cit., p. http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf

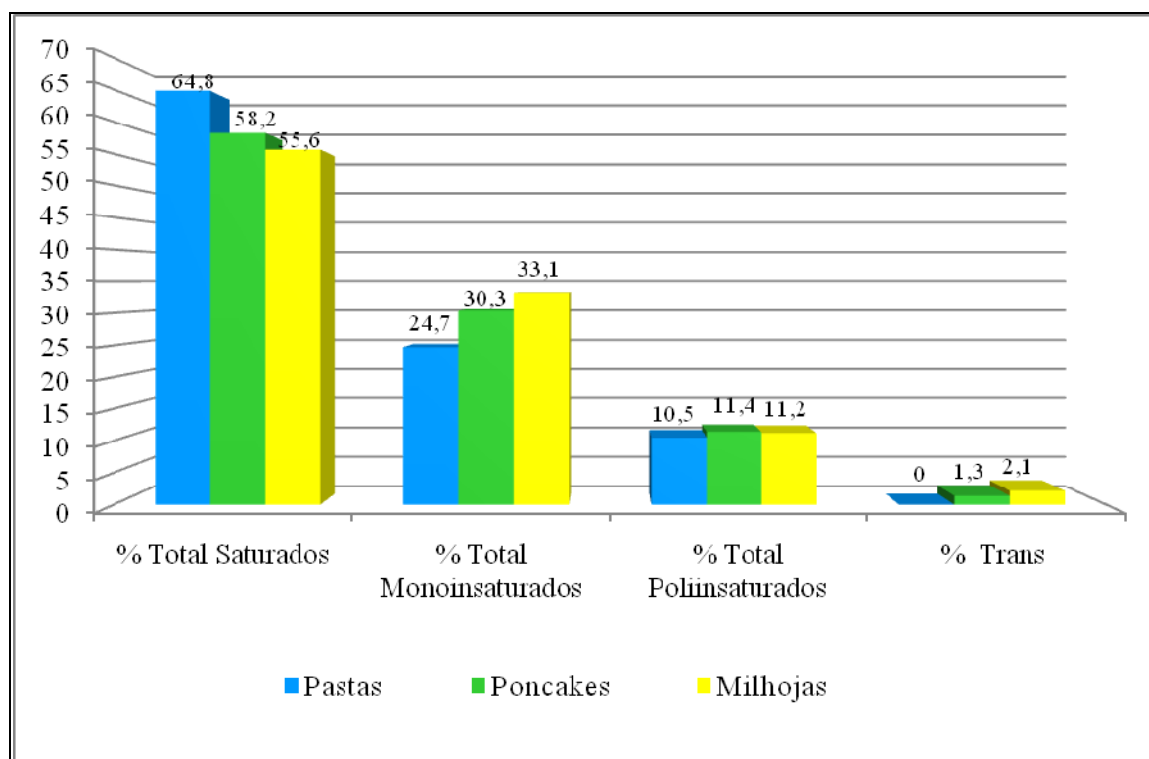
TABLA N°8. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS EN PRODUCTOS DE PASTERÍA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

PRODUCTO	Pastas	Poncakes	Milhojas
Tipo de Carboxilato	%	%	%
C6:0 Caproico			
C8:0 Caprílico	1,58	0,92	0,39
C10:0 Cáprico	0,78	1,50	0,72
C12:0 Laurico	5,82	1,69	2,22
C14:0 Mirístico	4,43	1,81	3,01
C16:0 Palmítico	30,28	34,13	37,99
C17:0 Margarico			
C18:0 Esteárico	21,37	17,09	10,69
C20:0 Araquídico	0,57	0,57	0,37
C22:0 Behénico		0,52	0,26
C24:0 Lignocérico			
C26:0 Cerótico			
Total Saturados	64,82	58,23	55,64
C16:1 (n-7) Palmitoleico	0,3	1,2	0,4
C16:1 (n-9)			
C17:1	0,40	0,85	0,42
C18:1(n11) Margaroleico			
C18:1 t Eláidico			1,65
C18:1 (n-9) Oleico	22,89	27,43	29,74
C18:1 (n-7) Vaccénico	0,46	0,39	0,50
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*	0,6	0,5	0,4
C22:1 (n-9/n-11) Erucico			
Total Monoinsaturados	24,71	30,35	33,19
C18:2 tt		0,49	0,34
C18:2 tc		0,88	0,18
C18:2 (n-6) Linoleico	10,13	9,43	10,39
C18:3 ttc			
C18:3 tcc			
C18:3 (n-3) Linolénico	0,34	0,61	0,26
Total Poliinsaturados	10,5	11,4	11,2
Relación n6/n3	30,16	15,43	40,76
% Trans	0,00	1,37	2,17
Σ Saturados + trans	64,82	59,61	57,81

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Autor: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 8.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN PRODUCTOS DE PASTERERÍA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

En Grafico 8.1 se representa la composición de grasas saturadas, insaturadas y trans en variedades de productos de pastelería comúnmente consumidos. Los resultados señalan un contenido elevado de ácidos grasos saturados (en promedio aproximadamente 60%), en especial ácido palmítico y ácido esteárico. Como se describió anteriormente, el ácido palmítico se encuentra relacionado con dislipidemias y en consecuencia riesgo de aterosclerosis. Varios de los productos de pastelería emplean la masa de hojaldre para sus preparaciones, que en su elaboración utilizan mantecas de tipo vegetal (aceites parcialmente hidrogenados), debido a la necesidad de mantener ciertas características organolépticas de los productos de pastelería. Este tipo de manteca vegetal se denomina hojaldrina, que es una grasa especial caracterizada por no fundirse rápidamente y resiste los efectos de la laminación permitiendo que se formen las capas características de la masa de hojaldre, esto se evidencia por el contenido de AGT en “milhojas” (2,1%). El contenido de poliinsaturados es bajo e insignificante el contenido de ácidos de la familia omega-3.

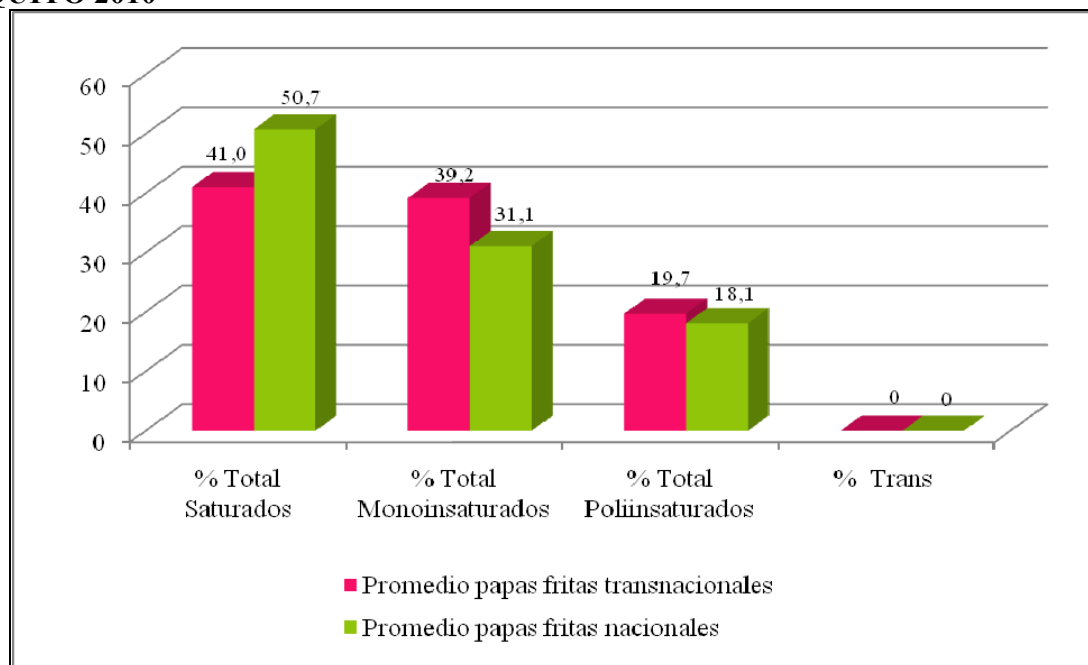
TABLA N°9. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE PAPAS FRITAS DE LOCALES TRANSNACIONALES Y NACIONALES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

Papas fritas de locales transnacionales y locales nacionales						
PRODUCTO	transnacional 1	transnacional 2	transnacional 3	nacional 1	nacional 2	nacional 3
Tipo de Carboxilato	%	%	%	%	%	%
C6:0 Caproico						
C8:0 Caprílico						
C10:0 Cáprico						
C12:0 Laurico	3,87	1,87	1,04	2,28		2,86
C14:0 Mirístico	2,89	1,35	1,67	1,79		3,53
C16:0 Palmítico	38,83	13,79	21,77	26,91	33,81	37,76
C17:0 Margarico						
C18:0 Esteárico	11,14	9,64	12,66	14,16	12,42	16,82
C20:0 Araquídico		0,36	0,54			
C22:0 Behénico		0,64	1,04			
C24:0 Lignocérico						
C26:0 Cerótico						
Total Saturados	56,73	27,65	38,72	45,14	46,23	60,97
C16:1 (n-7) Palmitoleico						
C16:1 (n-9)						
C17:1						
C18:1(n11) Margaroleico						
C18:1 t Elaídico						
C18:1 (n-9) Oleico	32,81	51,51	30,31	29,05	34,51	29,79
C18:1 (n-7) Vaccénico		1,59	1,24			
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*		0,3				
C22:1 (n-9/n-11) Erucico						
Total Monoinsaturados	32,81	53,35	31,55	29,05	34,51	29,79
C18:2 tt						
C18:2 tc						
C18:2 (n-6) Linoleico	10,46	17,77	28,33	24,43	19,26	9,24
C18:3 ttc						
C18:3 tcc						
C18:3 (n-3) Linolénico		1,23	1,41	1,38		
Total Poliinsaturados	10,5	19,0	29,7	25,8	19,3	9,2
Relación n6/n3		14,47	20,12	17,68		
% Trans	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ Saturados + trans	56,73	27,65	38,72	45,14	46,23	60,97

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 9.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN PAPAS FRITAS DE LOCALES DE COMIDA RÁPIDA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.
Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

Las papas fritas (papas a la francesa), son un producto de gran demanda por los consumidores, sin distinción de nivel socioeconómico. El Gráfico 9.1 representa el contenido de grasas saturadas, insaturadas y trans en papas fritas que se venden en locales de comida rápida transnacional y nacional, donde se aprecia en términos generales un contenido elevado de ácidos grasos saturados. No obstante, existe una variabilidad importante en el contenido de estas grasas en los locales transnacionales con fluctuaciones que van de 27,6% a 56,7%, siendo de manera constante el ácido palmítico el de mayor concentración. En los locales de comida rápida nacional, el contenido de ácidos grasos saturados es superior y sus concentraciones pueden variar de 45% a 61%. Con respecto a los ácidos grasos monoinsaturados, solo una cadena de comida rápida transnacional mostraba cantidades significativas de ácido oleico, que llegaban a ocupar la mitad de los lípidos presentes en el producto. Las concentraciones de grasas poliinsaturadas son menores, predominando el ácido linoleico. Por otro lado, el porcentaje de grasas trans en las muestras de papas fritas que se venden tanto en locales transnacionales como nacionales es nula.

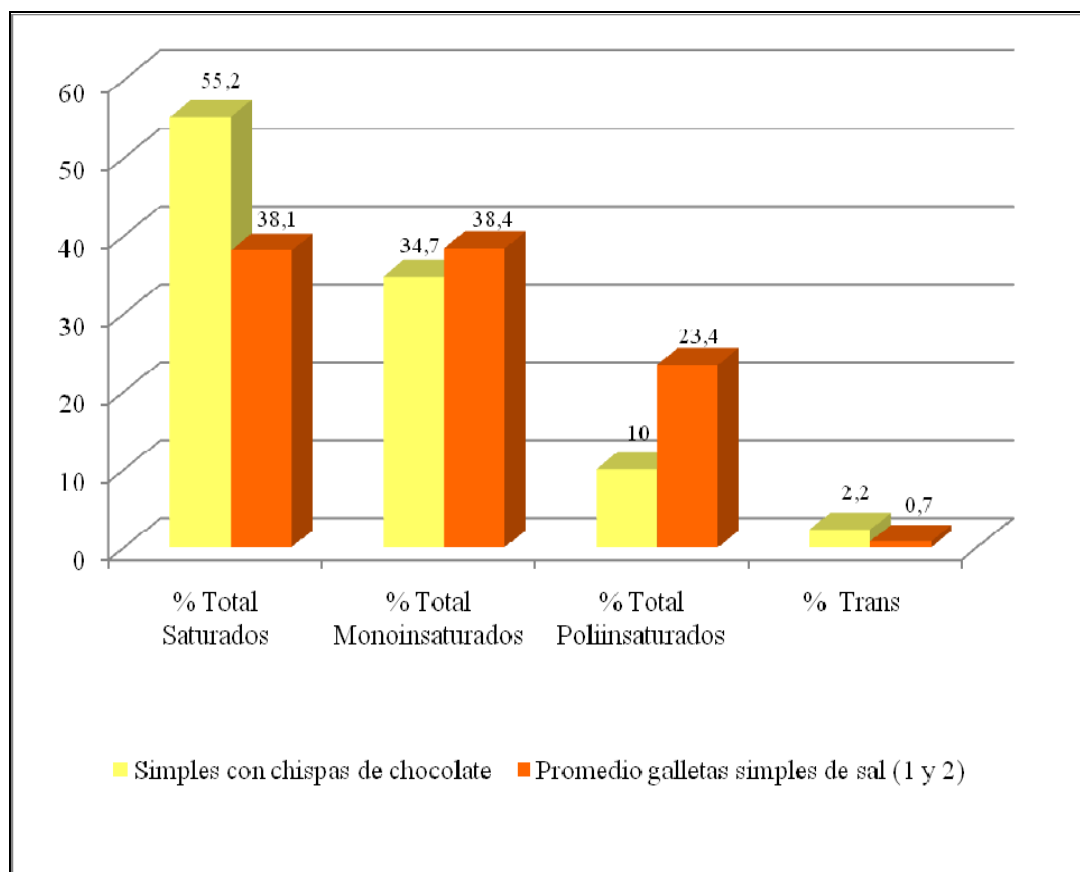
TABLA N°10. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS SIMPLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

Galletas simples			
PRODUCTO	Simple con chispas de chocolate	Simple de sal 1	Simple de sal 2
Tipo de Carboxilato	%	%	%
C6:0 Caproico			
C8:0 Caprílico	0,79		
C10:0 Cáprico	0,59		
C12:0 Laurico	4,62		0,55
C14:0 Mirístico	2,85		0,96
C16:0 Palmítico	33,89	27,48	26,69
C17:0 Margarico			
C18:0 Esteárico	11,46	7,01	12,56
C20:0 Araquídico	0,51	0,42	0,31
C22:0 Behénico	0,31		0,28
C24:0 Lignocérico	0,22		
C26:0 Cerótico			
Total Saturados	55,23	34,91	41,34
C16:1 (n-7) Palmitoleico			
C16:1 (n-9)			
C17:1	0,36		
C18:1(n11) Margaroleico			
C18:1 t Eláídico	1,68		
C18:1 (n-9) Oleico	32,20	30,78	44,40
C18:1 (n-7) Vaccénico	0,38	0,74	0,53
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*	0,1	0,2	0,2
C22:1 (n-9/n-11) Erucico			
Total Monoinsaturados	34,73	31,69	45,13
C18:2 tt	0,32	0,41	
C18:2 tc	0,28	0,43	
C18:2 (n-6) Linoleico	9,22	29,45	13,28
C18:3 ttc		0,30	
C18:3 tcc		0,36	
C18:3 (n-3) Linolénico	0,21	2,45	0,25
Total Poliinsaturados	10,0	33,4	13,5
Relación n6/n3	43,30	12,03	53,77
% Trans	2,28	1,50	0,00
Σ Saturados + trans	57,51	36,41	41,34

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 10.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN GALLETAS SIMPLES DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.
 Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

En el Gráfico 10.1 se observa la composición de ácidos grasos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados y trans en galletas simples. El contenido de grasas saturadas en galletas con chispas de chocolate es alto, especialmente de ácido palmítico. Por otro lado, el contenido de grasas monoinsaturadas es importante, especialmente en las galletas simples de sal, entre las cuales el ácido oleico es el característico. El porcentaje de grasas poliinsaturadas en las galletas simples de sal es mayor principalmente por la presencia de ácido linoleico. Finalmente el contenido de AGT es mayor en galletas con chispas de chocolate (2,28%). Este último hallazgo responde a la presencia de las fracciones de chocolate empleadas en su fabricación.

TABLA N°11. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON RELLENO DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

Galletas con relleno			
PRODUCTO	De chocolate con relleno de vainilla	Tipo waffle con relleno de vainilla	Con relleno de fresa
Tipo de Carboxilato	%	%	%
C6:0 Caproico			
C8:0 Caprílico			
C10:0 Cáprico			
C12:0 Laurico	0,22	0,83	0,74
C14:0 Mirístico	0,71	1,37	1,25
C16:0 Palmítico	34,92	40,61	40,90
C17:0 Margarico			
C18:0 Esteárico	9,92	9,21	10,10
C20:0 Araquídico	0,49	0,37	0,53
C22:0 Behénico	0,17	0,53	
C24:0 Lignocérico			
C26:0 Cerótico			
Total Saturados	46,43	52,93	53,53
C16:1 (n-7) Palmitoleico			
C16:1 (n-9)			
C17:1			
C18:1(n11) Margaroleico			
C18:1 t Eláidico	1,31		
C18:1 (n-9) Oleico	40,00	36,95	36,46
C18:1 (n-7) Vaccénico	0,40	0,40	0,41
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*	0,1		
C22:1 (n-9/n-11) Erucico			
Total Monoinsaturados	41,85	37,36	36,87
C18:2 tt			
C18:2 tc			
C18:2 (n-6) Linoleico	11,43	9,71	9,61
C18:3 ttc			
C18:3 tcc			
C18:3 (n-3) Linolénico	0,30		
Total Poliinsaturados	11,7	9,7	9,6
Relación n6/n3	38,35		
% Trans	1,31	0,00	0,00
Σ Saturados + trans	47,74	52,93	53,53

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

TABLA N°12. CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON COBERTURA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

Galletas con cobertura		
PRODUCTO	Con cobertura de chocolate	Tipo waffle con cobertura de chocolate
Tipo de Carboxilato	%	%
C6:0 Caproico		
C8:0 Caprílico	0,85	1,10
C10:0 Cáprico	0,89	1,00
C12:0 Laurico	4,97	4,30
C14:0 Mirístico	3,67	3,10
C16:0 Palmítico	31,46	33,56
C17:0 Margarico		
C18:0 Esteárico	15,27	14,83
C20:0 Araquídico	0,66	0,68
C22:0 Behénico	1,13	1,27
C24:0 Lignocérico		
C26:0 Cerótico		
Total Saturados	58,90	59,84
C16:1 (n-7) Palmitoleico		
C16:1 (n-9)		
C17:1		
C18:1(n11) Margaroleico		
C18:1 t Elaídico		
C18:1 (n-9) Oleico	30,79	32,01
C18:1 (n-7) Vaccénico	0,61	0,53
C20:1 (n-9/n-11) Gadoleico*		
C22:1 (n-9/n-11) Erucico		
Total Monoinsaturados	31,40	32,54
C18:2 tt		0,43
C18:2 tc	1,10	0,30
C18:2 (n-6) Linoleico	8,60	6,89
C18:3 ttc		
C18:3 tcc		
C18:3 (n-3) Linolénico		
Total Poliinsaturados	9,7	7,6
Relación n6/n3		
% Trans	1,10	0,73
Σ Saturados + trans	60,00	60,57

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

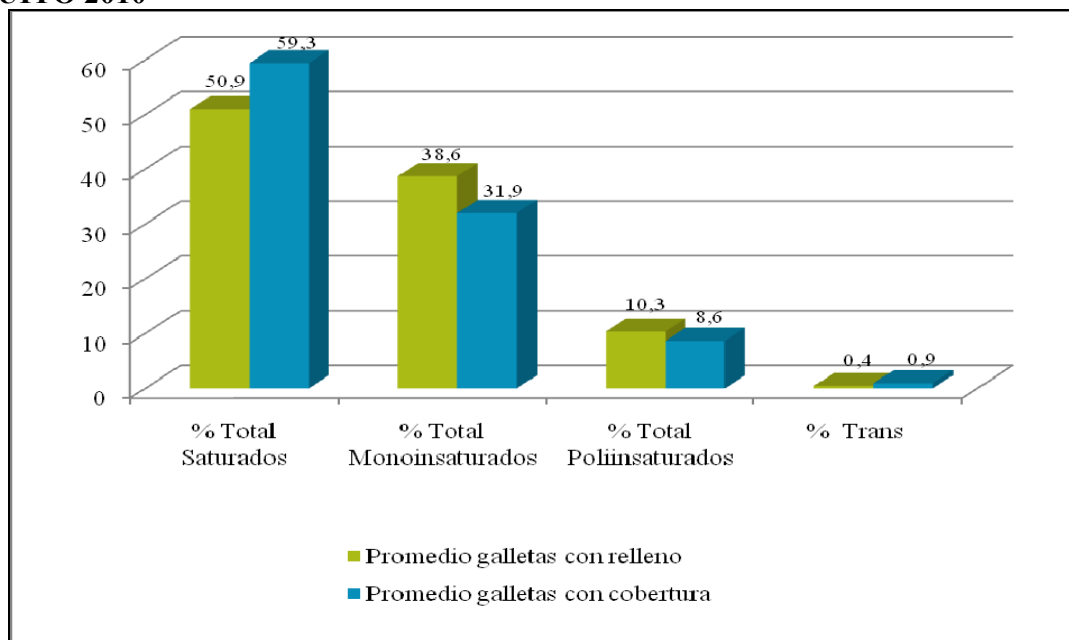
TABLA N°13. CONTENIDO PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS DE GALLETAS CON RELLENO Y CON COBERTURA DE CHOCOLATE DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010

PRODUCTO		Galletas con relleno	Galletas con cobertura
Tipo de Carboxilato		%	%
C6:0	Caproico		
C8:0	Caprílico		0,98
C10:0	Cáprico		0,95
C12:0	Laurico	0,60	4,64
C14:0	Mirístico	1,11	3,39
C16:0	Palmítico	38,81	32,51
C17:0	Margarico		
C18:0	Esteárico	9,74	15,05
C20:0	Araquídico	0,46	0,67
C22:0	Behénico	0,23	1,20
C24:0	Lignocérico		
C26:0	Cerótico		
Total Saturados		50,96	59,37
C16:1 (n-7)	Palmitoleico		
C16:1 (n-9)			
C17:1			
C18:1(n11)	Margaroleico		
C18:1 t	Elaídico	0,44	
C18:1 (n-9)	Oleico	37,80	31,40
C18:1 (n-7)	Vaccénico	0,40	0,57
C20:1 (n-9/n-11)	Gadoleico*	0,03	
C22:1 (n-9/n-11)	Erucico		
Total Monoinsaturados		38,69	31,97
C18:2 tt			0,22
C18:2 tc			0,70
C18:2 (n-6)	Linoleico	10,25	7,75
C18:3 ttc			
C18:3 tcc			
C18:3 (n-3)	Linolénico	0,10	
Total Poliinsaturados		10,33	8,65
Relación n6/n3		12,78	
% Trans		0,44	0,92
Σ Saturados + trans		51,40	60,29

Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

GRÁFICO 13.1 CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS (EN PORCENTAJE) EN GALLETAS CON RELLENO Y CON COBERTURA DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

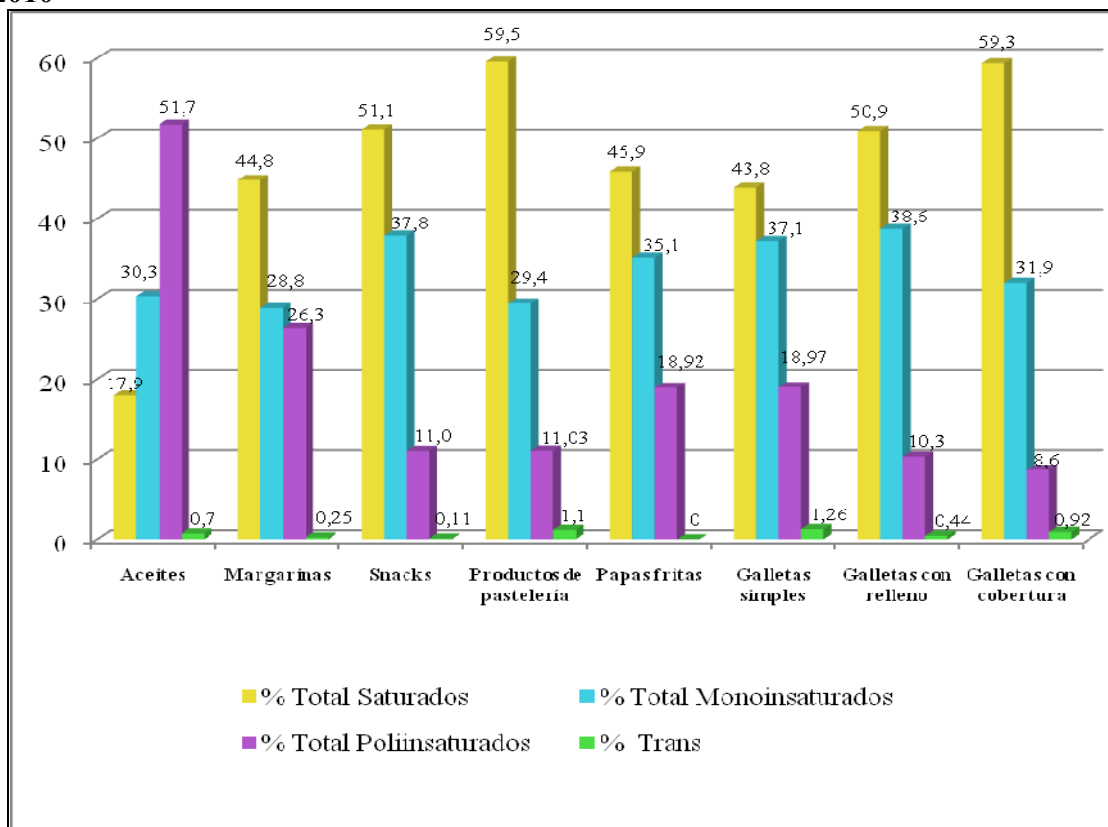
Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

El Gráfico 13.1 muestra el contenido total de grasas saturadas, insaturadas y trans, en galletas con relleno y galletas con cobertura de chocolate. El porcentaje de ácidos grasos saturados es el más significativo, especialmente en galletas con cobertura, superando la mitad de su composición, principalmente de ácido palmítico. Por otro lado, el contenido de grasas monoinsaturadas es importante, siendo el ácido oleico el de mayor concentración. Las grasas poliinsaturadas en las dos muestras son bajas específicamente de omega-3, mientras que el porcentaje de AGT es mayor, cerca del 1% en galletas con cobertura de chocolate. El contenido de ácidos grasos trans en las galletas analizadas es inferior en comparación con los análisis de galletas que realizaron en distintos países de la región. Las galletas consumidas por jóvenes en Argentina, indican que el contenido de ácidos grasos trans oscila entre el 2,9% y 29%, mientras que en “Uruguay el porcentaje de trans en las galletas dulces y saladas analizadas es muy variable (entre 4% y 48%), solamente 2 muestras de 26 analizadas contienen menos del 5% de trans, de acuerdo con la recomendación del Grupo de Trabajo de la OMS”.¹⁴⁴

¹⁴⁴ Calvo, Soledad. Trans: Responsabilidad de la Industria. . op.cit., p www.surhta.com/PDF/trans.pdf

RESUMEN DE RESULTADOS

GRÁFICO 14. CONTENIDO PROMEDIO DE ÁCIDOS GRASOS SATURADOS, INSATURADOS Y TRANS EN ALIMENTOS DE MAYOR CONSUMO. QUITO 2010



Fuente: Resultados del análisis del perfil lipídico 2010.

Elaborado por: PUCE-Carrera de Nutrición Humana

El gráfico resume el contenido promedio de ácidos grasos saturados, insaturados y trans en las ocho variedades de alimentos analizados. En términos generales la concentración de grasas saturadas es alta, excepto en los aceites comestibles, debido a que dos de las tres muestras son mezclas de palma y soya. Por otro lado, el contenido de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, es variable en los alimentos, sin embargo, el contenido de grasas poliinsaturadas es significativo en los aceites, por la presencia alta de ácido linoleico. La concentración de grasas trans no es significativa, sin embargo, en las galletas simples y en productos de pastelería el porcentaje supera a la de los alimentos restantes. Ninguna de las muestras analizadas tiene aporte importante de ácidos grasos omega-3, razón por la que la relación omega-6/omega-3 se encuentra alejada de las recomendaciones sobre una dieta de lípidos saludables.

CONCLUSIONES

1. En la presente investigación se puede concluir de acuerdo a los resultados obtenidos que existe un contenido significativo de ácidos grasos saturados en los alimentos de mayor consumo en la población universitaria de la ciudad de Quito. El contenido de ácidos grasos saturados se ubica entre 45% (margarinas) y 60% (galletas y productos de pastelería). Dentro de los ácidos grasos saturados el de mayor porcentaje es el ácido palmítico.
2. El contenido de ácidos grasos trans en los alimentos analizados no supera el 2% en aceites y margarinas, en el resto de productos elaborados la composición de ácidos grasos trans no alcanza el 5% de acuerdo a las recomendaciones. Los principales ácidos grasos trans son: C18:2tt, C18:2tc, C18:3ttc, C18:3tcc.
3. En productos de pastelería, especialmente en poncakes, pastas tipo “milhojas” y en galletas con chispas de chocolate y simples de sal, galletas de chocolate con relleno y galletas con cobertura de chocolate el contenido de grasas trans es mayor en comparación con las otras muestras, entre 1% - 2,28%, siendo el ácido eláidico el principal ácido graso trans determinado en los alimentos mencionados, pero no es el único, se presentan también otros ácidos grasos trans como el C18:2tt, C18:2tc, C18:3ttc, C18:3tcc, en baja proporción, pero que de igual manera su presencia es un problema a la salud humana.
4. En las muestras de margarinas suaves no se encontraron valores de ácido eláidico, contrario a lo esperado, puesto que las margarinas industrialmente se las prepara por hidrogenación parcial de aceites insaturados dando como resultado la formación de ácidos grasos trans. La explicación podría darse por las materias primas utilizadas y por los procesos tecnológicos empleados.
5. El análisis de los alimentos manufacturados, como el de las papas fritas de locales transnacionales y de locales nacionales, no mostro grasas trans en su composición,

independientemente del establecimiento donde se prepararon, no obstante, el contenido de ácidos grasos saturados alcanza casi la mitad de la composición de estos alimentos.

6. La relación n-6/n-3 no es la adecuada en las muestras analizadas, especialmente en aceites a base de girasol, superando significativamente la relación recomendada. Ninguno de los aceites analizados mantiene una relación omega-6/omega-3 en concentraciones saludables, debido a que las cantidades de ácidos grasos de la familia n-3 son bajas.
7. La sumatoria de grasas saturadas y grasas trans de los productos analizados a excepción de los aceites comestibles es alrededor del 50%.
8. Con respecto a los ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, se puede concluir que el contenido de este tipo de lípidos se encuentran distribuidos de diferentes proporciones en los alimentos sometidos al análisis. En los poliinsaturados predomina el ácido linoleico (omega-6), cuyo contenido es de aproximadamente el 50% en aceites comestibles. Mientras que el contenido de grasas monoinsaturadas es relevante en muestras de margarina suave, snacks, papas fritas de un local de comida rápida transnacional y en dos tipos de galletas (alrededor del 40% de la composición de AG).

RECOMENDACIONES

1. Debido al alto porcentaje de ácidos grasos saturados y en menor medida de AGTrans en los alimentos de mayor consumo por los estudiantes universitarios de la ciudad de Quito, se recomienda el desarrollo de políticas dirigidas a la industria alimentaria para que mejoren la calidad nutricional de los alimentos, con el propósito de que se reduzca el contenido de estos dos tipos de grasas, que muestran perjuicios a la salud.
2. Es importante que la población aprenda a seleccionar alimentos saludables, por lo tanto se recomienda informar a la población de los riesgos del consumo de grasas saturadas y trans. Además si se conoce los tipos de grasas y los alimentos de los que provienen y se lee las etiquetas de los alimentos, se podrá compensar el consumo de productos ricos en grasas con otros más saludables.
3. Por los resultados obtenidos de los análisis de los productos, se recomienda limitar el consumo de alimentos fuente de AGS y AGT como galletas, productos de pastelería.
4. En el sector productivo el país deberá realizar un esfuerzo multisectorial para proveer de cultivos con semillas u oleaginosas que permitan su utilización para la fabricación de aceites más saludables.
5. El sector industrial deberá desarrollar tecnologías apropiadas para ofertar productos enriquecidos con ácidos grasos de la familia omega-3 que han sido demostrados como ácidos grasos que previenen el apareamiento de enfermedades cardiovasculares.

BIBLIOGRAFÍA

A. Leal Orozco. “Ácidos grasos trans, cops y lops: evidencia actual de su influencia sobre la salud infantil”. En línea 2005. 9/dic/2009.
<<http://www.gastroinf.com/SecciNutri/ACIDOS.pdf>>

Aceites: Análisis y Realidades [en línea], Disponible:
<<http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/tribuna%20analisis%20realidades.html>>
[Fecha de consulta: 16/enero/2010].

Ácido Araquidónico. [en línea], Disponible:
<http://www.tagoror.com/enciclopedia/es/wikipedia/a/ac/acido_araquidonico.html>
[Fecha de consulta: 12/mayo/2010].

Ácido Caprílico. [en línea], Disponible: < <http://www.naturalstandard.com/index-abstract.asp?create-abstract=/monographs/foreignlanguage/herbssupplements/patient-caprylicacid-sp.asp>> [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

Ácido Eicosapentaenoico (EPA). [en línea], Disponible:
<http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_eicosapentaenoico> [Fecha de consulta: 10/mayo/2010].

Ácido esteárico y salud cardiovascular. [en línea], Disponible:
<<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/tendencias/2009/09/17/188013.php>>
[Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

Ácido Linoleico Conjugado (ALC). [en línea], Disponible:
<<http://www.zonadiet.com/nutricion/linoleico-conjugado.htm>> [Fecha de consulta: 11/mayo/2010].

“Ácido linoléico conjugado, quema grasas”. En línea 19/02/2009. 2/nov/2010
<<http://www.nutricion.pro/19-02-2009/suplementos-dietarios/acido-linoleico-conjugado-quema-grasas>>

Ácidos Grasos Esenciales. [en línea], Disponible: <<http://www.ivu.org/ave/grasos.html>>
[Fecha de consulta: 21/abril/2010].

Ácidos grasos esenciales [en línea], Disponible:
<<http://www.casapia.com/Paginacast/Paginas/Paginasdemenu/MenudeInformaciones/ComplementosNutricionales/AcidosGrasosEsenciales.htm>> [Fecha de consulta; 9 /mayo/2010].

“Ácidos grasos esenciales en la dieta actual”. En línea 28/06/2008. 15/mayo/2010.
<<http://www.amatusalud.es/articulo/acidos-grasos-esenciales-en-la-dieta-actual>>

Ácidos grasos Omega 6: beneficios en la salud y belleza [en línea], Disponible: <<http://www.biomanantial.com/acidos-grasos-omega-beneficios-en-la-salud-belleza-a-1785.html>> [Fecha de consulta: 16/mayo].

Ácidos Grasos Trans, Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Ácidos Grasos Esenciales [en línea], Disponible: <<http://knol.google.com/k/miguel-leopoldo-alvarado/%C3%A1cidos-grasos-trans-propiedades-f%C3%ADsicas/306dqwdng39c/16#>> [Fecha de consulta: 6/abril/2010].

“Ácidos grasos saturados en la dieta”. En línea 10/07/2009. 21/enero/2010.
<<http://www.abajarcolesterol.com/acidos-grasos-saturados-en-la-dieta/>>

Ácidos Grasos Saturados. [en línea], Disponible: <<http://www.ehu.es/biomoleculas/lipidos/lipid31.htm#ags>> [Fecha de consulta: 20/abril/2010].

Ácidos Grasos [en línea], Disponible: <<http://www.biopsicologia.net/nivel-3-participacion-plastica-y-funcional/5.1.-acidos-grasos.html>> [Fecha de consulta: 21/enero/2010].

Ácido Graso [en línea], Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso> [Fecha de consulta: 21/enero/2010].

Ácido palmítico [en línea], Disponible: <<http://www.ciencia.net/VerArticulo/%C3%81cidopalm%C3%ADtico?idArticulo=dsfjuxab11iewxqr2t52e211>> [Fecha de consulta: 19/enero/2009].

Ácido Palmítico. [en línea], Disponible: <http://wapedia.mobi/es/%C3%81cido_palm%C3%ADtico> [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].

Ácido Palmitoleico. [en línea], Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_palmitoleico> [Fecha de consulta: 9/mayo/2010].

Acuerdo para la reducción de ácidos grasos saturados, trans y promoción de grasas insaturadas de configuración cis. Octubre 2008.

Aliméntate Ecuador Promoción del Consumo de Grasas Saludables [en línea], Disponible: <http://www.alimentateecuador.gov.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=79&Itemid=107#dos> [Fecha de consulta: 26/nov/2009].

Almeida, G. Saracho, H. Soto, A. Martínez, B. Bellido, D. P, García. “Los ácidos grasos trans y su papel en nutrición” [en línea], Disponible: <http://www.nutricionclinicaenmedicina.com/attachments/042_03_03_09.pdf> [Fecha de consulta: 10/mayo/2010].

- Almirall, G. Últimas evidencias científicas. El aceite de oliva en la prevención de los factores de riesgo cardiovascular y las cardiopatías coronarias. [en línea], Disponibilidad: <http://www.hojiblancaycordoliva.com/historia%20olivo/evidencias_de_los_efectos_del_ac.htm> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].
- Algo sobre las grasas trans. [en línea], Disponible: <<http://bolivia.nutrinet.org/areas-tematicas/materno-infantil/introduccion/articulos/218-algo-sobre-las-grasas-trans>> [Fecha de consulta: 8/junio/2010].
- Altos niveles de ácidos grasos "trans" duplica el riesgo de cáncer de pecho. [en línea], Disponible: <<http://www.salud.com/secciones/cancer.asp?contenido=273345>> [Fecha de consulta: 19/mayo/2010].
- Análisis del impacto sobre la salud cardiovascular que producen las grasas trans. [en línea], Disponible: <<http://www.alfinal.com/nutricion/grasastrans.php>>. [Fecha de consulta: 23/nov/2009].
- Archile, A. Benítez, B. Rangel, L. Izquierdo, P. Huerta, N. Márquez, E. Perfil de ácidos grasos de las principales grasas y aceites disponibles para el consumo en la ciudad de Maracaibo. [en línea], Disponible: <www.revistas.luz.edu.ve/index.php> [Fecha de consulta: 2/mayo/2009].
- Barrenechea, K. La fama de los ácidos grasos omega 3 [en línea], Disponible: <<http://www.verdeoliva.org/salud/omega3.pdf>> [Fecha de consulta: 15/mayo/2010].
- Becerril, A. Metabolismo corporal: digestión y absorción de grasas y proteínas. [en línea], Disponible: <www.fitness.com.mx/medicina185.htm> [Fecha de consulta: 8/nov/2010].
- Bioquímica de la Nutrición Humana – Proteínas Lípidos y Carbohidratos. Los ácidos grasos. [en línea], Disponible: <<http://telesalud.ucaldas.edu.co/rmc/articulos/v11e2a6.htm>> [Fecha de consulta: 30/marzo/2010].
- Bliss, R. “Hechos sobre las grasas podrían llevar al comer más sano”. En línea 11/03/08. 31/mar/2008. <<http://www.ars.usda.gov/is/espanol/pr/2008/080311.es.htm>>.
- Calvo, Soledad. Trans: Responsabilidad de la Industria. [en línea], Disponible: <www.surhta.com/PDF/trans.pdf> [Fecha de consulta: 3/mayo/2009].
- Cervera, C. Grasas Saturadas [en línea], Disponible: <<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=53>> [Fecha de consulta: 12/enero/2010].

Centro de Noticias OPS/OMS. Oncología. “El aceite de oliva combate el cáncer de mama reduce la presencia de oncogén, según investigaciones médicas”. En línea 11 /01/ 2005. 10/mayo/2010. <<http://www.ops.org.bo/servicios/?DB=B&S11=6313&SE=SN>>

“Consumo de grasas saturadas y cáncer intestinal”. En línea 29/11/2008. 3/mayo/2010. <http://www.edicionesmedicas.com.ar/Actualidad/Ultimas_noticias/Consumo_de_grasas_saturadas_y_cancer_intestinal >

Consulta FAO/OMS de expertos. (1997). Grasas y aceites en la nutrición humana.

Cuamba Gaona, Raquel. Gallardo Navarro. Las grasas trans, legislación y declaración en los productos que las contienen. [en línea], Disponible: <http://www.alfa-editores.com/web/index.php?option=com_content&task=view&id=2221&Itemid=68> [Fecha de consulta: 8/dic/2009].

Dadán, S. “Los ácidos grasos trans, una amenaza constante presente en nuestra alimentación cotidiana”. En línea. abril 2005. 9/dic/2009. <http://www.gastronutriped.com/files/publicaciones/publicacion_72.pdf >

Dariush Mozaffarian, M.D., M.P.H., Martijn B. Katan, Ph.D., Alberto Ascherio, M.D., Dr.P.H., Meir J. Stampfer, M.D., Dr.P.H., and Walter C. Willett, M.D., Dr.P.H. “Ácidos grasos trans y patología cardiovascular.” En línea 1/06/ 2006. 8/dic/2009. <<http://content.nejm.org/cgi/content/full/354/15/1601>>

Deficiencia de Omega-3 y exceso de Omega-6. [en línea], Disponible: <<http://www.chiasagroup.es/pdf/doc2.pdf> > [Fecha de consulta: 17/mayo/2010].

Díaz Perilla, M, ND; Becerra, L, ND. “Relación entre el consumo de ácidos grasos trans contenidos en la margarina vegetal y los niveles de lípidos sanguíneos en individuos de Bogotá.” En línea Septiembre/Octubre 2001. 25/nov/2009. <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v9n3/9n3a2.pdf>>

Díaz, T. “El ácido oleico puede ayudar al tratamiento contra el Alzheimer”. En línea 21/02/ 2010. 10/mayo/2010 <<http://www.cuidadoalzheimer.com/avances/el-acido-oleico-puede-ayudar-al-tratamiento-contra-el-alzheimer/>>

Dislipidemias [en línea], Disponible: <www.elsevier.es/farma/ctl_servlet?_f=38&pidet_articulo...pdf..> [Fecha de consulta: 8/ nov/2010].

Dr. Innis, S. “Ácidos grasos trans en el embarazo, lactantes y en edad preescolar: Su importancia para el desarrollo neural y el crecimiento del niño”. En línea 30/06/2008. 07/dic/2009. < <http://www.grasas-trans.info/2008/06/cidos-grasos-trans-en-el-embarazo.html>>.

- El consumo de grasas saturadas y algunos aceites vegetales puede acelerar el cáncer de mama. [en línea], Disponible: <http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=10985&TIPO_CONTENIDO=Noticia&ID_CATEGORIA=102933&ABRIR_SECCION=2&ABRIR_SECCION=2> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].
- EPA. [en línea], Disponible: <<http://www.4natur.com/Espanol/EspaTxt/EPA.html>> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].
- Estudio demuestra que las galletas consumidas en Chile no son Saludables. En línea 23/11/2008. 1/junio/2010 <http://www.conadecus.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=2030&Itemid=1>
- F. Agius, O. Borsani, P. Díaz, S. Gonnet, P. Irisarri, F. Milnitsky y J. Monza. Bioquímica. Facultad de Agronomía Universidad de la República de Uruguay. Lípidos.[en línea], Disponible: <<http://www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/basico/lipidos.pdf>> [Fecha de consulta: 25 de abril 2010].
- FAO/OMS presentan informe sobre dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. [en línea], Disponible: <<http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2003/16851-es.html>> [Fecha de consulta: 4/abril/2010].
- Fernandez, M. Día, G. Guzmán, A. Calmont, R. Ciencia y tecnología alimentaria. “Ácidos Grasos Trans: Consumo e Implicaciones en la salud en niños”. En línea 2008. 9/dic/2009. <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/724/72460110.pdf>>
- Gagliostro. “La grasa butirosa”. En línea 2007. 10/mayo/2010 <http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/81-grasa_butirosa.pdf>
- Grasas [en línea], Disponible: <<http://www.eufic.org/jarticle/es/guia-alimentacion-nutricion/grasas/expid/basics-grasas/>> [Fecha de consulta: 21/enero/2010].
- Grasas trans y grasas hidrogenadas. Qué son, dónde se encuentran, por qué son tan peligrosas, y cómo reducir su consumo. [en línea], Disponible: <<http://www.uniondeconsumidores.org/UC/formacion/archivos/grasas.pdf>> [Fecha de consulta: 6/junio/2010].
- Grasas y producción alimentaria: El creciente uso de grasas en la industria alimentaria obliga a buscar formulaciones alternativas para aminorar los efectos nocivos para la salud [en línea], Disponible: <<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2007/11/21/172022.php>> [Fecha de consulta: 21/enero/2010].

- Grasas Monoinsaturadas. [en línea], Disponible:
 < http://www.estarsana.com/noticia_7468_grasas_monoinsaturadas.html> [Fecha de consulta: 9/mayo/2010].
- González, M. Ojeda, A Silencio, J. Cassis, J. Ledesma, H. Pérez, F Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México, D.F. México. Perfil lipídico de 25 pescados marinos mexicanos con especial énfasis en sus ácidos grasos n-3 como componentes nutracéuticos [en línea], Disponible:
 <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-06222004000300012&script=sci_arttext> [Fecha de consulta: 19/mayo/2010].
- Guillén, J.M. Los estudios científicos existentes confirman que el Ácido Eicosapentaenoico (EPA) es el nutriente esencial que muestra mayor beneficio para la salud mental y emocional. Revisión. [en línea], Disponible:
 <http://www.medicosprivados.com/archivos_usuario/42_investigacion_epa_review.pdf> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].
- Hernández, A. Cervantes, C. Servicio de Cardiología. Hospital Ramón y Cajal - Universidad de Alcalá. Madrid. Propiedades antioxidantes del aceite de palma y prevención del envejecimiento, también a nivel de las arterias. [en línea], Disponible:
 <<http://www.med-estetica.com/Cientifica/Revista/n46/aceitepalma.html>> [Fecha de consulta: 1/mayo/2010].
- Hollan B, Brown J and Buss DH (1993). Fish and Fish products. The third supplement. En: MacCance and Widdowson (eds). The Composition of foods (6^aed.). Londres. HMSO.
- INEC - Anuario de Estadísticas Vitales: Nacimientos y Defunciones [en línea], Disponible:
 <http://www.inec.gov.ec/web/guest/publicaciones/anuarios/inv_soc/nac_def> [Fecha de consulta: 16/enero2010].
- Innis, S. Ácidos grasos trans en el embarazo, lactantes y en edad preescolar [en línea], Disponible: <<http://www.grasastrans.info/2008/06/cidos-grasos-trans-en-el-embarazo.html>> [Fecha de consulta: 8/dic/2009].
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP): “Expertos a nivel mundial acuerdan que la calidad de las grasas que se consumen es más importante que la cantidad”. En línea 3/03/ 2009. 16/enero/2010. <<http://www.temasactuales.com/temasblog/health-issues/expertos-dicen-que-la-calidad-de-las-grasas-importa-mas-que-la-cantidad/>>.
- La OMS revisa sus pautas y recomienda aumentar el consumo de grasas esenciales presentes en la margarina. [en línea], Disponible:
 <<http://www.noticiasmedicas.es/medicina/noticias/2652/1/La-OMS-REVISA-sus-pautas-y-recomienda-aumentar-el-consumo-de-grasas-esenciales-presentes-en-la-margarina-/Page1.html>> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].

- Larqué, E. Garaulet, M. Pérez, F. Zamora, S. Tebar, F. “Fatty acid composition and nutritional relevance of most widely consumed margarines in Spain”. En línea 2003. 9/dic/2010.
<<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/.../279/281>>
- La grasa y la salud, estudios e investigaciones. [en línea], Disponible:
<<http://www.lasgrasas.com/grasa-y-salud/>> [Fecha de consulta: 3/mayo/2010].
- Las grasas trans son negativas para la salud cardiovascular y la obesidad. [en línea], Disponible:
<<http://grasasciencia.blogspot.com/2006/10/las-grasas-trans.html>> [Fecha de consulta: 10/mayo/2010].
- “Las Américas Libres de Grasas Trans”. En línea 2005. 9/junio/2010.<http://www.fundacionbengoa.org/noticias/grasas_trans.asp>
- Lezcano, E. “Galletitas Industriales Análisis de Cadena Alimentaria”. [en línea], Disponible:
<http://www.alimentosargentinos.gov.ar/03/farina/Galletitas_indust_2006/galletitas_industriales.htm> [Fecha de consulta: 1/junio/2010].
- Los ácidos grasos trans. [en línea], Disponible: <<http://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/los-acidos-grasos-trans>> [Fecha de consulta: 15/junio/2010].
- Los Ácidos Grasos Insaturados [en línea], Disponible: <<http://www.dietas.net/nutricion/las-grasas/los-acidos-grasos-insaturados.html>> [Fecha de consulta: 21/enero/2010].
- Los Ácidos Grasos DHA, esencial en el tratamiento del Alzheimer y la pérdida de la memoria. [en línea], Disponible:<http://www.dsalud.com/numero109_2.htm> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].
- Licata, M. “Ácidos Grasos Omega 3 y Omega 6”. [en línea], Disponible:
<<http://www.zonadiet.com/alimentacion/omega3.htm>> [Fecha de consulta: 15/mayo/2010].
- MAG - Situación Actual de las Oleaginosas y Aceites en el Ecuador [en línea], Disponible:
<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/oleaginosas/situacion_actual.htm> [Fecha de consulta: 16/enero/2010].
- Mataix, J. (2006). Nutrición y Alimentación Humana. Barcelona – España. Océano Tomo 1.
- Metabolismo Interno - Metabolismo de los lípidos. [en línea], Disponible:
<http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=79> [Fecha de consulta: 28/abril/2010].

- Monroy, R. “Ácidos grasos trans: riesgos a la salud y legislación mexicana”. En línea 2/julio/2009. 9/dic/2009.
<http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/49042009_ACIDOS_GRASOS_TRANS_RIESGOS_SALUD_LEGIS_MEXICO.pdf>
- Montaner, J. “Salud cardiovascular con ácidos grasos poliinsaturados”. En línea 01/11/2009. 12/mayo/2010.
<<http://www.consumer.es/web/es/salud/prevencion/2009/11/01/188882.php>>
- Mozaffarian D, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC. “Trans fatty acids and cardiovascular disease”. En línea abril 2006. 8/dic/2009.
<<http://www.saval.cl/link.cgi/CienciayMedicina/ProgresosMedicos/7070>>
- Omega 3 [en línea], Disponible:
<<http://www.botanicalonline.com/medicinalesomega3.htm>> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].
- Omega 3- La FDA confirma que los ácidos grasos Omega 3 reducen el riesgo de enfermedad cardiovascular. [en línea], Disponible:
<http://www.pulevasalud.com/ps/subcategoria.jsp?ID_CATEGORIA=102921&RUTA=1-2-2253-2923-100529-102921> [Fecha de consulta: 15/ mayo/2010].
- Omega-3&Omga -6. [en línea], Disponible:
<http://www.benexia.com/espanol/salud/omega_equilibrio.php> [Fecha de consulta: 17/mayo/2010].
- Omega 6 [en línea], Disponible: <<http://www.botanical-online.com/medicinalesomega6.htm>> [Fecha de consulta: 21/enero/2010].
- Organización Panamericana de la Salud. (2008). Aceites saludables y la eliminación de ácidos grasos trans de origen industrial en las Américas: iniciativa para la prevención de enfermedades crónicas. Washington, D.C.
- Organización Panamericana de la Salud [en línea], Disponible:
<<http://www.paho.org/spanish/ad/dpc/nc/transfat-declaracion-rio.pdf>> [Fecha de consulta: 8/junio/2010].
- Palma Africana en el Ecuador. [en línea], Disponible:
<http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=3468:palma-africana-en-el-ecuador&catid=49:articulos-tecnicos&Itemid=43> [Fecha de consulta: 8/dic/2010].
- “Papel de la dieta en la enfermedad cardiovascular”. 01/05/2002. 10/mayo/2010
<http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=37&id=13031739>

Peterson, G. Aguilar, D. Espeche, M. Mesa, M. Jáuregui, P. Díaz, H. Simi, M. Tavella, M. “Ácidos grasos trans en alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes en Argentina”. Argentina. En línea 2006. 3/mayo/2009.
<http://www.sup.org.uy/Archivos/adp77-1/pdf/adp77-1_14.pdf>

Principales Ácidos Grasos constituyentes de las materias grasas comestibles. [en línea], Disponible:
<http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/massonl01/1principales.html> [Fecha de consulta: 21/abril/2010].

PROPIA - Programa de Prevención del Infarto en Argentina- Alimentos Funcionales. [en línea], Disponible:<http://www.propia.org.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=65>[Fecha de consulta: 23/nové/2009].

Pueyrredón, P. Roviroso, A. Torres, M. Uicich, R. Ácidos grasos trans: Actualización y situación Argentina CESNI (Centro de Estudios Sobre Nutrición Infantil) [en línea], Disponible: <http://www.cesni.org.ar/pdfs_profesionales/acidos_grasos_trans.pdf> [Fecha de consulta: 9/dic/2009].

¿Qué es el ácido linoléico conjugado (CLA)?.[en línea], Disponible:
<http://www.quiminet.com/ar1/ar_aasdaasdvcd-que-es-el-acido-linoleico-conjugado-cla.htm> [Fecha de consulta: 2/nov/2010].

Reunión Científica “GRASAS SALUDABLES” – INCAP. En línea 18/04 2007. 16/enero/2010.
<<http://www.sica.int/busqueda/Noticias.aspx?IDItem=14379&IDCat=3&IdEnt=29&Idm=1&IdmStyle=1>>

Sabater, J. Sabater, G. Ácidos grasos: importancia metabólica. [en línea], Disponible:
<<http://www.sabater-tobella.com/index.php?id=331>> [Fecha de consulta: 30/marzo/2010].

Sanhueza, J. Nieto, S. Valenzuela, A. Laboratorio de Lípidos y Antioxidantes Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile “Acido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso”. En línea 08/2002. 11/mayo/2010.
<http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-75182002000200004&script=sci_arttext>

Solas, J. Garcia, J. [en línea], Disponible:< <http://www.lasgrasas.com/acidoPalmitoleico/>>. [Fecha de consulta: 9/mayo/2010].

Solórzano del Río, H. La diabetes y los ácidos grasos [en línea], Disponible:
<www.hector.solorzano.com.mx/articulos/diabetes2.html> [Fecha de consulta: 9/nov/2010].

- Tavella, M. Perego, L. Peterson, G. Espeche, M. Marteau, S. Ácidos Grasos Trans: Concepto e Implicancias Clínicas Programa de Prevención del Infarto en Argentina. [en línea], Disponible: <<http://educapalimentos.iespana.es/pdf/ACIDOSGRASOSTRANS.pdf>> [Fecha de consulta: 1/dic/2009].
- Tavella, M. Peterson, G. Espeche, M. Perego, L. Rol de las grasas en nuestra morbimortalidad cardiovascular de origen isquémico PROPIA. Programa de Prevención del Infarto en Argentina [en línea], Disponible: <<http://www.propia.org.ar/descargas/nutricion.pdf>> [Fecha de consulta: 11/enero/2010].
- “Titulares de Grasas Trans”. En línea 28/11/2008. 19/mayo/2010. <<http://www.grasas-trans.info/2008/11/11-introduccion.html>>
- V, Griguol., M, León-Camacho., & I.M. Vicario. “Revisión de los niveles de ácidos grasos trans encontrados en distintos tipos de alimentos”. España – Sevilla. En línea Enero - Marzo 2007. 3/mayo/2009. <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/2457/1/Trans.pdf>>
- V. Griguol1, I.M. Vicario1 y M. León. (2003). Contenido en isómeros geométricos de los ácidos grasos en helados comerciales españoles. [en línea], Disponible: <<http://digital.csic.es/bitstream/10261/2443/1/Griguol.pdf>> [Fecha de
- Valenzuela, A. El ácido docosahexaenoico (DHA), un ácido graso esencial para la adecuada función de las células neuronales: su efecto en los desórdenes del comportamiento. [en línea], Disponible: <<http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/viewArticle/567>> [Fecha de consulta: 12/mayo/2010].
- Valenzuela, A. Ácidos Grasos con isomería Trans, su origen y los efectos en la salud humana. Centro de Lípidos, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos, (INTA). Universidad de Chile, Santiago de Chile. [en línea], Disponible: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001> [Fecha de consulta: 9/dic/2009].
- Sanhueza C, J. Nieto K, S. Valenzuela B, A. “Ácido Linoleico Conjugado: Un ácido grasos con isomería trans potencialmente beneficioso”. En línea Agosto 2002. 11/dic/2010. <http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0717-75182002000200004&script=sci_arttext>
- Yépez, R. (2004). Bioquímica Médica. Quito: Arco Iris producción grafica.

ANEXOS

Anexo N°1.- Resumen Ácidos Grasos

Tipo	Fórmula	Principales fuentes	Principales efectos en la salud
Ácido Butírico	C ₄ H ₈ O ₂	Mantequilla	
Ácido Caproico	C ₆ H ₁₂ O ₂	Mantequilla	
Ácido Caprílico	C ₈ H ₁₆ O ₂	Palma, aceite de coco, leche materna, leche de vaca	Incrementa las concentraciones de colesterol
Ácido Cáprico	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	Manteca, aceite de coco.	Incrementa las concentraciones de colesterol
Ácido Láurico	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	Aceite de coco y aceite de palma	
Ácido Mirístico	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	Leche, nuez moscada, aceite de palma, aceite de coco, mantequilla y manteca	Aumenta la concentración de colesterol
Ácido Palmítico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	Carnes, mantequilla, queso y crema, aceites vegetales de coco, palma y palmiste, manteca de cacao	Ácido graso menos saludable, incrementa los niveles de colesterol total y LDL
Ácido Esteárico	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	Carne, el pescado, los cereales y los lácteos	Efecto menor sobre el colesterol y las lipoproteínas plasmáticas
Ácido Araquídico	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	Aceite de maní	
Ácido Palmitoleico	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	Aceite de nuez de macadamia, grasas animales, aceites vegetales y aceites marinos	Efecto positivo en la piel, es eficaz en la regeneración de piel (eccemas, dermatitis atópicas y psoriasis) y mucosas
Ácido Oleico	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	Aceite de oliva	Aumenta la fracción HDL, reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares
Ácido Elaídico		Aceites vegetales hidrogenados, crema de leche, grasa de carne de vaca	Acción hipercolesterolemizante
Ácido Linoleico	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	Aceites vegetales (girasol, maíz, soja, algodón, maní, cartamo), aceite de semilla de uva, aceite de linaza, nueces, almendra, huevos	Promueve la disminución de la concentración sanguínea de triglicéridos, disminución en la presión arterial y decremento en la agregación plaquetaria.
Ácido Linolénico	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	Soya, aceite de lino (linaza)	Es cardioprotector
Ácido Araquidónico		Alimentos de origen animal como carnes, lácteos, huevos	Relacionado con el aumento de la regeneración y reparación muscular, mejora la recepción de andrógenos, la insulina.
Ácido Eicosapentaenoico (EPA)	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	Aceite de hígado de bacalao, arenques, salmón, sardinas	Acciones antiinflamatorias y anticoagulantes, disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos y la reducción de la presión sanguínea.
Ácido Docosahexaenoico (DHA)	C ₂₂ H ₃₂ O ₂	Pescados (salmón, arenque, atún), aceite de hígado de bacalao	Importante papel en la formación y funciones del cerebro, actuando principalmente a nivel de las membranas celulares
Ácido Linoleico Conjugado		Aceites vegetales (aceite de maíz, aceite de soja, aceite de girasol, entre otros.), carne vacuna, mantequilla, queso, leche y yogurt.	Efecto hipocolesterolémico y antiaterogénico, acción inmuno-estimulante, protección contra cierto tipo de cánceres, su función antioxidante
Ácidos grasos Trans		Margarinas, mantecas vegetales hidrogenadas y derivados: galletas, productos de repostería, panes, tortas, hojaldre, papas fritas. Leche y sus derivados y carne de rumiantes.	Aumentan los niveles de LDL (colesterol malo) favoreciendo la aterosclerosis (depósito principalmente de grasas en las arterias), disminuye la respuesta de la sangre a la insulina.

Anexo N°2.- Esquema de la encuesta

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ENFERMERÍA
CARRERA DE NUTRICIÓN HUMANA
NOMBRE DEL ESTUDIO
DETERMINACIÓN DEL PERFIL LIPÍDICO EN PRODUCTOS ECUATORIANOS DE
MAYOR CONSUMO

Universidad en la que estudia:

Edad: años

Sexo: M..... F.....

FAVOR SIRVASE CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS DE LA MANERA MAS REAL POSIBLE PUESTO QUE SU INFORMACION NOS PERMITIRA CONOCER LAS CARACTERISTICAS DE LA OFERTA DE ALIMENTOS EN NUESTRO MEDIO

De la siguiente lista de alimentos que aparece en cada una de las preguntas, marque con una **X** aquel alimento que consume con mayor frecuencia. Escriba la marca del producto seleccionado y el lugar dónde lo compra. Si consume otro producto que no este enunciado especifique su nombre en la opción Otros.

1. ¿Qué tipo de aceite se utiliza en su hogar con mayor frecuencia para preparar los alimentos?(una solo respuesta)

Girasol	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Oliva	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Maíz	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Soya	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Palma	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Otro (tipo)	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____

2. ¿Qué tipo de margarina consume con mayor frecuencia? (una solo respuesta)

Margarina suave	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Margarina light	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
Otra (tipo)	_____	marca	_____	Lugar dónde compra el producto	_____
No consume	_____				

3. ¿Qué tipo de galleta simple consume más frecuentemente? (una solo respuesta)

Galletas de sal	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
Galletas de dulce (con o sin chispas)	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
Galletas integrales	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
Otra (tipo)	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
No consume	_____				

4. ¿Qué tipo de galleta con relleno consume con mayor frecuencia? (una solo respuesta)

Galletas de dulce con relleno	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
Galletas de sal con relleno	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
Otra (tipo)	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
No consume	_____				

5. ¿Señale la galleta con cobertura que consume con mayor frecuencia? (una solo respuesta)

Galletas bañadas de chocolate	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
Otro (tipo)	_____	marca	_____	Lugar de compra	_____
No consume	_____				

6. ¿Qué tipo de producto de pastelería consume con mayor frecuencia. Señale la marca cuando el producto tenga etiqueta? (una sola respuesta)

Poncakes	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Cakes o pastas	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Pie	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Orejitas	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Fosforitos	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Pastelitos rellenos	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Mil hojas	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Conitos	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Volován	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Donald	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Otro (tipo)	_____	marca _____	Lugar de compra _____
No consume	_____		

7. ¿Indique el tipo de snack que consume con mayor frecuencia? (Señale una sola respuesta)

Papas fritas	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Chifles (sal o dulce)	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Cueritos	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Snacks de maíz (cachitos, hojuelas de maíz)	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Yucas fritas	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Maní	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Snacks de semillas	_____	marca _____	Lugar de compra _____
Otro (tipo)	_____	marca _____	Lugar de compra _____
No consume	_____		

8. ¿En cuál establecimiento de comida rápida de las siguientes cadenas transnacionales consume papas fritas con mayor frecuencia? (Señale una sola respuesta)

Mc Donalds	_____
Kentucky Fried Chicken (KFC)	_____
Burger King	_____
Pizza Hut	_____
Tropi Burguer	_____
Hamburguesas Rusty	_____
Otro (nombre del lugar)	_____
No consume	_____

9. ¿En cuál establecimiento de comida rápida que no sean cadenas transnacionales consume papas fritas con mayor frecuencia? (Señale una sola respuesta)

Caravana	_____
Papitas a lo Bestia	_____
Otro (nombre del local o lugar de compra)	_____
No consume	_____

Anexo N°3.- Fotografías de la extracción y esterificación de grasas saponificables

Aceites y margarinas



Snacks



Productos de pastelería



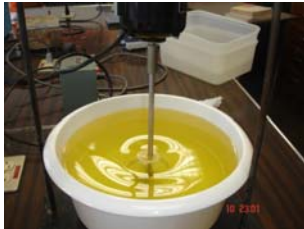
Papas fritas



Galletas



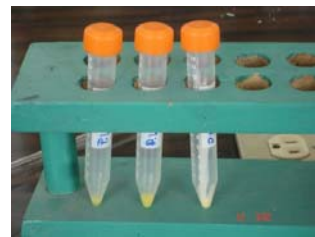
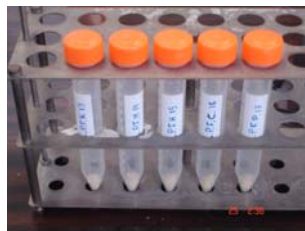
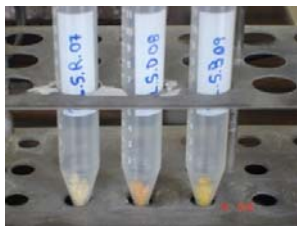
- Homogenización de los alimentos



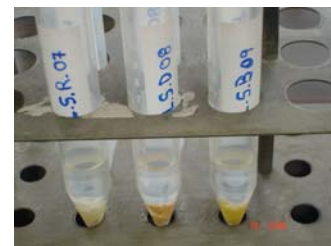
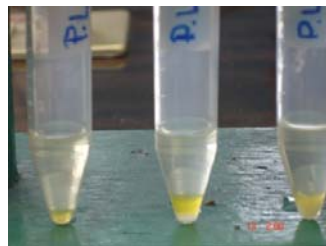
- Pesar las muestras



- Muestras en tubos de ensayo para la extracción



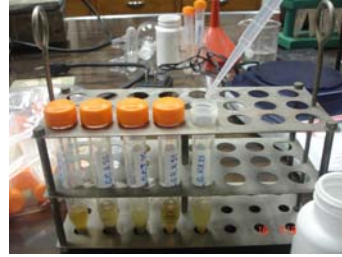
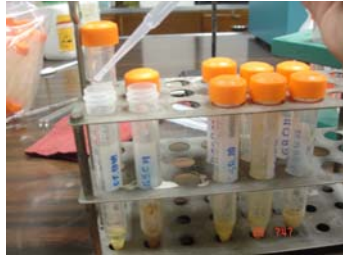
- Adición de hidróxido de potasio en metanol a las muestras



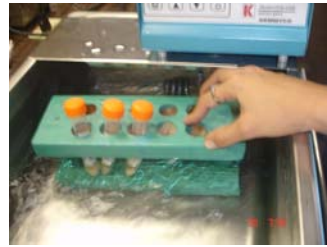
- Calentamiento de las muestras a baño maría a ebullición



- Adición de ácido clorhídrico en metanol



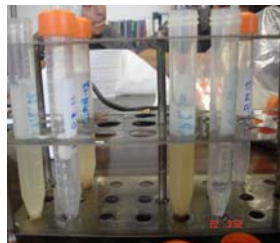
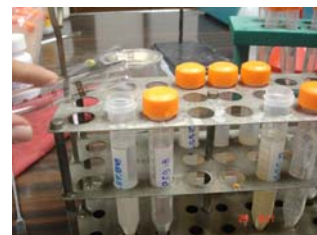
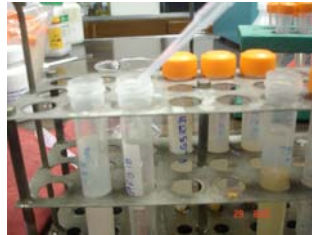
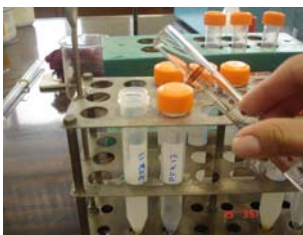
- Calentamiento de las muestras a baño maría



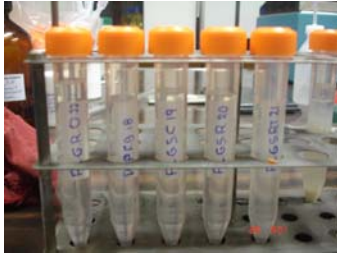
- Adición de agua destilada



- Extracción de la fase orgánica utilizando éter de petróleo

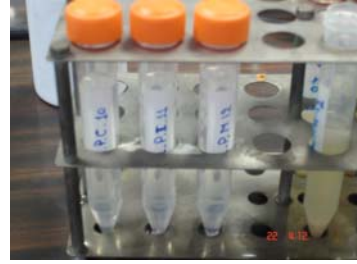


- Extracto etéreo



Anexo
informativo (Artículo en formato PDF)

Nº4.-



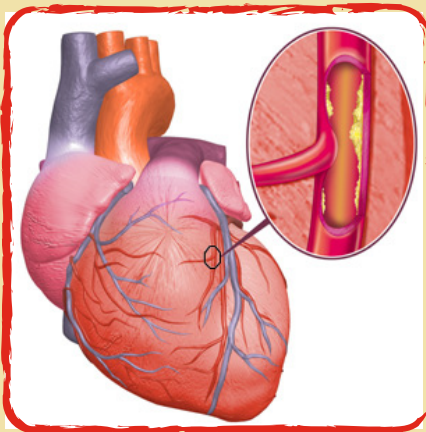
Material

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “ PERFIL LIPÍDICO Y CONTENIDO DE ÁCIDOS GRASOS TRANS EN PRODUCTOS ECUATORIANOS DE MAYOR CONSUMO ”

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Por: Andrea Guzmán F.
Pablo Pozo P.
Pablo López P.

Las grasas son nutrientes importantes dentro de una alimentación saludable y balanceada, se caracterizan por proporcionar buen sabor a las comidas y el más alto nivel de energía (9 Kcal/g de grasa), además de contribuir a la absorción de vitaminas liposolubles (A, E, D y K). En el organismo, las grasas cumplen varias funciones vitales: pueden almacenarse y proporcionar energía para satisfacer necesidades aún en condiciones extremas como en estados de inanición, componentes estructurales de las membranas celulares, proveen protección a los órganos internos y contribuyen a mantener la temperatura corporal.



Existe una relación entre grasas alimenticias saturadas y enfermedades cardiovasculares. Esta relación se apoya en una amplia gama de pruebas acumuladas a partir de experimentos con animales, así como estudios de observación, clínicos y estudios metabólicos llevados a cabo en diversas poblaciones humanas. Además, está demostrado que las grasas saturadas son el componente dietético que más influye en los niveles de colesterol total en sangre y de colesterol-LDL. Las grasas insaturadas por su lado, tienen acción en la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles, especialmente la enfermedad cardiovascular, a través de la reducción de los niveles de LDL y aparentemente elevando las concentraciones de lipoproteínas HDL. En este grupo se incluyen ácidos grasos que son nutrientes esenciales relacionados con el crecimiento y el desarrollo e

implicados, no sólo en la maduración y el crecimiento cerebral y retiniano del niño, sino que intervienen en los procesos de inflamación, coagulación, presión arterial, órganos reproductivos y metabolismo graso. Por otro lado, los ácidos grasos poliinsaturados son necesarios para mejorar la sensibilidad a la insulina, especialmente los omega-3 en pacientes diabéticos. Un reporte de la Academia de Ciencias de Nueva York demuestra que “las dietas experimentales altas en ácidos grasos omega-6 producen resistencia a la insulina. Sin embargo, la complementación con ácidos grasos omega-3, restaura la sensibilidad a la insulina, aún cuando la dieta siga alta en otras grasas”⁴. Los ácidos grasos trans (AGT) tienen efectos adversos para la salud humana al aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y de muerte súbita de origen cardiaco. Estos trastornos se deben al incremento significativo de la concentración de LDL en sangre y disminución de HDL. Estudios recientes han demostrado que los AGT podrían estar asociados con otras patologías como diabetes, cáncer, obesidad, entre otras.



Es bien conocido que una ingesta excesiva de grasas en la alimentación ocasiona diversos problemas de salud, por lo tanto es fundamental conocer la cantidad de lípidos y el tipo de ácidos grasos que poseen ciertos alimentos que consume la población como punto inicial para empezar a regular e incentivar un balance de ácidos grasos saludables. Especialmente la identificación de los productos que contienen altas concentraciones de ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans, permitirá que los consumidores orienten de mejor manera la adquisición de los alimentos y se convierten en instrumento para exigir a la empresa una oferta más apropiada de sus productos. El presente estudio es la primera investigación ecuatoriana en identificar el perfil lipídico en los alimentos pre envasados de mayor consumo de la población ecuatoriana y señala los productos con mayores concentraciones elevadas de AGT y saturados.

Objetivo:

Determinar el perfil lipídico, especialmente el contenido de ácidos grasos trans y grasas saturadas, en productos ecuatorianos pre envasados de mayor consumo de la Ciudad de Quito.



Resultados:

Los datos del estudio señalan que el contenido de ácidos grasos saturados (AGS) es alto en los productos pre envasados que se consumen habitualmente. El contenido de AGT no muestra concentraciones significativas, excepto en galletas, especialmente aquellas que contienen chocolate en su composición, sin embargo no superan el 2% de la cantidad de la grasa presente en los productos. Los derivados de pastelería, específicamente en biscochos esponjados de dulce (poncakes) y pasteles con masa de hojaldre (milhojas), son los que muestran mayor contenido de AGTrans. Los productos en general muestran alteraciones en el balance omega6:omega3, siendo más evidente en los aceites a base de girasol, por su composición elevada en ácido graso linoleico. El contenido de ácidos grasos poliinsaturados de la familia omega-3 es bajo en todos los productos analizados. Este desbalance en el contenido de ácidos grasos podría favorecer la presencia de enfermedades cardiovasculares en la población ecuatoriana.

Grafico1. Porcentaje total de ácidos grasos en productos de pastelería de mayor consumo. Quito 2010

En el gráfico 1, se aprecia el contenido elevado de ácidos grasos saturados (en promedio aproximadamente 60%) en productos de pastelería. Varios de estos productos emplean la masa de hojaldre para sus preparaciones, en cuya elaboración utilizan mantecas de tipo vegetal (aceites parcialmente hidrogenados). Esto se evidencia por el contenido de AGT en pasteles con masa de hojaldre (milhojas 2,1%), debido a la necesidad de mantener ciertas características organolépticas de los productos de pastelería.

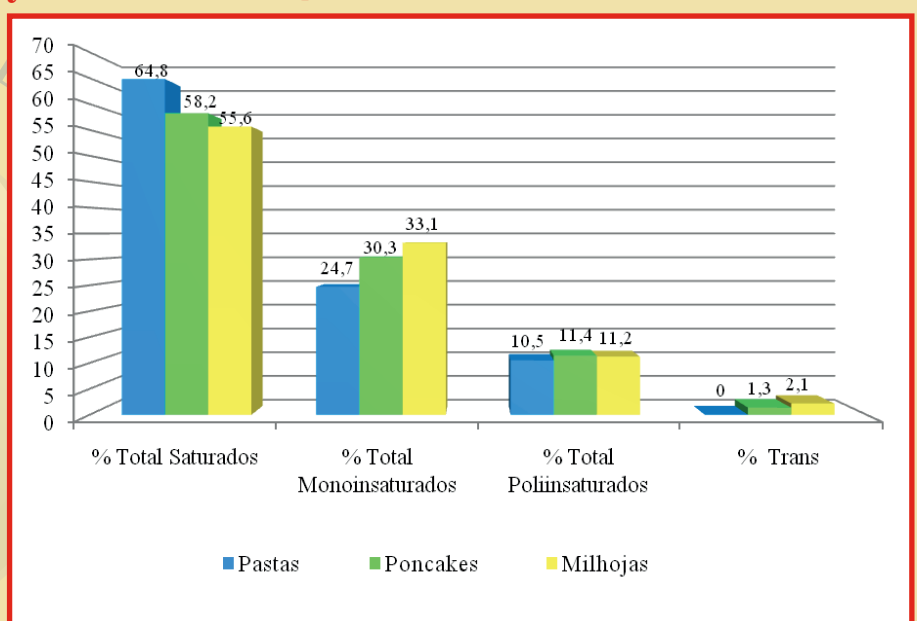
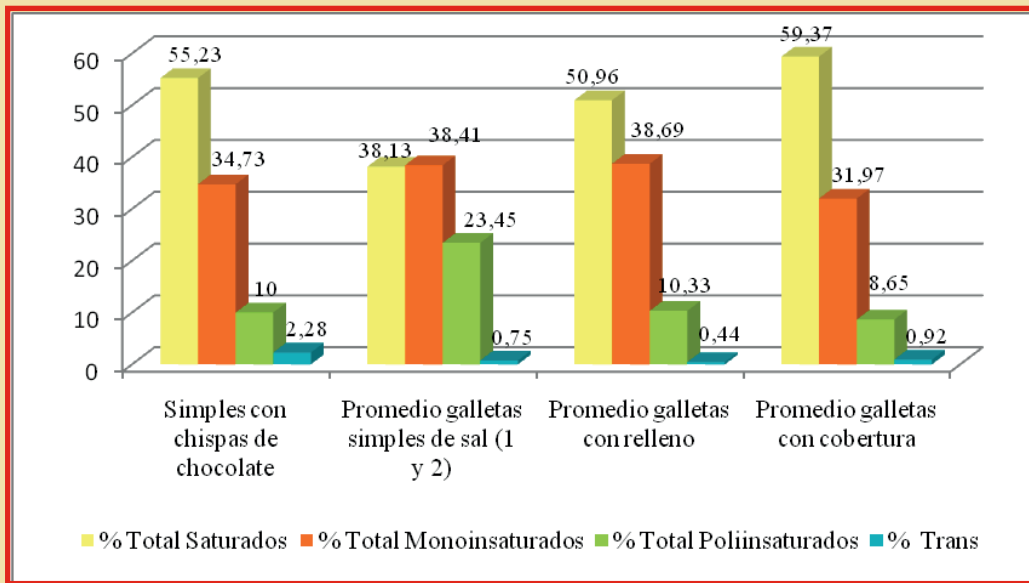
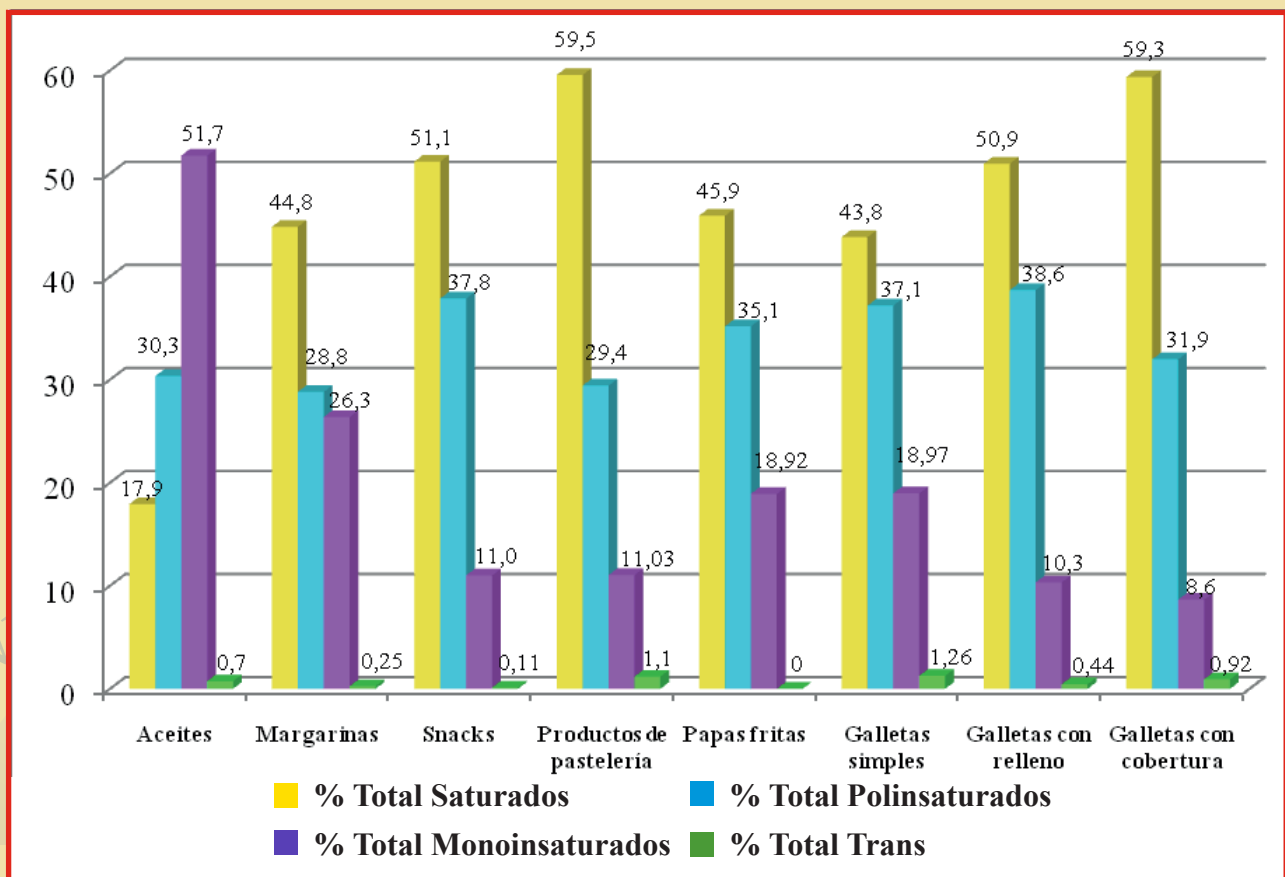


Gráfico 2. Porcentaje total de ácidos grasos en galletas de mayor consumo. Quito 2010



En el Gráfico 2. el contenido de grasas saturadas en galletas es alto, especialmente en galletas con cobertura. Mientras que el contenido de AGT es mayor en galletas con chispas de chocolate (2,28%). Este último hallazgo responde a la presencia de las fracciones de chocolate empleadas en su fabricación.

Gráfico 3. Porcentaje promedio de ácidos grasos de los grupos de alimentos estudiados. Quito 2010



En el Gráfico 3 se representa el contenido de grasas de la totalidad de muestras analizadas. En términos generales la concentración de grasas saturadas es alta, excepto en los aceites comestibles, debido a que en las muestras predominaban mezclas de aceites de palma y soya. El contenido de grasas poliinsaturadas es significativo en los aceites, por la presencia alta de ácido linoleico. La concentración de grasas trans no es significativa, sin embargo, en las galletas simples y en productos de pastelería el porcentaje supera a la de los alimentos restantes. Ninguna de las muestras analizadas tiene aporte importante de ácidos grasos omega-3, razón por la que la relación omega-6/omega-3 se encuentra alejada de las recomendaciones sobre una dieta de lípidos saludables.

Conclusiones:

Los productos industrializados muestran importantes concentraciones de grasas saturadas, por su lado los productos no muestran aportes significativos de omega-3, razón por la que se nota un desbalance en el contenido de ácidos grasos que podría favorecer la presencia de enfermedades cardiovasculares.



Recomendaciones:

Se recomienda el desarrollo de políticas dirigidas a la industria alimentaria para que mejoren la calidad nutricional de los alimentos, además se recomienda informar a la población de los riesgos del consumo y fuentes alimentarias de grasas saturadas y trans, para que la población seleccione alimentos saludables mejorando el equilibrio entre los diferentes tipos de ácidos grasos.



Referencias Bibliográficas

- 1 Sabater, J. Sabater, G. Ácidos grasos: importancia metabólica. [en línea], Disponible:< <http://www.sabater-tobella.com/index.php?id=331>> [Fecha de consulta: 30/marzo/2010].
- 2 Consulta FAO/OMS de expertos. (1997). Grasas y aceites en la nutrición humana.
- 3 Mataix, J. (2006). Nutrición y Alimentación Humana. Barcelona – España. Océano Tomo 1.
- 4 Solórzano del Río, H. La diabetes y los ácidos grasos [en línea], Disponible: <www.hector.solorzano.com.mx/articulos/diabetes2.html> [Fecha de consulta: 9/nov/2010].
- 5 Valenzuela, A. Ácidos Grasos con isomería Trans, su origen y los efectos en la salud humana. o p.cit., p. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182008000300001
- 6 Díaz Perilla, M, ND; Becerra, L, ND. “Relación entre el consumo de ácidos grasos trans contenidos en la margarina vegetal y los niveles de lípidos sanguíneos en individuos de Bogotá.” En línea Septiembre/Octubre 2001. 25/nov/2009. <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v9n3/9n3a2.pdf>>

PARA GRADOS ACADÉMICOS DE LICENCIADOS (TERCER NIVEL)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

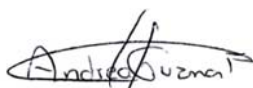
DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo, **ANDREA GEOVANA GUZMÁN FIGUEROA**, C.I. 171620875-4, autora del trabajo de graduación intitulado: **“Perfil lipídico y contenido de ácidos grasos trans en productos ecuatorianos de mayor consumo”**, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADA EN NUTRICIÓN HUMANA** en la Facultad de Enfermería:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 15 de abril del 2011



Andrea Geovana Guzmán Figueroa
C.I. 171620875-4