



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE

TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO:

**ACEITE DE CHÍA. BENEFICIOS E
INCONVENIENTES DE SU CONSUMO**

Autor: Lucía Ugena Díaz

D.N.I.: 03939501-S

Tutor: Francisco José Sánchez-Muniz

Convocatoria: 30 Junio del 2015

Índice

	Página
<i>Abreviaturas</i>	2
1. Resumen	3
2. Introducción: antecedentes generales de la chía	3,4
3. Objetivos	4
4. Metodología	4
5. Resultados	4-15
5.1. Características de <i>Salvia hispanica L.</i>	5
5.2. Producción y superficie mundial de las semillas de chía	5,6
5.3. Mercado y precios	6
5.4. Aspectos legislativos y algunas aplicaciones comerciales	6,7
5.5. Composición de las semillas de chía	7,8,9
5.6. Extracción del aceite a partir de las semillas de chía	9,10
5.7. Beneficios del consumo del aceite de chía. Importancia de los ácidos grasos poliinsaturados ω -3 en la salud	10-15
5.8. Inconvenientes del consumo del aceite de chía	15
6. Discusión	15,16
7. Conclusiones	16,17
8. Bibliografía	17,18,19,20

Abreviaturas

AA: ácido araquidónico; AGM: ácidos grasos monoinsaturados; AGPI: ácidos grasos poliinsaturados; AGS: ácidos grasos saturados; ALA: ácido α -linolénico; DHA: ácido docosahexaenoico; DM2: Diabetes mellitus de tipo 2; ECV: enfermedad cardiovascular; EPA: ácido eicosapentaenoico; FDA: Food and Drug Administration; HDL: lipoproteínas de alta densidad; HDL-col: colesterol transportado por las lipoproteínas de alta densidad; HTA: hipertensión arterial; IDL: lipoproteínas de densidad intermedia; IL: interleuquinas; LA: ácido linoleico; LDL: lipoproteínas de baja densidad; PA: presión arterial; PCR: proteína C reactiva; PPAR: receptores activados por proliferadores de los peroxisomas; SM: síndrome metabólico; TG: triglicéridos; TNF- α : factor de necrosis tumoral alfa; VLDL: lipoproteínas de muy baja densidad.

1. RESUMEN

La chía (*Salvia hispanica, L.*) es una especie originaria de Centroamérica que ha ido extendiendo su producción y comercialización a nivel mundial como consecuencia de su importante valor nutricional. Esto se debe a su composición química rica en ácidos grasos poliinsaturados ω -3 (AGPI ω -3), además de fibra, compuestos antioxidantes, hidratos de carbono, proteínas, vitaminas y minerales. Destacan entre todos estos compuestos su muy elevado contenido en ácido α -linolénico (ALA), de indudables beneficios, entre ellos nivel cardiovascular y metabólico. Para demostrar dichos beneficios, así como posibles inconvenientes que puedan estar asociados a su consumo se ha realizado un estudio bibliográfico actual en base de datos, en el que los resultados obtenidos han permitido confirmar la presencia de ciertos beneficios e inconvenientes. Sin embargo, esto no nos permite generalizar y extrapolar los resultados a la población general, debido a los escasos estudios existentes hasta el momento con aceite de chía.

2. INTRODUCCIÓN: ANTECEDENTES GENERALES DE LA CHÍA

La planta de chía es un cultivo autóctono de Centroamérica con una extensa historia agrícola (1), ya que existen evidencias que demuestran que la semilla de chía fue utilizada como alimento hacia el año 3500 a.C., siendo cultivada en México. Asimismo, según fundamenta el Codex Florentino fue uno de los principales componentes de la dieta de los Aztecas, y en él se describen algunos aspectos relacionados con la producción, comercialización y usos de la chía (1,2).

Tras la conquista de América, algunas tradiciones de los nativos y parte de su agricultura y de su sistema de comercialización se vieron afectados. De tal modo que, ciertos cultivos predominantes en las dietas precolombinas, como era el caso de la chía y el amaranto, fueron reemplazados por especies no autóctonas como el trigo, la cebada, o el arroz. Sin embargo, pese a ello se preservó el cultivo de la chía (1,3,4).

Durante muchos años las semillas de chía fueron comercializadas exclusivamente en mercados mexicanos, y posteriormente en herboristerías del sudeste de California y Arizona (1,5), hasta que en 1991 se inició el Proyecto Regional del Noroeste de Argentina, con la finalidad de identificar y potenciar nuevos cultivos, considerándose a esta planta como una de las especies más prometedoras (1,6).

Los resultados de las investigaciones científicas acerca de los efectos negativos de las grasas saturadas, los ácidos grasos *trans* y el desbalance entre los AGPI ω -6 y ω -3

de la dieta occidental, así como los beneficios del consumo de AGPI ω -3 para reducir la incidencia y prevalencia de enfermedades degenerativas y otras patologías (7) han potenciado el interés por el aceite y semillas de chía debido a su riqueza en AGPI ω -3, como se discutirá más adelante. Por último, parece interesante señalar que la ciencia actual ha permitido explicar, al menos en parte, por qué las antiguas civilizaciones consideraban a la chía un componente básico de su dieta con propiedades saludables.

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es obtener información contrastada, relevante y actual sobre la semilla y aceite de chía. Así mismo, este objetivo nos permite plantear otros objetivos más específicos como:

- 1) Conocer los motivos por los que está incrementándose tanto el interés comercial y científico como la producción a nivel mundial de dicho vegetal y su aceite.
- 2) Estudiar los beneficios e inconvenientes que implican su consumo.
- 3) Determinar la relación entre sus propiedades y su composición química.

4. METODOLOGÍA

A lo largo del estudio hemos encontrado ciertas limitaciones en materia de fuentes documentales y estadísticas con lo que respecta al “Aceite de chía”, sin embargo, pese a ello se ha podido realizar una consulta bibliográfica tanto en Internet como en otras fuentes de información. De modo que, para alcanzar los objetivos planteados, la investigación se ha sustentado en la recopilación y revisión bibliográfica presente principalmente en Internet. Con respecto a la búsqueda realizada se han utilizado herramientas como: el buscador de “Google académico”, bases de datos científicas como “PubMed-NCBI”, “UpToDate” y “Medline” y material bibliográfico físico, más concretamente libros. Para ello se realizaron diferentes combinaciones en las que se incluyeron las siguientes palabras clave: “Aceite de Chía”; “Chía”; “*Salvia hispanica*”; “Chia seeds”; “Chia seeds benefits”; “Chia oil”; “Chia seeds and diabetes”; “Metabolic syndrome”; “Metabolic syndrome-omega”.

5. RESULTADOS

Tras integrar y analizar todos los datos seleccionados que han sido recogidos en el proceso de búsqueda bibliográfica, la información pertinente a la chía que se ha considerado oportuno abordar ha sido la siguiente:

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA *Salvia hispanica* L

La chía pertenece a la familia de las *Lamiaceae* y al género *Salvia*, que incluye unas 900 especies que se distribuyen extensamente en varias regiones del mundo. *S. hispanica* es una planta herbácea anual que mide de 1 a 1,5 m de altura, con tallos ramificados, con pubescencias cortas y blancas, que se caracteriza por sus flores llamativas de múltiples colores. Las hojas se encuentran opuestas con bordes aserrados y de color verde intenso. Las flores son hermafroditas de un tono entre violeta y celeste o blancas, pedunculadas y reunidas en grupos de seis o más, en verticilos sobre el raquis de la inflorescencia (**Figura 1a**). El fruto, al igual que otras especies de esta familia, es un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar 4 mericarpios parciales denominados núculas, comúnmente conocidos como “semillas”, los cuales son monospermicos, ovales, suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares marrones en su mayoría y algunos blancos y miden entre 1,5 a 2,0 mm de longitud (**Figura 1b**).



Figura 1. a) *Salvia hispanica* L. Cultivo en flor. Fuente: <http://www.healthyageing>

b) Semillas de *Salvia hispanica* L. Tomado de: <http://www.perunatural.pe/chia.html>

5.2 PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE MUNDIAL

La Chía (*Salvia hispanica* L.) es una planta originaria de áreas montañosas de México, que se distribuye en ambientes cálidos y templados. Actualmente, su cultivo se ha extendido por zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica como Argentina, México, Bolivia, Guatemala y Ecuador, e incluso ha alcanzado países donde las condiciones climáticas no son las óptimas. Por ello, en estos casos las semillas se siembran en invernaderos durante los meses de marzo y abril, ya que la planta no tolera las heladas. De modo que, Argentina es uno de los principales países productores de chía, dadas las características agroecológicas que permiten realizar el cultivo con costes bajos de implantación y sin necesidad de emplear insecticidas, por lo que se clasifica como un “cultivo noble” (8). La época de desarrollo de la planta también puede

contribuir a diferencias en la composición química de la semilla (9). Así, la temperatura, la luz, el tipo de suelo y la nutrición de las plantas afectan tanto a la cantidad como a la calidad del aceite contenido en la semilla de chía. De tal modo que, se ha registrado una correlación negativa entre las temperaturas medias y el contenido de ALA de la semilla de chía formada a principios de abril y a finales de mayo, por lo que es probable que las altas temperaturas reduzcan la formación del ALA, tal como ocurre en otras oleaginosas (10).

5.3 MERCADO Y PRECIOS

Según los datos recogidos por la FAO se puede observar que la superficie productiva destinada al cultivo de la chía a nivel mundial en el año 2013 fue de 250.000 has, de las cuales casi el 50% pertenecían a Argentina. Como consecuencia del aumento de la demanda industrial, así como por la multitud de usos en los que se están empleando las semillas de chía en los últimos años, el precio está incrementándose. De tal manera que el coste de la tonelada hace unos años era aproximadamente de 2.500 \$ USA y en la actualidad alcanza los 7.000 \$ USA. La mayor demanda proviene de Estados Unidos, Japón y Europa, con precios promedio entre 3 y 4 \$ USA/kg. Actualmente, existen empresas que comercializan semillas enteras, molidas, en harina, aceite y en cápsulas, para el comercio interno y externo. Estando conformado el mercado interno por herbolarios, supermercados, restaurantes, molinos e industria alimenticia en general. Según datos de distribuidoras mayoristas los precios de venta ascienden a 65 \$ USA/kg, mientras que el precio minorista llega a 120 \$ USA/kg (8).

5.4 ASPECTOS LEGISLATIVOS Y APLICACIÓN COMERCIAL

A nivel internacional, la semilla de chía es considerada como un complemento alimenticio por la FDA. En este sentido, en el año 2009, la Comisión Europea autorizó la comercialización de semillas de chía enteras y trituradas, para ser utilizadas como un nuevo ingrediente alimentario en productos de panadería con un contenido máximo del 5%. Además, la industria alimentaria de diversos países como Reino Unido, Canadá, Chile, Australia, Nueva Zelanda y México utilizan la semilla de chía o su aceite en la elaboración de productos destinados al consumo humano y animal, tales como cereales de desayuno, panes, galletas, barritas energéticas, zumos de frutas, yogures, aderezos de ensaladas, suplementos dietéticos, entre otros (11,12). Además, se han logrado obtener productos de origen animal enriquecidos con AGPI ω -3, tales como huevos, pollo, carne

bovina, chorizo, jamón, leche y quesos, los cuales presentan características organolépticas adecuadas y son bien aceptados por el consumidor (12).

5.5 COMPOSICIÓN DE LAS SEMILLAS DE CHÍA

En la **Tabla 1** se presentan datos sobre la composición y contribución nutricional de la chía.

Tabla 1. Composición general y aportes nutricionales de las semillas de chía.

Componente	100g	1 porción	%DDR*
Energía (Kcal)	536	134	6,7%
Proteínas (g)	17,2 (19-27)	4,3	26,5%
Hidratos de carbono	44	11	15,43%
Fibra dietética total	28,32 (23,81-32,84)	5,67	21%
Lípidos (g)	34,3 (30-38,6)	8,6	12,8%
◆ AGS	2,2	0,8	
◆ AGMI	2,3	0,6	
◆ AGPI ω-6	7,6	1,9	21,7%
◆ AGPI ω-3	22,2	5,5	277,5%
◆ Ácidos grasos <i>trans</i>	0	0	0
Colesterol (mg)	0	0	0
Sodio (mg)	<20	<5	
Potasio (mg)	700	175	116%
Calcio (mg)	820	205	20,5%
Hierro (mg)	16,4	4,1	22,8%
Fósforo (mg)	924	231	33%
Magnesio (mg)	392	98	28%
Zinc (mg)	6,8	1,7	15,5%
Cobre (mg)	2,1	0,53	26%
Vitamina A (μg)	44	11	<1%
Tiamina (mg)	0,2	0,05	4,2%
Riboflavina (mg)	5,2	1,3	<1%
Niacina (mg)	6,4	1,6	1%

AGS: Ácidos grasos saturados; AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI ω-6: Ácidos grasos poliinsaturados ω-6; AGPI ω-3: Ácidos grasos poliinsaturados ω-3; %DDR: Dosis Diaria Recomendada. DDR* para una dieta con una cobertura de requerimientos de 2000kcal (por porción)

Entre los componentes que presenta la semilla de chía destacaremos:

a) Contenido de ácidos grasos

El contenido de aceite en la semilla de chía es de alrededor del 34%, el cual presenta el mayor porcentaje de ALA conocido hasta el momento (62 - 64%) así como el contenido más elevado (82,3%) de ácidos grasos esenciales (ALA y ácido linoleico (LA)), seguido por los aceites de cártamo, lino y girasol (1). El ALA constituye más del 60% de los ácidos grasos totales de la chía, convirtiendo a este producto como una de las fuentes de ALA más importante de nuestra dieta (1). Además, el aceite de chía posee la ventaja adicional de que presenta un bajo contenido en ácidos grasos saturados (AGS), en comparación con otros aceites vegetales y la presencia de antioxidantes que frenan la oxidación de los AGPI ω -3. En particular el aceite contiene 6,9% de ácido palmítico, 2,8% de esteárico, 6,7% de ácido oleico, 20% de LA y 63,8% de ALA (1).

En la **tabla 2** se muestra a modo de comparación la composición de diferentes ácidos grasos de las semillas de lino, sésamo, de girasol, de las nueces, el cártamo y la colza. De todos ellos, el aceite de lino y de chía son los que presentan la mayor concentración de ALA.

Tabla 2. Grasa total y contenido de Ácidos grasos saturados, (AGS), monoinsaturados (AGM) y poliinsaturados (AGPI) ω 6 y ω 3 expresado en g/100g

	AGS	AGM	AGPI ω 6	AGPI ω 3
Semillas de chía	2,2	2,3	7,6	22,2
Semillas de lino	3,2	6,9	4,63	17,77
Semillas de sésamo	8,6	22,7	25,35	0,15
Semillas de girasol	6,6	10,7	28,06	0,09
Nueces	9,1	16,4	58,4	11,50
Cártamo	9,7	11,9	74	0,1
Colza	6,6	59,2	19,7	9,60

b) Contenido de proteínas y aminoácidos

La chía posee un contenido de proteínas que oscila entre un 19 y 27%, el cual es mayor que el de cereales tradicionales tales como el trigo, el maíz, el arroz, la avena y la cebada, presentando como ventaja añadida el no contener gluten, motivo por el cual ha sido aprobada como apta para su consumo en pacientes celíacos. Asimismo, la proteína

de chía presenta un adecuado perfil de aminoácidos esenciales, mejor que el de otras semillas oleaginosas (1).

c) Vitaminas y minerales

Al igual que otras semillas oleaginosas, la semilla de chía es una buena fuente de tiamina, riboflavina, equivalentes de niacina y además también contiene vitamina A. Con respecto al contenido en minerales, las semillas de chía son una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre. Además, contienen más calcio, fósforo y potasio que el trigo, arroz, cebada, avena y maíz (13).

d) Hidratos de carbono y fibra dietética

La semilla de chía contiene en torno a un 44% de hidratos de carbono, de los cuales el 15,6% son hidratos de carbono disponibles, mientras que el contenido de fibra dietética ronda el 28-32%, del cual el 90-94% de la fibra es de tipo insoluble compuesta por celulosa, hemicelulosa y lignina, y de un 6-10% de tipo soluble compuesta por mucílago, difícilmente cuantificables, integrado a su vez por azúcares neutros y ácido glucurónico.

e) Antioxidantes

Las semillas de chía presentan actividad antioxidante por contener flavonoles como miricetina, quercetina y kaempferol, y ácidos cinámicos, como el ácido cafeico y clorogénico. Sin embargo, la elevada actividad antioxidante es atribuible a la presencia de compuestos polifenólicos, principalmente ácidos cafeico y clorogénico y quercetina (14,15).

5.6 EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LAS SEMILLAS DE CHÍA

Previamente a la extracción se realiza una selección de las semillas mediante determinación visual y se someten opcionalmente a un proceso térmico, el cual ayuda a eliminar organismos contaminantes e incrementar su vida útil. Posteriormente se procede a la extracción del aceite, empleando uno de los métodos que se muestran en la **Tabla 3**, los cuales difieren tanto en el rendimiento del aceite obtenido, como en la calidad y cantidad de los ácidos grasos, de fibras dietéticas totales y en el contenido de los compuestos antioxidantes (9). Finalmente, una vez obtenido el aceite se envasa en el material de acondicionamiento.

Tabla 3. Métodos empleados para la extracción del aceite de chía.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Compresión de las semillas	1) Compresión en frío y posterior almacenamiento a bajas temperaturas (4°C) en la oscuridad. <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: método ecológico, sencillo y rápido, en el que además el producto secundario puede ser utilizado como materia prima en otros procesos. 2) Compresión de las semillas empleando el torno Komet, que prensa a temperaturas de 25-30°C. <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: mejor conservación de los compuestos antioxidantes (p.e. quercetina y miricetina) que con el método de extracción con disolventes (16). • Inconvenientes: bajo rendimiento en la obtención del aceite (17).
Extracción con disolventes	1) Método del Soxhlet empleando n-Hexano (este método es menos adecuado que otros) <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: favorece las características funcionales del aceite y la estabilidad de la emulsión. • Inconvenientes: ligera pérdida del contenido de antioxidantes. Posibles problemas de salud y seguridad medioambiental ligados al empleo de hexano (16,17).
Extracción con fluidos supercríticos	1) La extracción con CO ₂ a una presión óptima P=408 y a una temperatura de 80°C (método de elección) <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas: elevada pureza y alto contenido de ácidos alfa-linolénico/ácido linoleico de los productos finales. El mejor rendimiento puede deberse al aumento de presión. • Inconvenientes: alto coste y temperatura elevada a la que se trabaja (18).

5.7 BENEFICIOS DEL CONSUMO DEL ACEITE DE CHÍA.

Primero de todo, es importante tener en cuenta que hasta el momento los estudios llevados a cabo con aceite de chía son bastante escasos, por lo que sería interesante realizar estudios futuros en los que se analicen los efectos desencadenantes de su consumo en humanos, ya que parece presentar ciertos beneficios asociados al contenido en ácido ALA, como se verá más adelante. Asimismo, también se le atribuyen ciertos beneficios, aunque menos aparentes, asociados a su contenido en compuestos minoritarios antioxidantes, minerales, fibra e hidratos de carbono, y vitaminas, y a su bajo contenido en AGS. A continuación resumiremos algunos estudios realizados con semillas o aceite de chía que nos han parecido relevantes:

➔ **Beneficios del consumo de chía en animales de experimentación.**

Estudios realizados en aves de corral muestran que los huevos de las gallinas que habían sido alimentadas con aceite de chía presentaban un mayor contenido del ácido graso madre ω -3, ALA, con respecto a los de las gallinas alimentadas con aceite de linaza o colza, así como un mayor contenido de tales ácidos grasos en la carne de dichas aves (9,19,20). Por otro lado, estudios en ratas demuestran una reducción significativa de sus niveles plasmáticos de triglicéridos (TG) séricos y de lipoproteínas de baja densidad (LDL), acompañados de un incremento de las lipoproteínas de alta densidad (HDL) y de los niveles de AGPI ω -3 (9,21). Finalmente, estudios en los que se alimentaron a cerdos y conejos a base de semillas de chía mostraron un aumento de AGPI en la carne, así como un aroma y sabor agradables, características organolépticas buscadas en alimentación humana (9,22). Por tanto, basándonos en los estudios consultados la incorporación de la chía en la alimentación animal ha resultado incrementar los niveles de ALA y disminuir los del colesterol en la carne y los huevos. Por ello, como fuente de AGPI ω -3, resulta una buena alternativa al pescado y a otros aceites de semillas, no sólo por su valor nutricional, sino por las características organolépticas que presenta (23).

➔ **Beneficios para la salud del consumo de chía en Ensayos clínicos realizados en humanos.**

Inicialmente se apreció una correlación entre la alta y la baja ingesta de AGS y AGPI respectivamente, con la aparición de Enfermedades Cardiovasculares (ECV), Diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y el Síndrome Metabólico (SM) (24). Hasta la fecha, se han llevado a cabo 4 ensayos clínicos en humanos, de los cuales solo uno de ellos no mostró beneficios para la salud, lo que podría deberse a diferencias en la duración del tratamiento y a los componentes de las semillas de chía empleadas en cada uno de los casos (9). En otros estudios se observó que el efecto aditivo de ALA y AGPI ω -3 de cadena más larga, mostraba efectos cardioprotectores por disminución de los TG, la pérdida de peso y reducción de los niveles plasmáticos de glucosa (9,25,26). Sin embargo, no hemos encontrado estudios que consideren los efectos netos del consumo de chía después de corregirlos por factores como estilo de vida y factores genéticos. Por ello, creemos que es necesario ampliar el número de estudios que recojan dichos factores.

Tabla 4 . Resumen de los estudios encontrados en humanos de los efectos del consumo de aceite de chía sobre la salud. Adaptada de (9).

Estudio	Población	Aceite(s). Dosis	Duración	Resultados
(27)	10 mujeres postmenopáusicas	25g de semillas de chía molidas/día	7 semanas	Contenido de ALA y de ácido eicosapentaenoico (EPA) elevado
(28)	76 sujetos (37 placebo; 39 semillas de chía)	25g semilla de chía en 250ml de agua 2veces/día	12 semanas	↑ALA No resultados significativos en ↓ peso y riesgo de ECV
(24)	Ensayo aleatorio, con dieta control (500kcal/2semanas), 67 sujetos con SM (placebo 35; bebida 32)	Bebida de 235kcal con proteína de soja, nopal, semilla de chía y avena	2 meses	↓TG, ↓peso y ↓ niveles plasmáticos de glucosa
(26)	Ensayo aleatorio, doble ciego, 11 sujetos sanos	50g de pan blanco con 0, 7, 15 o 24g de semilla de chía	120 minutos	↓glucemia pospandrial

Como se ha podido observar, la importancia del aceite de chía se atribuye principalmente a su altísimo contenido en ALA. Por ello, es necesario destacar que los AGPI ω -3 participan en muy diversos procesos y poseen múltiples e importantes funciones. Entre ellas destacan según Sánchez-Muniz (29): a) ser una fuente importante de energía; b) contribuyen en la supervivencia al frío; c) participan en funciones digestivas (apetito-saciedad); d) son fuentes de ácidos grasos esenciales; e) presentan un papel estructural; f) participan en la regulación de la lipogénesis hepática y adiposa; g) regulan el metabolismo lipoproteico; h) participan en la regulación de la homeostasis tromboxano-prostaciclina-leucotrienos; i) favorecen la absorción y el transporte de vitaminas liposolubles y de componentes minoritarios lipofílicos, y j) modulan la expresión génica. Asimismo, presentan un papel significativo en enfermedades congénitas del metabolismo, en el control peso corporal, en la salud ósea, en el sistema inmunitario, así como en la hipertensión arterial (HTA), ECV, DM2 y cáncer (7).

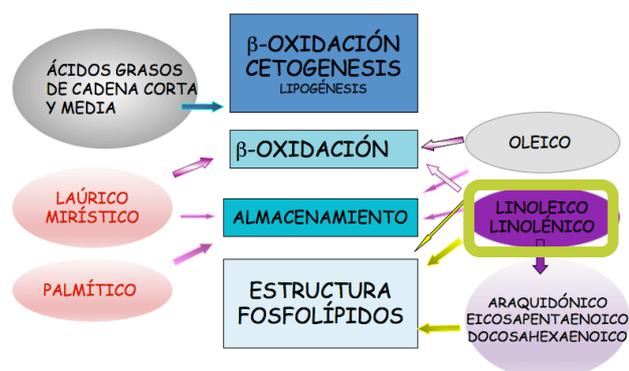


Figura 2. Destino prioritario de los ácidos grasos. El tamaño de las letras y de las flechas sugiere su contribución y orientación metabólica. Adaptado de Sánchez-Muniz (29).

Tras revisar diferentes referencias bibliográficas se ha considerado oportuno además tratar sobre cuáles son los beneficios o mejor dicho, el papel de los AGPI ω -3 con respecto al SM, ya que es una enfermedad de incidencia y prevalencia ascendente en la actualidad, en la que se ven implicadas un conjunto de alteraciones metabólicas (30). Para poder abordar este punto comentaremos muy brevemente la definición “armonizada” de SM, considerándose que un paciente padece esta patología cuando están presente 3 de los 5 factores de riesgo siguientes: 1) circunferencia de cintura elevada (teniendo en cuenta que existen criterios diferentes y específicos según el país); 2) elevación de los TG; 3) disminución del colesterol transportado por lipoproteínas de alta densidad (HDL-col); 4) HTA, e 5) hiperglicemia. Esta situación puede deberse además a la confluencia de diversos factores, genéticos o referentes al estilo de vida del individuo (dieta y sedentarismo, principalmente).

Sin embargo, centrándonos en la dieta, un desequilibrio en el aporte de ácidos grasos esenciales desencadena una serie de modificaciones a nivel molecular como es el aumento de la resistencia a la insulina, lo cual, a su vez, redundará en un aumento del riesgo de cursar enfermedades como la obesidad, DM2 y dislipemia (32). Tales aspectos se resumen en la **Figura 3**.

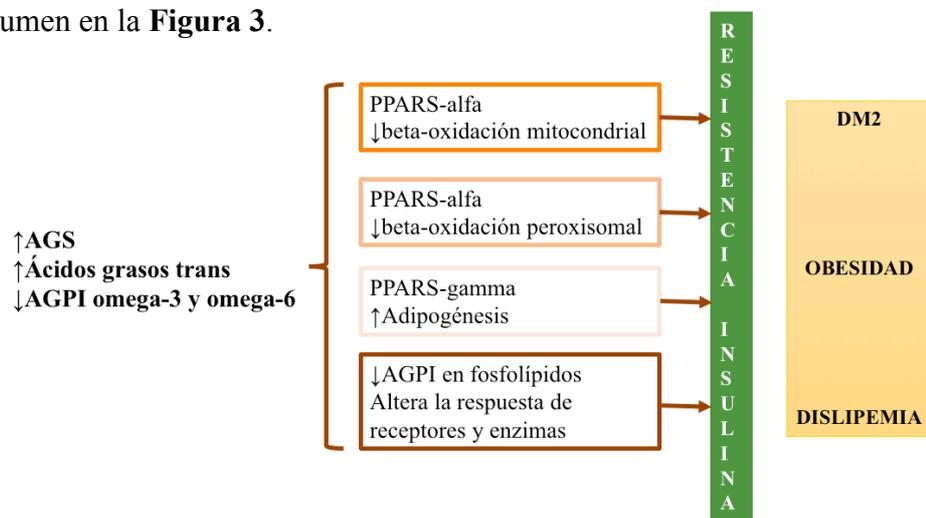


Figura 3. Efecto de una dieta con bajo aporte de AGPI ω -6 y ω -3 y alto aporte de AGS e isómeros *trans*. AGS: Ácidos grasos saturados. AGPI: Ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. PPAR: factores activados por proliferadores de los peroxisomas. Adaptada del tratado de nutrición Ángel Gil (31).

En base a las fuentes bibliográficas revisadas, los motivos por los que se le atribuye un papel importante al consumo de aceite de chía en el SM, así como en las enfermedades co-existentes, son a modo de resumen los siguientes (**Tabla 4**):

Tabla 4. Efectos y mecanismos de acción de los AGPI ω -3. Adaptada del Libro blanco de los omega-3 (7).

Mecanismo de acción	Efecto en el organismo
↑ producción y secreción de leptina y adiponectina.	↑ sensibilidad a la insulina*
↓ fosforilación del sustrato 1 del receptor de la insulina (IRS1) por aumentar la actividad de las quinasas c-Jun N-terminal.	↑ captación de la glucosa*
↑ β -oxidación en el tejido adiposo e hígado, inhibiendo la lipogénesis, por activación de receptores PPAR- α y PPAR- γ que producen ↑ de la actividad de las enzimas acil-coA-oxidasa peroxisomal, carnitina-palmitoil-transferasa mitocondrial, proteínas desacoplantes de mitocondrias y lipasas, como la proteína-quinasa AMP-activa, que actúa en la oxidación de los ácidos grasos.	↓ adiposidad y la dislipemia, que mejora la captación de glucosa y la sensibilidad a la acción de la insulina.
Incorporación de ácidos grasos a los fosfolípidos de membranas celulares colaborando en su elasticidad y en mantener el tono vascular. Antagonismo sobre receptores de angiotensina II. ↓ sistema renina-angiotensina (de manera específica en la secreción de renina y en la actividad de la enzima convertidora de angiotensina), ↑ liberación de óxido nítrico, ↓ receptores α_1 -adrenérgicos, ↓ formación de tromboxano A_2 y ↑ producción de PGI $_3$. ↓ actividad de la bomba de sodio y también del intercambio de sodio y calcio.	Modulación de la presión arterial
↑ de la biogénesis mitocondrial, regulada fundamentalmente por el PPAR- γ , causando una disminución de lípidos plasmáticos. ↓ niveles de apolipoproteína C-III, facilitando el catabolismo de las lipoproteínas ricas en TG y la captación hepática de estas lipoproteínas dependientes de Apolipoproteína E.	↓ peso
↓ activación NADPH-oxidasa y de la óxido nítrico-sintasa entotelial.	↓ estrés oxidativo
↓ mediadores proinflamatorios (leucotrienos, prostaglandinas y citoquinas) e inflamatorios y fibróticos (PCR, interleuquinas como IL-1 β , TNF- α , etc). Además, se ven afectadas de forma directa las vías de señalización intracelular asociadas con la activación de factores de transcripción NK- κ B y PPAR- γ , que regulan la expresión de una serie de genes cuyos productos son proinflamatorios. ↑ Resolvinas de la serie E y D, así como neuroprotectinas/protectinas.	↓ inflamación

*Sobre el control de la glucosa destacar que los estudios realizados en seres humanos sugieren que no existen efectos evidentes sobre el metabolismo de la glucosa; sin embargo, en animales los AGPI ω -3 reducen la resistencia a la insulina, mejoran la tolerancia a la glucosa y aumentan los niveles de adiponectina (7,32). PCR: proteína C reactiva; PGI $_3$ prostaglandina I $_3$; TNF- α : factor de necrosis tumoral alfa; NK- κ B factor nuclear potenciador de las cadenas ligeras kappa de las células B activadas.

5.8 INCONVENIENTES DEL CONSUMO DEL ACEITE DE CHÍA.

Existen insuficientes estudios que demuestren los inconvenientes referidos al consumo de aceite de chía o de AGPI ω -3 (p.e. ALA) en humanos y en animales de experimentación. Sin embargo, se ha podido detectar en algunos ensayos clínicos revisados que un consumo elevado de EPA y ácido docosahexaenoico (DHA) (2-4g/día) pueden incrementar ligeramente las concentraciones de colesterol transportado por las LDL en el 5-10% de los pacientes estudiados (7,33,34). Por lo que, en caso de ingerir elevadas cantidades de aceite de chía, rico en ácido ALA, precursor de EPA y DHA, cabría esperar un resultado similar.

Este hecho podría deberse a la disminución de los niveles de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y al cambio en su composición tras la ingesta de AGPI ω -3 puesto que, como consecuencia, éstas se transformarían más eficientemente en lipoproteínas de densidad intermedia (IDL) y LDL (7,35).

Por otro lado, también es importante tener en cuenta que la ingesta elevada de AGPI ω -3 podría agravar el estrés oxidativo e incluso el proceso inflamatorio en pacientes con DM2 y obesidad, debido a que son ácidos grasos muy insaturados y fácilmente oxidables. Por ello sería recomendable una ingesta moderada de AGPI ω -3 y evitar por tanto aportes excesivos (36). No obstante, este aspecto ha sido discutido por ser estos ácidos grasos peores sustratos de las ciclooxigenasas y lipoperoxidasas que los ácidos grasos ω -6.

6. DISCUSIÓN

El aceite de chía parece presentar importantes beneficios en el organismo asociados a su consumo, principalmente por su elevado contenido en AGPI ω -3, entre los que destaca: aumento de la sensibilidad a la insulina, mejora de la captación de glucosa, disminución de la adiposidad y dislipemia, prevención de la obesidad e hipertrofia de los adipocitos, modulación de la presión arterial (PA), disminución del estrés oxidativo y de la inflamación. Con lo que respecta al SM es evidente que el consumo de ALA actúa incidiendo sobre los factores de riesgo asociados. Asimismo, también se han observado ciertos inconvenientes relacionados a un consumo elevado de AGPI ω -3, aumentando ligeramente los niveles de LDL y, quizás el estrés oxidativo y el proceso inflamatorio, lo cual puede deberse a su elevado número de insaturaciones que les hace fácilmente oxidables, a pesar de contener compuestos antioxidantes.

Sin embargo, hay que resaltar que existen muy pocos estudios los cuales difieren en sus características, pudiendo generar variaciones en los resultados obtenidos. Por tanto, desde mi punto de vista sería interesante y necesario, como ya he resaltado en otras secciones del trabajo, llevar a cabo estudios rigurosos con aceite de chía, incidiendo en ciertos aspectos particulares que condicionen su consumo y propiedades metabólicas (sexo, características genéticas, diferencias subclínicas, excesos, enfermedades) (39). De esta manera se podría verificar tanto su efectividad como la seguridad de su consumo, para poder hablar entonces de un “futuro prometedor de la chía”.

Por último, sería recomendable que el aporte de chía garantizase los niveles de AGPI ω -3 y ω -6 recogidos por la FAO/WHO (37) en sus tablas de ingestas dietéticas de referencia para grasas y ácidos grasos. Del mismo modo, no debemos olvidar que los aceites y grasas que consumimos contienen también multitud de componentes minoritarios que incrementan aún más la importancia de su consumo (38,39). Para finalizar, me gustaría señalar que no hay alimentos “buenos o malos” sino dietas correctas o incorrectas (39).

7. CONCLUSIONES

La revisión realizada cubre el objetivo principal del trabajo “obtener información general sobre la Chía y su aceite”.

Derivado de este objetivo fundamental se han obtenidos datos sobre:

- 1) Algunas características de la planta Chía (*S. hispánica L.*), en particular relacionadas con su morfología y peculiaridades, permitiendo así su identificación y diferenciación.
- 2) Producción y superficie mundial para conocer la extensión geográfica de su cultivo, así como comprender las particulares condiciones de cultivo que esta especie necesita, puesto que requiere climas cálidos y templados para su desarrollo, y a su vez, para evitar variaciones en su composición química.
- 3) Mercado, precios, aspectos legislativos y aplicación comercial: que ha permitido profundizar en el primero de los objetivos específicos planteados, al proporcionar información sobre coste, interés y demanda actual de la chía con respecto a años anteriores. Se observa un incremento de la superficie de cultivo a nivel mundial, como consecuencia de la amplia y variada aplicación comercial que se le está otorgando.
- 4) Composición química de las semillas y método de extracción del aceite. Las semillas de chía presentan un contenido muy elevado en ácido ALA, siendo el componente mayoritario y principal del aceite de chía. Este contenido depende del método de

extracción empleado, mostrando todos ellos ventajas e inconvenientes. También es relevante el aporte de componentes minoritarios, estando por tanto, indudablemente relacionada la eficacia de extracción del aceite con su composición química, lo que ha permitido responder al tercer objetivo específico planteado.

5) Beneficios del consumo de chía nos permite concluir que los estudios y las fuentes bibliográficas consultadas muestran un evidente e indudable beneficio asociado al consumo de AGPI ω -3, mediando e interviniendo en procesos inflamatorios, estrés oxidativo, obesidad, DM2, dislipemia, HTA y control de la glucemia, aunque en este último caso existan discrepancias.

6) Posibles inconvenientes de un consumo elevado. Las ingestas elevadas de AGPI ω -3 pueden desencadenar efectos potencialmente negativos para el organismo, como un leve aumento de los niveles de LDL y la participación en procesos pro-inflamatorios y oxidativos en pacientes con obesidad o DM2, ligado a la elevada insaturación de los AGPI ω -3 derivados del ALA, que les hace vulnerables a la oxidación.

Como conclusión general señalar que además de abarcar y alcanzar cada uno de los objetivos marcados al inicio del trabajo, hemos señalado la necesidad de realizar estudios contrastados con este aceite en diferentes grupos de población para garantizar aún más la conveniencia de su consumo.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Ivana Capitani M. Caracterización y Funcionalidad de subproductos de chía (*Salvia hispanica L.*). Aplicación en tecnología de alimentos [tesis doctoral]. Argentina: Universidad Nacional de la Plata; 2013.
2. Sahagún B. Historia general de las cosas de Nueva España (Codex Florentino). Eds. A.M. Garibay. México: Ed. Porrúa, DF; 1989.
3. Soustelle J. La vie quotidienne des aztèques à la veille de la conquête espagnole. Ed. Hachette, París, Francia; 1955
4. Engel FA. De las begonias al maíz: vida y producción en el Perú antiguo. Centro de Investigaciones de Zonas Áridas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú; 1987
5. Hicks S. Desert plants and people. USA: Naylor Company, San Antonio; 1966

6. Ayerza R, Coates W. Chia. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs. 1ª ed. USA: The University of Arizona Press, Tucson; 2005. p.197
7. Gil Hernández Á, Serra Majem L. Libro blanco de los omega-3: ácidos grasos omega-3 y salud. 2ªed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2013
8. González G. Desarrollo Institucional para la Inversión [sede web]. PROSAP-FAO. [actualizada en marzo de 2014; acceso 20 de febrero de 2015]. Disponible en: (http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/valles_calchaquies/08.pdf)
9. Mohn Ali, N. Yeap SK, Ho WY, Beh BK, Tan SW, Tan SG. The promising future of chia, *Salvia hispanica* L. J Biomed Biotechnol. 2012; 2012:171956.
10. Sánchez-Muniz FJ, Bastida S, Benedí J. Sunflower oil. En: Caballero B, Finglas P, Toldrá FE, eds. Encyclopedia of Food and Health. Amsterdam: Elsevier; 2015. Chapter 674.
11. Food Standars Agency [sede Web]. UK: Food Law Consultans; 2010 [acceso 4 de marzo]. Request for scientific evaluation of substantial equivalence application for the approval of Chia seeds (*Salvia hispanica* L.) from the Chia Company for use in bread. Disponible en: (http://acnfp.food.gov.uk/sites/default/files/mnt/drupal_data/sources/files/multimedia/pdfs/thechiacompany.pdf)
12. Borneo R, Aguirre A, León AE. Chia (*Salvia hispanica* L) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. J Am Diet Assoc. 2010; 110 (6): 946–49.
13. Bushway AA, Belyea PR, Bushway RJ. Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein. J Food Sci. 1981; 46:1349-50.
14. Huang D, Ou B, Prior R. The chemistry behind antioxidant capacity assays. J Agr Food Chem. 2005; 53:1841-56.
15. Taga MS, Miller EE, Pratt DE. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. J Am Oil Chem Soc. 1984; 61: 928-31.
16. Capitani MI, Spotorno V, Nolasco SM, Tomás MC, Physicochemical and functional characterization of by products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina, LWT—Food Sci Technol. 2012; 45 (1): 94–102.
17. Ixtaina VY, et al. Supercritical carbon dioxide extraction and characterization of Argentinean chia seed oil. J Am Oil Chem Soc. 2011; 88 (2): 289–98.
18. Ixtaina VY, Vega A, Nolasco SM et al. Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): characterization and process optimization, J Supercrit Fluids. 2010; 5 (1): 192–99.

19. Ayerza R, Coates W. Dietary Levels of chia: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition for two strains of hens. *Poultry Sci.* 2000; 79:724-39.
20. Betti M, Perez TI, Zuidhof MJ, Renema RA. Omega-3 enriched broiler meat: 3. Fatty acid distribution between triacylglycerol and phospholipid classes. *Poultry Sci.* 2009; 88 (8): 1740-54.
21. Ayerza R, Coates W. Effect of dietary α -linolenic fatty acid derived from chia when fed as ground seed, whole seed and oil on lipid content and fatty acid composition of rat plasma. *Ann Nutr Metab.* 2007; 51 (1): 27-34.
22. Dalle Z. A, Szendro Z. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Sci.* 2011; 88 (3): 319-31.
23. Ayerza R. Chia as a new source of ω -3 fatty acids: advantage over other raw materials to produce ω -3 enriched eggs, in Proceedings of the Symposium on Omega-3 Fatty Acids, Evolution and Human Health, Washington, DC, USA, September 2002.
24. G. C. Martha, R. T, Armando, A. A. Carlos et al., A dietary pattern including Nopal, Chia seed, soy protein, and oat reduces serum triglycerides and glucose intolerance in patients with metabolic syndrome. *J Nutr.* 2012; 142 (1): 64–69.
25. Vedtofte MS et al., Dietary alpha linoleic acid and n-3 long-chain PUFA and risk of ischemic heart disease. *Am J Clin Nutr.* 2011; 94: 1097-103.
26. Vuksan V, Jenkins AL, Dias AG et al., Reduction in postprandial glucose excursion and prolongation of satiety: possible explanation of the long-term effects of whole grain Salba (*Salvia hispanica L.*). *Eur J Clin Nutr.* 2010; 64 (4): 436–38.
27. F. Jin, D. C. Nieman, W. Sha et al., Supplementation of milled chia seeds increases plasma ALA and EPA in postmenopausal woman. *Plant Foods Hum Nutr.* 2010; 67: 105-10
28. D.C. Nieman, E. J. Cayea, M. D. Austin, et al., Chia seeds does not promote weight loss or alter disease risk factors in overweight adults. *Nutr Res.* 2009; 29 (6): 414-18
29. Sánchez-Muniz FJ. Importancia nutricional de los lípidos dietéticos. En: Experto en Nutrición y Planificación Dietética. Energía y nutrientes. Huesca: COINSA; 2009. Unidad 3.

30. LeRoith D, Cohen, DH. Metabolic Syndrome. [monografía en Internet] South Dartmouth (DA): MDText.com, Inc.; Updated 2012 [acceso 18 de mayo de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK278936/>
31. Gil Á. Tratado de Nutrición Tomo I: Bases Fisiológicas y Bioquímicas de la Nutrición. 2ª ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2010.
32. Kesavulu MM, Badri K, Apparao C. The effect of omega-3 fatty acids on lipid peroxidation and antioxidant enzyme status in type 2 diabetic patients. *Diabetes Metab.* 2002; 28 (1): 20-6.
33. Balk EM, Lichtenstein AH, Chung M et al., Effects of omega-3 fatty acids on serum markers of cardiovascular disease risk: a systematic review. *Atherosclerosis.* 2006; 189: 19-30.
34. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to EPA, DHA, DPA and maintenance of normal blood pressure, maintenance of normal HDL-cholesterol concentrations, maintenance of normal blood concentrations of triglycerides, maintenance of normal LDL-cholesterol concentrations and maintenance of joints pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) N° 1924/2006. *EFSA J.* 2009; 7: 1263-89.
35. De Caterina R, Madonna R, Bertolotto A, Schmidt EB. n-3 fatty acids in the treatment of diabetic patients: biological rationale and clinical data. *Diabetes Care.* 2007; 30: 1012-26.
36. Osterud B, Elvevoll EO. Dietary omega-3 fatty acids and risk of type 2 diabetes: lack of antioxidants. *Am J Clin Nutr.* 2011; 94: 618-9
37. FAO/WHO. The Joint FAO/WHO Expert Consultation on Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. FAO food and nutrition paper 91. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. 2010
38. Sánchez-Muniz FJ. Aceite de oliva, clave de vida en la Cuenca Mediterránea. *An R Acad Nac Farm.* 2007; 73: 653-92.
39. Sánchez-Muniz FJ, Bastida Codina S. Lípidos. En: Varela Moreiras G, coordinador general. Libro blanco de la Nutrición en España. 1ª ed. Madrid: Fundación Española de la Nutrición (FEN); 2013. p. 113-24.