



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGÍA

**PROPIEDADES Y BENEFICIOS NUTRICIONALES DE LA SEMILLA
DE CHIA (*Salvia hispanica* L.)**

Tesina profesional

Para obtener el título de:

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

Presenta:

P.Q.F.B. LUIS ARTURO GALARZA MENDIOLA

Asesora:

M.C. MIREYA RAMOS RENDÓN

Morelia, Michoacán, México noviembre 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de llegar a este día y permitirme compartir el mundo con tan magníficas personas que he encontrado a lo largo de mi vida. Por todo lo que me ha dado.

A mis padres, ya que sin su incondicional apoyo no lograría estar hoy en donde estoy. Mi logro es suyo, siéntanse orgullosos de sí mismos. El mejor ejemplo que pude tener sin lugar a duda.

A mi entrañable compañera de vida Susana, por estar conmigo siempre y nunca dejar que me rindiera. Eres parte esencial de mi vida, esto no hubiera sido nada sin ti. Admiro y respeto cada uno de tus actos.

A la luz de mi vida, Luis Damián, mi pedacito de cielo, que me motivó para salir adelante y nunca agachar la mirada. Por ser la personita que vino a darle sentido a mi vida y me permitió ver lo bella que es la vida.

A mi asesora de tesina Mireya, por escuchar cada una de mis palabras a lo largo de este tiempo y tener la paciencia que tuvo para conmigo. Por ser la excelente persona que es.

A mis maestros, por ser parte incondicional de mi formación y por sembrar en mí el espíritu de entusiasmo que hoy he conseguido. Me llevo un grato sabor de boca de conocer personas que desempeñen su labor con tanta pasión y conocimiento.

A la familia González Cisneros, por brindarme su apoyo todo este tiempo y abrirme las puertas de su hogar.

A mis amigos, por sus consejos, su apoyo, su confianza, que siempre llevaré presente.

A la memoria de Oracio, porque jamás pensé llegaría este día; sin tu apoyo no lo

hubiera logrado. Sólo me queda escribir, que siempre vivirás en mi corazón.

Finalmente a todas esas personas que me marcaron de manera directa o indirecta, pero que a lo largo de mi vida dejaron huella.

ÍNDICE GENERAL

I.- RESUMEN	8
II. INTRODUCCIÓN	9
III. JUSTIFICACIÓN	11
IV.- HIPÓTESIS.....	12
V.- OBJETIVO GENERAL.....	13
5.1 Objetivos particulares.....	13
VI. ALIMENTOS FUNCIONALES.....	14
6.1 Principales alimentos funcionales	16
VII. <i>Salvia hispanica</i>	20
7.1 Origen y usos de <i>Salvia hispanica</i>	20
7.2 Composición química.....	25
7.2.1 Importancia de los lípidos	25
7.2.2 Antioxidantes.....	32
7.2.3 Proteínas	35
7.2.4 Vitaminas y minerales.....	37
7.2.5 Fibra dietética	39
7.3 Propiedades funcionales de la chía	42
VIII.LEGISLACIÓN	45
IX.- CONCLUSIÓN.....	51
X.-BIBLIOGRAFÍA.....	53

Índice de figuras

Figura 1. Comparativo de la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en población de 5 a 11 años de edad.

Figura 2. Dispersión y cultivo de chía.

Figura 3. Estructura química de los principales ácidos grasos encontrados en la chía.

Figura 4. Estructura química de los antioxidantes presentes en la chía.

Figura 5. Mucílago de chía.

Figura 6. Yogurt elaborado con semillas de chía y fresas de la marca LALA.

Figura 7. Barras multigrano elaboradas con semillas de chía de la marca BIMBO.

Figura 8. Familia de productos marca O3 chía Premium.

Índice de tablas

Tabla 1. Alimentos funcionales identificados y sus efectos potenciales en el ser humano.

Tabla 2. Descripción botánica.

Tabla 3. Composición de la semilla de chía.

Tabla 4. Composición de ácidos grasos de la chía.

Tabla 5. Concentración de antioxidantes en extractos de la semilla de chía.

Tabla 6. Comparación entre la semilla de chía y algunos cereales.

Tabla 7. Perfil de Aminoácidos de la chía.

Tabla 8. Contenido de vitaminas y minerales presentes en semillas de chía y en harina residual desgrasada.

Tabla 9. Valor terapéutico de la chía.

Tabla 10. Uso comercial de la chía.

Tabla 11. Composición de diversos tipos de harina de chía autorizadas en el Código Alimentario Argentino (Art. 1407 bis, CAA).

Índice de imágenes

Imagen 1. Chía (*Salvia hispanica* L.). A) Dimensiones de la semilla, B) Semilla entera seca, C) Semilla entera blanca y negra, D) Flor, E) Semilla entera hidratada redondeada por una cápsula de mucílago, F) Semillas incluidas en el cáliz. (Adaptado de Ixtania *et al.*, 2008; Muñoz *et al.*, 2012 y Di Sapio *et al.*, 2012).

Imagen 2. Semilla entera de la chía.

Lista de abreviaturas

IFIC	Consejo de información sobre alimentos
OMS	Organización Mundial de la Salud
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura
FDA	Administración de Alimentos y Medicamentos
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
ENN	Encuesta Nacional de Nutrición
CAA	Código Alimentario Argentino
FD	Fibra Dietética
FDI	Fibra Dietética Insoluble
FDS	Fibra Dietética Soluble
AG	Ácidos Grasos
AGE	Ácidos Grasos Esenciales
TG	Triglicéridos
SFA	Ácidos Grasos Saturados
MUFA	Ácidos Grasos Monoinsaturados
PUFA	Ácidos Grasos Poliinsaturados
GLA	Ácido Gamma Linolénico
AA	Ácido Araquidónico
BHT	Butilhidroxitolueno
PGC	Proliferador Peroxisoma Activado

I.- RESUMEN

En el presente trabajo se revisó la literatura para dar a conocer la composición química de la chía así como los múltiples efectos benéficos que puede presentar a la salud. Existe evidencia en varias investigaciones que la semilla de chía contiene más proteína y aceite que otros granos, por lo que representa una fuente de alimento muy atractiva para países en vías de desarrollo; su aceite posee un alto contenido de ácido linolénico omega-3, esencial en la alimentación y efectivo para disminuir las afecciones cardiovasculares; los antioxidantes presentes en su aceite evitan los procesos oxidativos en alimentos donde también se ha demostrado que evitan la oxidación de los ácidos grasos, lo que les permite una vida prolongada de hasta 5 años en las semillas; el mucílago de la testa es un polisacárido útil como fibra soluble que ha permitido acompañarlo en bebidas tradicionales con la finalidad de dar mayor tiempo de saciedad; así mismo los aceites esenciales pueden usarse en la industria de saborizantes y fragancias. Las características nutricionales que presenta la semilla ha incrementado el interés comercial por *Salvia hispanica*, la que se ha introducido a varios países como cultivo promisorio y se han industrializado diferentes productos alimenticios y medicinales preparados con semilla de chía, donde además se revisó que en México se encuentra una cantidad pequeña de productos comercializados de la misma. El objetivo es investigar los beneficios a la salud reportados en la semilla de chía, realizando una consulta bibliográfica en la literatura científica. Concluyendo tanto la semilla de chía, como sus subproductos pueden ser incorporados en matrices alimentarias permitiendo dar un valor agregado, como fuente de ácidos grasos Omega-3 y como buena fuente de fibra, libre de gluten y conteniendo antioxidantes en su harina. Revisando la legislación existente en la actualidad, se refirió que en nuestro país no existe aún reglamentación de la semilla de chía de manera particular.

Palabras claves: chía, beneficios a la salud, alimentos funcionales.

II. INTRODUCCIÓN

Salvia hispanica L. es una semilla usada desde tiempos Pre-Colombinos, donde fue considerada como parte esencial de la cultura pues era tributo de los Dioses Aztecas. En la antigüedad en importancia era comparada con el maíz y el frijol, pero aún más importante que el amaranto.

La semilla de chía desde tiempos ancestrales ha sido apreciada por sus usos alimenticios, medicinales, artísticos y religiosos. En la actualidad, se usa la semilla en su totalidad con la finalidad de obtener una bebida refrescante acompañada con agua de limón, donde además se le ha dado una mayor importancia debido a los múltiples beneficios a la salud que se han identificado.

El crecimiento de la planta se realiza de manera favorable en climas tropicales y subtropicales; no se desarrolla oportunamente en heladas. Se ha reportado que su contenido nutrimental se ve modificado al cambiar los tipos de suelos y altitudes. Así como, a factores ambientales y características de las superficies.

El estudio y la importancia de la semilla constituyen una parte esencial en la nutrición humana puesto que permite una ingesta elevada de ácidos grasos poliinsaturados, componente que representa el mayor contenido energético.

La semilla de chía no necesita adición de conservadores para su almacenamiento, además estos compuestos protegen de tumores, afecciones cardiovasculares, inflamaciones, virus y radicales libres. Su contenido de polifenoles ayuda a mantener la estabilidad de los lípidos (Badui, 2012)

Con un 20% de proteínas, la chía posee un enorme potencial para corregir y prevenir la desnutrición proteica. Se han descrito 9 de los aminoácidos esenciales en la semilla. Lo que permite evitar efectos anti-nutricionales. Además que no contiene gluten, por lo cual pueden ser ingeridas por personas celíacas.

Además, la semilla de chía representa una buena aportación de fibra dietética, por su relación entre la fibra soluble e insoluble. Elemento importante para una

nutrición sana, desempeñando funciones fisiológicas sumamente importantes como estimular el tránsito intestinal.

A nivel internacional se está optando por un estilo de vida saludable, por lo cual la semilla de chía se está cultivando en mayor medida, al conocerse ya sus múltiples beneficios a la salud humana.

III. JUSTIFICACIÓN

El interés en el estudio de la chía surgió debido a los beneficios para la salud que se le han atribuido. Debido a su alto contenido de antioxidantes, proteínas, fibra y también por sus ácidos grasos.

A partir de la semilla de chía pueden obtenerse productos de alto valor nutricional y se pueden añadir a otros para potenciar los beneficios; existen productos de panificación que presentaron un alto contenido de omega 3 y 6 como un elevado contenido de calcio.

Mantiene las características funcionales de los productos, mejorando aspectos sensoriales y tecnológicos. Las barras para desayuno, tortillas, panes, mayonesa con mucílago de chía, entre otros, tienen una aceptabilidad sensorial elevada debido a que resultan atractivos para el consumidor.

El gran crecimiento en el mercado de suplementos dietéticos ha permitido un mayor consumo de chía, el cual es deseado por su alto contenido de ácidos grasos. Sin embargo, un reto importante para el desarrollo de productos alimenticios enriquecidos es presentados por los distintos criterios de aceptación: la frescura del producto, las características sensoriales, el aspecto, las condiciones de almacenamiento, facilidad de preparación y normas de seguridad que debe lograrse, y los beneficios nutritivos.

La literatura científica sobre la chía aún es limitada, por lo cual los productos que pueden elaborarse con la semilla de chía son muchos. El desarrollo de este trabajo permitirá revisar los componentes importantes de la chía para comparar con los beneficios que se prometen en el mercado.

IV.- HIPÓTESIS

La semilla de chía representa para la salud un efecto benéfico por su calidad de ácidos grasos poliinsaturados, fibra dietética, compuestos fenólicos y otros compuestos bioactivos, al ingerirse de manera cotidiana, en subproductos o la semilla entera.

V.- OBJETIVO GENERAL

Investigar los beneficios a la salud reportados en la semilla de chía, realizando una consulta bibliográfica en la literatura científica.

5.1 Objetivos particulares

- Identificar las generalidades de la semilla de la chía.
- Conocer la composición nutricional y química de la semilla de chía.
- Relacionar los efectos fisiológicos de los compuestos bioactivos de la chía.
- Conocer los usos de la chía en la formulación de los alimentos.

VI. ALIMENTOS FUNCIONALES

El interés por consumir alimentos que nos proporcionen un beneficio a la salud surgió hace ya veinticinco siglos, cuando el médico de la antigua Grecia, Hipócrates, dijo una de las frases que lo inmortalizó: “Que tu alimento sea tu medicina y tu medicina sea tu alimento”. Hoy, continuando con esa misma línea, se considera un alimento funcional a todo aquel que, además de nutrir, aporta beneficios terapéuticos específicos para la salud humana.

En las últimas décadas, ha aumentado considerablemente el interés por conocer la relación entre la dieta y la salud. Se ha demostrado que muchos alimentos tradicionales como las frutas, las verduras, el pescado y la leche contienen componentes que resultan beneficiosos para nuestro organismo. Los especialistas recomiendan seguir una dieta sana, variada y equilibrada como la mejor manera de prevenir ciertas enfermedades asegurando una buena salud. Sin embargo, los nuevos estilos de vida han provocado que se abandonen determinados hábitos de alimentación saludables que durante años han formado parte de nuestra historia y tradición. Además la vida sedentaria que ha ido adquiriendo debido a los avances tecnológicos. En la sociedad, los desequilibrios y desajustes alimentarios están relacionados con la aparición de un gran número de enfermedades. La falta de tiempo para cocinar, el ritmo de vida, la enorme oferta de alimentos que hace difícil la toma de decisiones adecuadas, conduce a que muchas personas no sigan una alimentación equilibrada, y por tanto, no ingieran todos los nutrientes que necesitan. Como consecuencia de esta situación, surgen los alimentos “funcionales” que pueden compensar los desequilibrios alimentarios y garantizan las ingestas de nutrientes recomendadas por los especialistas en nutrición (Food Info, 2014).

En 1980 Japón propuso el término “Alimento Funcional”; para su reglamentación, define a los alimentos que son para uso específico de salud. Dentro de las muchas definiciones que existen, la IFIC (Consejo Internacional de Información sobre Alimentos) describe como alimento funcional: “todo aquel alimento semejante en

aparición física al alimento convencional, consumido como parte de la dieta diaria, pero capaz de producir efectos metabólicos o fisiológicos, útiles en el mantenimiento de una buena salud física y mental, en la reducción del riesgo de enfermedades crónico-degenerativas, además de sus funciones nutricionales básicas.

Por otra parte, los alimentos funcionales no han sido definidos oficialmente hasta el momento por la legislación europea. Sin embargo, la Unión Europea describe que un “alimento funcional puede ser de origen natural, al que se ha añadido un componente mediante procesos tecnológicos o biológicos. También puede tratarse de un alimento en el que se ha modificado la naturaleza de uno o más de sus componentes, o en el que se ha transformado la biodisponibilidad de su composición, o cualquier combinación de estas posibilidades. Son, por tanto, alimentos naturales o procesados, los cuales, aparte de su contenido nutritivo, contienen ingredientes que desempeñan una actividad específica en las funciones fisiológicas del organismo humano, favoreciendo la capacidad física y el estado mental. Las principales funciones a que se hace referencia en este concepto están en relación con un óptimo crecimiento y desarrollo, con el mantenimiento de la normal actividad del sistema cardiovascular, con la prevención de enfermedades cardiovasculares, hepáticas y degenerativas. Aunque también se ofertan alimentos que corrigen, modulan o influyen de diversa forma en otros órganos y sistemas: endocrino, ginecológico, digestivo, osteoarticular, renal o nervioso (Fernández, 2007).

La característica principal de los alimentos funcionales es la composición química nutricional, destacando tanto la función fisiológica preventiva, como la nutricional.

6.1 Principales alimentos funcionales

En la Tabla 1, se presentan algunos de los componentes identificados y sus efectos potenciales en la salud del ser humano. Al hablar de composición química, es importante tomar en consideración que un solo alimento natural puede reunir varios componentes nutricionales y no nutricionales.

Tabla 1. Alimentos funcionales identificados y sus efectos potenciales en el ser humano.

<i>Componentes</i>	<i>Alimento fuente</i>	<i>Función demostrada</i>
Carotenoides	Frutas y vegetales color	Los carotenos actúan
α- carotenos	amarillo intenso	como potentes
β- carotenos		antioxidantes que
		previenen del daño
		oxidativo de los
		cromosomas, así como
		también tienen un efecto
		protector contra
		enfermedades de
		corazón y algunos tipos
		de cáncer.
Luteína	Vegetales color verde	Los β- carotenos
	oscuro	presentan similares
		propiedades
		antioxidantes que el
		licopeno, con un rol
		importante en el
		mantenimiento de la
		salud de los ojos, piel y
		corazón. No todos los
		carotenoides son

		precursores de vitamina A.
Licopeno	Productos a base de tomate	Particularmente se ha identificado como una sustancia que reduce el riesgo de cáncer de próstata.
Ácidos grasos	Atún y otros aceites de	Reducen el riesgo de
Ácidos omega 3	pescado, queso,	enfermedad
Ácidos DHA/EPA	productos cárnicos,	cardiovascular y mejoran
Ácido linolénico conjugado	semillas	las funciones mentales y visuales.
Flavonoides	Frutas	Neutralizan los radicales
Antocianinas		libres y podrían reducir el riesgo de cáncer.
Catequinas	Té	Antioxidantes
Prebióticos	Soya, frijoles, cebolla,	La inulina y la
Fructooligosacáridos	ajo, espárragos, agave	oligofructosa se clasifican como fibras dietéticas y mejoran el funcionamiento del tracto gastrointestinal. Estas sustancias se denominan como prebióticos, porque estimulan selectivamente el crecimiento y/o actividad de las bifidobacterias en el colon.
Probióticos	Yogurt y otras leches	Microorganismos vivos
Lactobacilos	fermentadas	presentes en el alimento

		que traen beneficios en funcionamiento del sistema intestinal e inmune.
Otros componentes	Frutas cítricas	Mecanismos anticancerígenos.
Terpenos y triterpenos		
Fitoesteroles	Soya, frutas, semillas, hojas y tallos	Los fitoesteroles tienen una estructura química similar al colesterol. Se describen propiedades benéficas, siendo la más importante la inhibición de la reabsorción a nivel intestinal de colesterol dietario y biliar.

Fuente: Masís, 2001.

Los múltiples beneficios que nos proporcionan los compuestos bioactivos presentes en las plantas han resurgido el interés en las mismas debido al incremento de enfermedades crónico-degenerativas en nuestro país. Donde han representado la primera tasa de mortalidad y generalmente se encuentran asociadas a factores como el sobrepeso y la obesidad (INEGI, 2016).

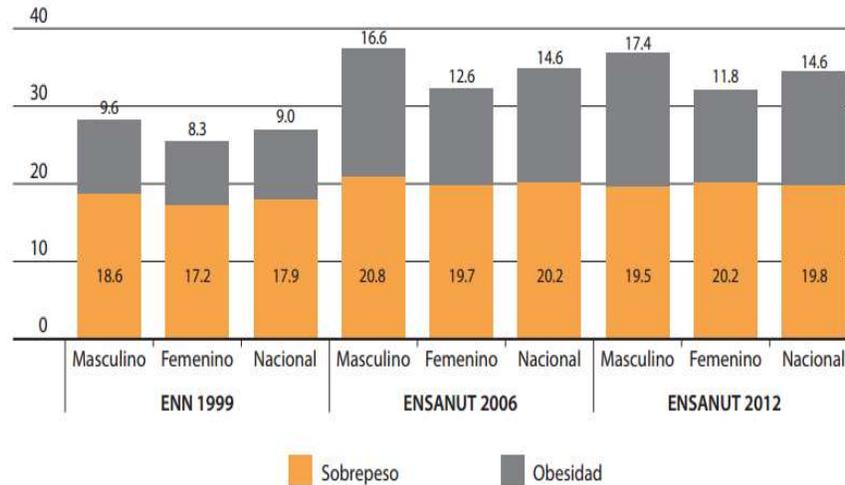


Figura 1. Comparativo de la prevalencia nacional de sobrepeso y obesidad en población de 5 a 11 años de edad, de la ENN 99, ENSANUT 2006 y ENSANUT 2012, por sexo, de acuerdo con los criterios propuestos por la OMS México, ENSANUT 2012.

El uso de plantas como una alternativa nutricional en México ha sido implementado desde tiempos ancestrales, pero en la actualidad están resurgiendo debido a la vasta información con la que se cuenta. Dentro de las cuales podemos destacar la planta de Chía, que, aunque en tiempos Prehispánicos se utilizaba como tributo a los Dioses, ahora su investigación está enfocada en los ácidos grasos poliinsaturados con los que cuenta, antioxidantes, la fibra, proteínas entre otros compuestos que son de suma importancia para la nutrición humana.

VII. *Salvia hispanica*

7.1 Origen y usos de *Salvia hispanica*

En 2008, se describió que la “Chía” o “Chan” es un vocablo náhuatl que agrupa varias especies botánicas de los géneros *Salvia*, *Hyptis*, *Amaranthus* y *Chenopodium*; además de que su cultivo y utilización fueron considerados como un elemento esencial de la cultura mesoamericana. Desde la época prehispánica existen registros precisos de las formas de uso y la domesticación de la Chía. Sin embargo, la mayoría de su denominación se encontraba en lengua indígena.

En tiempos Pre-Colombinos, fue uno de los alimentos básicos para las civilizaciones de Centro América, en importancia comparado con el maíz y los frijoles, pero más importante que el amaranto. Tenochtitlán, la capital del Imperio Azteca, recibía 5-15,000 toneladas de chía anualmente como un homenaje de las naciones conquistadas. Las semillas eran usadas como un tributo a los Dioses Aztecas, y debido a su uso religioso, desapareció durante 500 años (Segura, 2014).

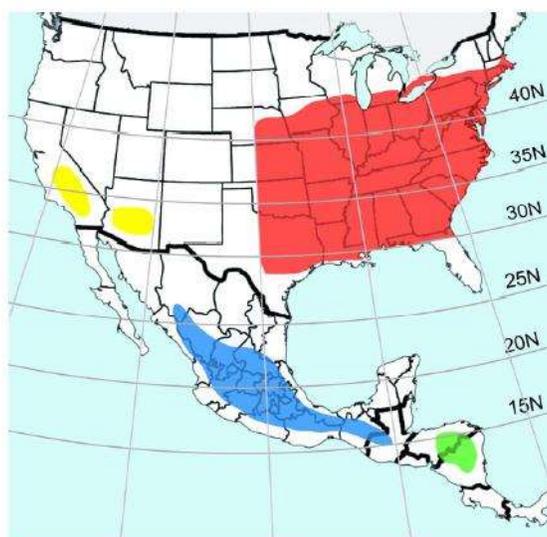


Figura 2. Dispersión y cultivo de chía.

Como se observa en la figura 2, el área señalada en azul representa el área tradicional de cultivo de la chía del norte de México al centro de Guatemala. Una segunda área de cultivo aparentemente Pre-Colombina es conocida en el sur de Honduras y Nicaragua (parte verde). El área sombreada en amarillo indica líneas tradicionales de chía que se pueden cultivar en los Estados Unidos (con riego). La zona de rojo representa áreas en las que los nuevos genotipos de chía tienen principios de floración que podrían ser cultivadas para la producción de semillas.

Salvia hispanica L. es una especie importante dentro de la familia Lamiaceae. Sus semillas, su harina o su aceite fueron apreciados por sus usos medicinales, alimenticios, artísticos y religiosos. En la actualidad, su semilla entera se usa en la preparación de una bebida nutritiva y refrescante mezclada con limón en la mayor parte de México. *S. hispanica* es originaria de Mesoamérica y su mayor diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico. Su distribución se concentra en áreas de bosque de encino o de pinoencino y se distribuye en ambientes semicálidos y templados del Eje Neovolcánico Transversal, de las Sierras Madre Occidental, del Sur y de Chiapas, en altitudes entre 1400 y 2200 m. Considerando su extensa área de distribución, su sistema de polinización altamente autógeno asociado con sus flores diminutas y la topografía accidentada de las montañas que da origen a un aislamiento geográfico de las áreas donde crece, es probable que exista una amplia diversificación entre poblaciones naturales de *S. hispanica*.

Tabla 2. Descripción botánica.

Clasificación botánica	
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Tracheobionta</i> -Planta vascular
Subdivisión	<i>Spermatophyta</i> -Planta de semillas
División	<i>Magnoliophyta</i> -Planta con flores
Clase	<i>Magnolispsida</i> -Dicolitedónea

Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Labiales</i>
Familia	<i>Lamiaceae</i> Familia de la menta
Género	<i>Salvia</i>
Especie	<i>Hispanica</i>

La chía es una planta del género *Salvia spp.*, que se encuentra ampliamente distribuido alrededor del mundo con cerca de 900 especies (González, 2013).

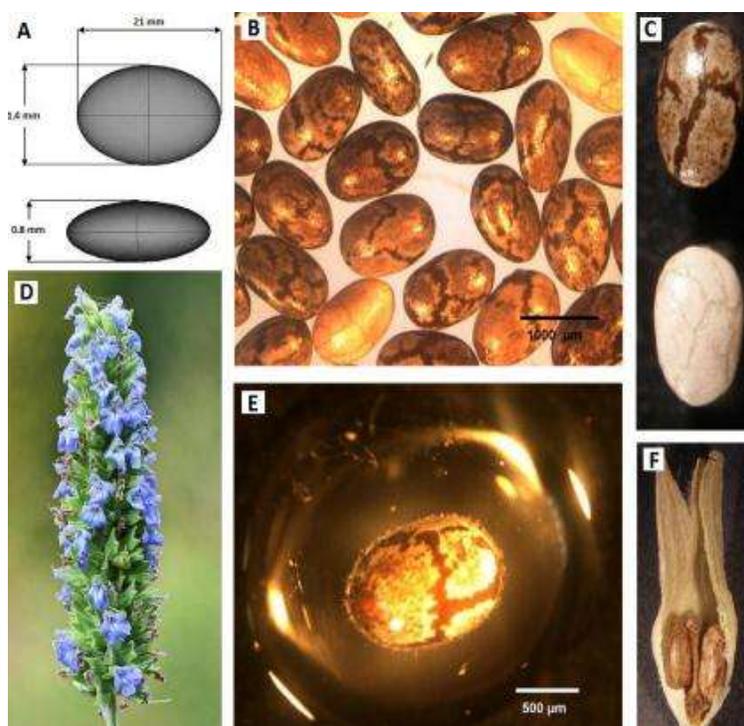


Imagen 1. Chía (*Salvia hispanica* L.).A) Dimensiones de la semilla, B) Semilla entera seca, C) Semilla entera blanca y negra, D) Flor, E) Semilla entera hidratada redondeada por una cápsula de mucílago, F) Semillas incluidas en el cáliz.

Salvia hispanica L. es una planta cultivada vía anual, pertenece a la familia Lamiaceae, de la cual se aprovechan sus semillas, y produce flores blancas o moradas. La planta crece hasta 1 m de altura y tiene hojas opuestas. Las flores de la chía tienen un tamaño entre 3-4 mm, poseen pequeñas corolas y partes de

flores fusionadas que contribuyen a una alta polinización. El color de la semilla varía de negro a gris y con una combinación de negro-blanco, la forma es ovalada con un tamaño aproximado de 1-2 mm. Las semillas blancas poseen mayor peso, espesor y longitud en comparación con las semillas oscuras. La semilla seca y limpia se le puede observar durante varios años por su contenido de antioxidantes, los cuales evitan el deterioro de los aceites esenciales. El rendimiento que se obtiene es de 3000 kg/ha para el aprovechamiento de su semilla.



Imagen 2. Semilla entera de la chía.

La semilla de chía se adapta mejor en climas tropicales y subtropicales, no crece favorablemente en heladas. Tiene un mejor desarrollo en suelos arenosos, y aquellos con fertilidad moderada, tolerando la acidez del suelo, la sequía, además no es necesaria demasiada pluviosidad para su crecimiento.

El mucílago se encuentra en la epidermis del pericarpio de la semilla madura, al encontrarse en contacto con agua se fragmenta la capa superficial de células

epidérmicas lo que permite la salida de las fibras de mucílago que cubren la semilla. Al hidratarse el mucílago forma una capa transparente que rodea la semilla con gran fuerza, cuando varias semillas se hidratan forman una solución altamente estable y viscosa (Palacios, 2015).

Se han descrito atributos especiales de la planta *S. hispanica* var. *chionocalyx* Fernald, con localidad en Uruapan, Michoacán, y *S. hispanica* var. *intosa* Fernald, cuya localidad tipo es Buena Vista, Departamento de Sta. Rosa, Guatemala. Las especies cultivadas de mayor importancia en la dieta del nativo mesoamericano presentaban amplia adaptación geográfica, de tal forma que prácticamente en todas las regiones el hombre podía producir sus propios alimentos. Se describe que existía una amplia diversidad ecológica en donde se sembraban maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus* spp.), huautli (*Amaranthus leucocarpus*), calabaza (*Cucurbita* spp.), chía (*Salvia hispanica*) y chile (*Capsicum annum*). A pesar de su enorme importancia y diversidad de usos en la época prehispánica, la superficie cultivada y la tradición tecnológica y cultural de *S. hispanica* fue reduciéndose rápidamente a partir de la época colonial. En 1777, la chía todavía se sembraba en Chiepetlán, Guerrero, para utilizar su aceite en la decoración de jícaras, que son recipientes elaborados a partir del fruto de *Crescentia cujete*; en Chiapas, el aceite de chía mezclado con aje (*Coccus axin*) se usaba en la elaboración de lacas. En El Salvador, la semilla de *S. hispanica* o “Chan” se empleaba para preparar refrescos o para las enfermedades del hígado. En los años 30’s, el cultivo de la chía en México representaba una siembra promedio anual de 74 ha en los Estados de Jalisco, Puebla, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Actualmente, es cultivada en Acatic, Jalisco, en Atzitzihuacan, Puebla, y en Olinalá, Guerrero.

Existe evidencia en varias investigaciones que la semilla de chía contiene más proteína y aceite que otros granos, por lo que sería una fuente de alimento muy atractiva para países en desarrollo; su aceite posee un alto contenido de ácido linolénico omega-3, esencial en la alimentación y efectivo para disminuir las afecciones cardiovasculares; los antioxidantes naturales de su aceite evitan los

procesos oxidativos en alimentos; el mucílago de la testa de la semilla es un polisacárido útil como fibra dietética; los aceites esenciales pueden usarse en la industria de saborizantes y fragancias; además, los ácidos grasos saturados y el colesterol del huevo se reducen cuando se adiciona semilla de chía a la dieta de gallinas. Las características que presenta la semilla ha incrementado el interés comercial por *Salvia hispanica*, la que se ha introducido a varios países como cultivo promisorio y se han industrializado diferentes productos alimenticios y medicinales preparados con semilla de chía (Hernández, 2008).

7.2 Composición química

Tabla 3. Composición de la semilla de chía.

<i>Composición</i>	<i>Porcentaje</i>
Proteína	15-25
Carbohidratos	26-41
Cenizas	4-5
Grasas	30-33

Extraído de Segura, 2014.

Como se observa en la Tabla 3, la semilla de chía tiene un alto contenido de ácidos grasos del cual el mayor porcentaje lo representa el ácido linoléico motivo por el que lo abordaremos en las siguientes líneas.

7.2.1 Importancia de los lípidos

El estudio de los lípidos y su importancia en la nutrición humana constituye una de las áreas necesarias en la investigación nutricional. Son el principal nutriente energético, ya que aporta mayor cantidad de energía que las proteínas y

carbohidratos, estos constituyen 9 Kcal/g, mientras que las proteínas y carbohidratos aportan 4 Kcal/g.

Los lípidos están compuestos de pequeñas cantidades de fosfolípidos, colesterol y otros esteroides, en gran cantidad de triglicéridos. Se almacenan en el cuerpo en forma de triglicéridos y estos químicamente son moléculas de glicerol esterificadas con tres ácidos grasos (Coates, 2012).

El contenido de grasa, el cual es formado de lípidos libres es aquel que puede ser extraído por disolventes ligeros, como petróleo y éter etílico, siendo estos menos polares; por otro lado, los lípidos conectados necesitan disolventes más polares para su extracción. Mediante hidrólisis o tratamientos químicos se puede separar para la obtención de lípido libre, la cantidad de lípido extraído de un producto alimenticio dependerá del método utilizado (Kirk, 2011).

Los ácidos grasos son bloques de construcción de algunos lípidos en el cuerpo, compuestos de una cadena de hidrocarburos; es decir, una cadena de átomos de carbono unida a átomos de hidrógeno. Los ácidos grasos se clasifican según sus cadenas, puede ser de cadena corta (<6 carbonos), cadena mediana (6-10 carbonos) o cadena larga (12 o más carbonos). Estos pueden clasificarse según su saturación; saturados (sin doble enlace), monoinsaturados (1 doble enlace) y poliinsaturados (>1 doble enlace). Los ácidos grasos poliinsaturados tiene una sub clasificación en la cual el primer doble enlace se encuentra entre los 3 átomos de carbono (omega 3 o n3) y si el doble enlace se encuentra en los 6 átomos del metil carbono (omega 6 o n6).

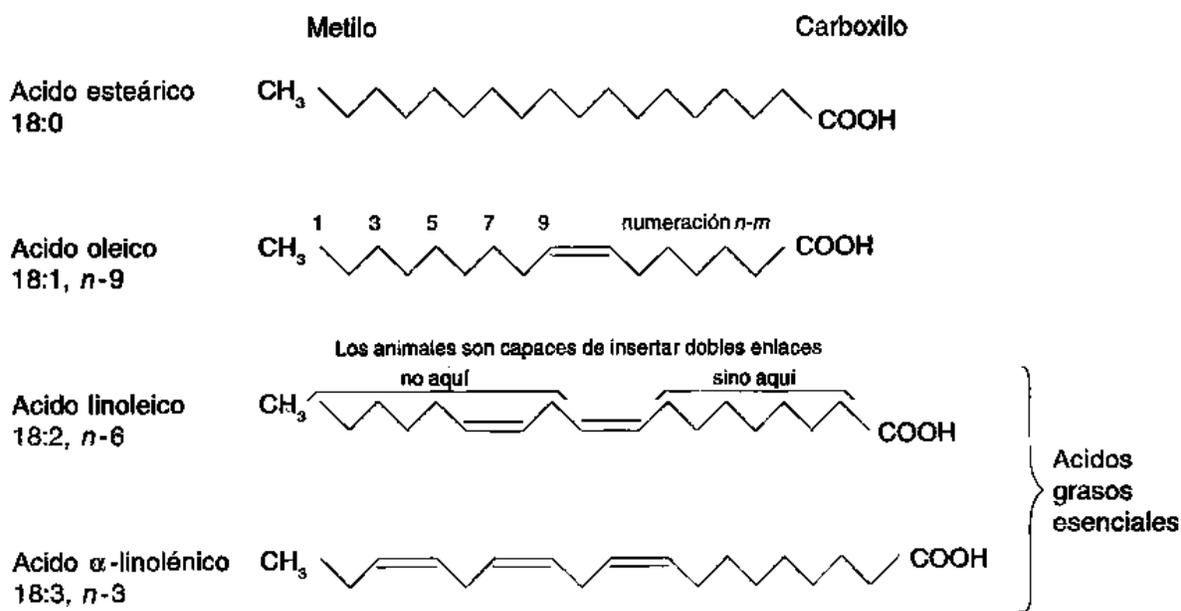


Figura 3. Estructura química de los principales ácidos grasos encontrados en la chía

Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados son conocidos como ácidos grasos no esenciales pueden ser sintetizados por el organismo, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados omega 3 y 6 se denominan ácidos grasos esenciales y deben ser suministrados por la dieta. Los ácidos grasos se conocen por sus siglas en inglés Saturated Fatty Acids (SFA), Monounsaturated Fatty Acids (MUFA), Poliunsaturated Fatty Acids (PUFA).

7.2.1.1 Propiedades de los omega

El aceite de la semilla de chía es una de las mejores fuentes vegetales (<60%), seguido por la linaza (57%), la colza, la soya, el germen de trigo y las nueces (7-13%). El ácido linolénico a pesar de ser el principal precursor del Ácido Docosahexaenoico (DHA) y Ácido Eicosapentaenoico (EPA) desarrolla una mínima conversión, de allí la importancia del consumo de alimentos que se conviertan en una fuente directa de EPA y DHA.

El principal ácido graso linoleico (omega 6) puede ser transformado en el cuerpo en ácido graso gamma linolénico (GLA) y araquidónico (AA). Por otro lado, el

ácido linolénico (omega 3) puede ser sintetizado en EPA y el DHA: la transformación de omega 6 a GLA y AA, y del omega 3 en EPA y DHA se da mediante procesos en los que actúan enzimas saturasa y elongasa; estas dos familias de PUFA tienen los procesos similares y por lo tanto, compiten por las enzimas para que se realice la desaturación y la elongación (Jardón, 2007).

7.2.1.2 Importancia del DHA y EPA

El DHA, fundamentalmente tiene una función neuroregeneradora, interviniendo, en el desarrollo neurológico, desarrollo de las funciones cognitivas, desarrollo de la visión y prevención de problemas de la retina, manejo de las enfermedades neurodegenerativas y mejora de la atención y la memoria.

Por otra parte el EPA tiene un mecanismo de acción antiinflamatorio en enfermedad cardiovascular, en dolor, inflamación y artritis, problemas dermatológicos, menopausia y bochornos provocados por el calor, enfermedades autoinmunes y en las lesiones musculares en deportistas. No obstante, al DHA también se le reconoce función antiinflamatoria (Pérez, 2015).

7.2.1.3 Ácidos grasos en la chía

Hoy en día, las semillas de chía están siendo utilizadas en la dieta como un alimento que puede proveer beneficios a la salud humana debido a su alto contenido de ácido linolénico.

Si bien la moderna investigación de la chía se basa en su gran aporte de ácidos grasos esenciales, sus semillas deben ser consideradas como excelentes integradores alimentarios, dada su riqueza en componentes nutricionales. Las semillas de chía representan la fuente vegetal con más alta concentración de Omega 3. Poseen un 33 % de aceite, del cual el ácido linolénico representa el 62 % y el linoleico el 20 %. La chía es el cultivo con mayor porcentaje de AGE al tener el 82 % de sus lípidos con dicha característica.

Este ácido graso pertenece a la familia de los Ω -3 que son esenciales para el crecimiento normal y desarrollo del cuerpo humano y juega un importante papel en la prevención y el tratamiento para la enfermedad de las arterias coronarias, la hipertensión, la diabetes, la artritis, otras inflamaciones y enfermedades autoinmunes y el cáncer. La semilla de chía aceite también contiene un bajo porcentaje de ácidos grasos saturados (Ixtania, 2011).

Tabla 4. Composición de ácidos grasos de la chía.

<i>Ácidos grasos</i>	<i>Chía %</i>
Ác. Láurico C12:0	-
Ác. Mirístico C14:0	0.08 ± 0.00
Ác. Palmítico C16:0	7.29±0.17
Ác. Heptadecanoico C17:0	0.03±0.04
Ác. Esteárico C18:0	3.84±0.09
Ác. Eicosanoico C20:0	0.23±0.00
Ác. Docosanoico C22:0	Trazas
Ác. Tetracosanoico C24:0	Trazas
Ácidos grasos saturados totales	11.47
Ác. Palmitoleico C16:1	0.06±0.00
Ácido Elaídico C18:1 w9 trans	1.91±0.29
Ác. Oleico C18:1 w9 cis	8.91±0.30
Ác. Octadecaenoico C18:1 w7 cis	1.31±0.05
Ác. Octadecaenoico C18:1 isom	0.23±0.03
Ác. Octadecaenoico C18:1 isom	0.17±0.02
Ác. Eicosaenoico C20:1	0.12±0.00
Ác. Eicosaenoico C20:1 w9	0.17±0.00
Ácidos grasos monoinsaturados totales	12.88
Ác. Hexadecadienoico C16:2	0.18±0.00
Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0.48±0.04
Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0.34±0.04

Ác. Octadecadienoico C18:2 trans	0.16±0.03
Ác. Linoleico C18:2 w6	19.36±0.16
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	0.10±0.01
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	0.08±0.01
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	-
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	-
Ác. Octadecadienoico C18:2 isom	-
Ác. Eicosadienoico C20:2	0.28±0.03
Ác. γ-Linolénico C18:3 w3 cis	51.82±1.49
Ác. Octadecatrienoico C18:3 isom	0.32±0.30
Ác. Octadecatrienoico C18:3 isom	0.09±0.01
Ác. Linolénico C18:3 w3 cis	51.82±1.49
Ác. Eicosatrienoico C20:3 w3	-
Ácidos grasos poliinsaturados totales	74.18
No identificados	1.47
Relación sat:mono:poliinsaturados	1:1,12:6,47
Relación w6:w3	0.37

Fuente: Jiménez, 2013.

Otro punto a considerar es que dependiendo de la región geográfica el contenido de ácidos grasos se va a modificar en porcentajes, pero contienen la misma calidad de aceite. En general, está documentado que la elevación de la tierra se asocia con la disminución de la temperatura ambiental, así como una fuerte relación entre la creciente temperatura estacional y el número de procesos metabólicos y fisiológicos básicos de las plantas. Esto ha sido verificado en aceites de maíz, jojoba y chía, observando que un incremento en la temperatura se relaciona con una disminución en el contenido de aceite y, la composición de AG saturados aumenta, mientras que los insaturados disminuyen.

La literatura científica explica las bondades de los AG insaturados en la nutrición humana; especial atención se ha dado al grupo de los omegas 3 y 6 (linolénico y linoleico), que son constituyentes importantes de la estructura de las membranas celulares, cumplen funciones energéticas y de reserva metabólica, y forman la estructura básica de algunas hormonas y de las sales biliares. Los AG omega 3 pueden afectar numerosos factores implicados en el desarrollo de aterosclerosis, lo que inicialmente podría influir en una progresión más lenta de la enfermedad. Se ha descrito que los AG omega 3 reducen las concentraciones de quimioattractantes, factores de crecimiento y productos de moléculas de adhesión, lo que puede favorecer una reducción en la migración de leucocitos y células de músculo liso vascular en la íntima de la pared vascular y así retrasar el proceso aterosclerótico. Tres mecanismos principales parecen estar involucrados en el efecto protector cardiovascular de los AG omega 3: su efecto antiinflamatorio, su efecto antitrombótico y su acción antiarrítmica; éstos aumentan el tiempo de sangrado evitando la adherencia de plaquetas en las arterias, previene la aterosclerosis al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea y reducen la concentración de triacilglicéridos (TG) en plasma, disminuyen el colesterol total y el VLDL-C (Very Low Density Lipoprotein Cholesterol). Los aspectos anteriores ofrecen una ventana de oportunidad para impulsar el uso de la chía en la alimentación humana; considerando la etapa de la vida, el estado fisiológico o patológico del individuo se ha estimado una necesidad energética en la dieta de 1 y 4 % de AG omegas 3 y 6 respectivamente. La variabilidad de los contenidos de aceite y perfiles de AG de las semillas de chía se debe, entre otros factores, a la elevación de la temperatura asociada al cambio climático de la tierra y al solvente y método de extracción del aceite (Tolentino, 2014).

7.2.2 Antioxidantes

Otro componente importante dentro de las semillas de chía es que contienen una buena cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante (principalmente flavonoides), eliminando la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como las vitaminas A, C y E. Se ha demostrado que las vitaminas con actividad antioxidante, anulan los efectos protectores de las drogas cardiovasculares. El problema de ingerir insuficientes antioxidantes desaparece con una mayor cantidad de alfa-linolénico de origen vegetal, lo que genera otra ventaja sobre los ácidos grasos omega-3 provenientes de productos de origen marino. Los antioxidantes, además de resultar un saludable aporte dietario y terapéutico, sirven a la buena conservación del aceite. Esto explica como los mayas, sin grandes técnicas de conservación, podían almacenar la harina de chía durante largos períodos sin que se pusiese rancia, algo poco habitual en semillas oleaginosas. Los antioxidantes protegen de tumores, afecciones cardiovasculares, inflamaciones, virus y radicales libres.

Estos compuestos previenen la oxidación de moléculas insaturadas como los ácidos grasos, los carotenoides y las vitaminas de aceites, chocolates, margarinas, cereales y nueces. Tienen la peculiaridad de que reaccionan más rápidamente con los radicales libres que las moléculas insaturadas y ceden electrones a los radicales libres sin que ellos se conviertan en radical libre. Deben adicionarse antes de que se inicie la oxidación, de lo contrario no actúan en el producto oxidado.

Existen varias sustancias con poder antioxidante de origen natural; se sintetizan para emplearse como aditivos; por su elevado contenido de polifenoles antioxidantes, los extractos de romero y de salvia también se usan en diversos alimentos (Badui, 2012).

Entre ellos destacan: a) carotenoides, como el β -caroteno; b) lecitina; e) derivados fenólicos como las isoflavonas genisteína, daidzeína y gliciteína y los ácidos caféico, clorogénico, ferúlico y cumárico, aun cuando se encuentran en baja

concentración en los aceites, excepto en el de oliva virgen (80 ppm), cuya presencia se supone es la razón de su alta estabilidad; el ácido caféico muestra mayor protección que el propio BHT (butilhidroxitolueno); d) los tocotrienoles y tocoferoles, cuyo poder antioxidante es inverso al de su función biológica y se encuentran en una concentración de 1150, 1 000, 950, 600 y 100 ppm en los aceites crudos de soya, palma, algodón, maíz y oliva, respectivamente; e) los extractos de especias como clavo, romero, salvia, orégano y pimienta gorda.

No menospreciando el importante efecto antioxidante que han referido muchos investigadores sobre la semilla de chía (Bergal, 2013).

Extractos de metanol y agua obtenidos del aceite de la semilla de chía presentan una fuerte actividad antioxidante. Esto se debe principalmente al ácido clorogénico, ácido caféico y contenido de flavonoides. Estos ayudan a mantener la estabilidad en la composición de lípidos de la semilla, así como sus harinas no requieren ser añadidos antioxidantes extras para su conservación característica que permite mantener la semilla por largos periodos almacenados.

Tabla 5. Concentración de antioxidantes en extractos de la semilla de chía.

<i>Compuesto</i>	<i>Concentración (mol/kg de semilla)</i>
Ácido caféico	6.6×10^{-3}
Ácido clorogénico	7.1×10^{-3}
Myricetina	3.1×10^{-3}
Quercetina	0.2×10^{-3}
Kaempferol	1.1×10^{-3}

Fuente: Campos, 2016.

El uso de antioxidantes dentro de la industria alimentaria representa una constante regulación, debido a que múltiples estudios reportan que un uso excesivo de los mismos, puede tener efectos negativos en la salud. Por ende, se tienen que buscar alternativas saludables; para los cuales la chía puede ser un buen sustituto.

La semilla de chía y el aceite es una excelente fuente de antioxidantes, tales como tocoferoles, fitoesteros, carotenoides y compuestos fenólicos, ácido clorogénico, ácido caféico, miricetina, quercetina y kaempferol.

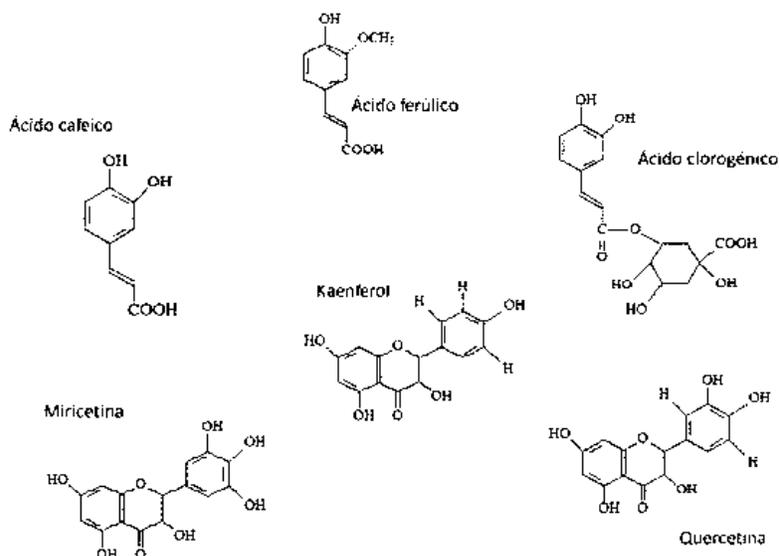


Figura 4. Estructura química de los antioxidantes presentes en la chía.

Varios informes demuestran la propiedad antioxidante potente de las semillas de chía en ensayos in vitro. En modelos con ratas obesas, el aceite de chía en la dieta induce la expresión de HSP70 y HSP25 en el músculo esquelético y restaurando la expresión de superóxido dismutasa y glutatión peroxidasa que protegen contra el estrés oxidativo.

Además, tratamientos prolongados con semillas de chía y tratamientos cortos con el aceite de chía, restauraron el γ -receptor activado por proliferadores de peroxisomas coactivador -1α (PGC- 1α) que producen respuesta a señales nutricionales y hormonales (Gazem, 2016).

7.2.3 Proteínas

Las proteínas son las macromoléculas que llevan a cabo virtualmente todas las actividades de la célula; son las herramientas moleculares y las máquinas que hacen que sucedan las cosas.

Se estima que una célula de mamífero tiene en general tanto como 10 000 proteínas diferentes con diversas funciones. Como enzimas, las proteínas de manera notoria aceleran la velocidad de las reacciones metabólicas; como cables estructurales, las proteínas proveen apoyo mecánico tanto dentro de las células como fuera de sus perímetros; como hormonas, factores de crecimiento y activadores de genes, las proteínas realizan una amplia variedad de funciones reguladoras; como receptores de membranas y transportadores, las proteínas determinan el tipo de célula a la que reaccionan y que sustancias entran o salen de la célula; como filamentos contráctiles y motores moleculares, las proteínas constituyen la maquinaria para los movimientos biológicos. Entre sus múltiples funciones restantes, las proteínas actúan como anticuerpos, sirven como toxinas, forman los coágulos sanguíneos, absorben o refractan la luz y transportan sustancias de una parte del cuerpo a otra. (Karp, 2009)

Con un 20% de proteínas, la chía posee un enorme potencial para corregir y prevenir la desnutrición proteica. El contenido de proteína depende en gran medida del medio ambiente y factores agronómicos. La bibliografía ha descrito 9 de los aminoácidos esenciales en una cantidad apreciable. Los alimentos ricos en proteína tienen una gran cantidad de efectos sobre la pérdida de peso debido a la pérdida de grasa en el cuerpo. Los resultados de un estudio revelaron que el consumo de 25% de proteína de la energía total, contribuían a una significativa pérdida de grasa. El contenido de una dieta alta en proteínas (18% del consumo de energía total) y la dieta baja en proteínas (% del total de la ingesta de energía) en 113 hombres y mujeres con sobrepeso se investigó durante 4 semanas. Se concluyó que el grupo que se alimentó con una dieta alta en proteínas perdieron más peso que el otro grupo que mantuvo una dieta baja en proteínas (Lejeune, 2005). El consumo regular de chía puede ayudar a las personas a realizar una

pérdida de peso más rápida; sin embargo, las necesidades de este aspecto necesitan investigación más detallada. La principal proteína en las semillas de chía es la globulina que constituye alrededor del 52% de la proteína total. Albúminas y globulinas revelaron una mejor sensibilidad térmica, prolaminas y gluteninas se desnaturalizaron a 103, 105, 85.6 y 91°C. La semilla reveló un balance de aminoácidos esenciales y no esenciales (Ullah, 2015)

El contenido de proteína de la semilla varía entre 15 % y 23 % dependiendo de la ubicación geográfica de la cosecha, superior a la de los cereales tradicionales, tales como trigo, maíz, arroz, avena y cebada.

Tabla 6. Comparación entre la semilla de chía y algunos cereales.

<i>Grano</i>	<i>% de Proteína</i>
Arroz	6,50
Cebada	12,48
Avena	16,89
Trigo	13,68
Maíz	9,42
Chía	20,70

Extraído de Ayerza, 2005.

Comparado con el grupo de las gramíneas, representa una ventaja por no contener gluten. La gama de productos que se pueden elaborar a partir de la chía resulta atractiva para el mercado de los enfermos celíacos.

Más allá de su excelente perfil lipídico, la chía tiene buena dosis de proteína (23 %), aminoácidos esenciales, entre ellos la lisina, limitante en los cereales. La chía no posee gluten, por consiguiente puede ser consumida por los celíacos.

Tabla 7. Perfil de Aminoácidos de la chía

<i>Aminoácidos</i>	<i>Chía (g/100g)</i>	<i>Soya</i>
Ácido aspártico	1.69	5.11
Treonina	0.71	1.77
Serina	1.05	2.36
Ácido glutámico	3.50	7.88
Glicina	0.95	1.88
Alanina	1.05	1.91
Valina	0.95	2.10
Cisteína	0.41	0.65
Metionina	0.59	0.54
Isoleucina	0.80	1.97
Leucina	1.37	3.31
Triptófano	0.44	0.59
Tirosina	0.56	1.54
Fenilalanina	1.01	2.12
Lisina	0.97	2.71
Histidina	0.53	1.10
Arginina	2.14	3.15
Prolina	0.77	2.38

Fuente: Ullan, 2015.

7.2.4 Vitaminas y minerales

La semilla de chía se ha caracterizado por ser una buena fuente de vitaminas y minerales. Posee 714 mg de Ca en la semilla entera y 1180 mg en las semillas parcialmente desgrasadas (harina); para dar una idea, la leche tiene apenas 125 mg, entre 6 y 10 veces menos. Además posee gran riqueza en hierro (16,4 mg), magnesio (390 mg), potasio (700 mg) y fósforo (1.057 mg). La chía también contiene buenos valores de cinc y manganeso, siendo muy pobre en sodio. Otra

virtud de la chía es su buena cantidad de fibra (27%), sobre todo en forma de fibra soluble (mucílagos). Este tipo de fibra retarda el índice de glucosa en sangre y reduce la absorción de colesterol. (Sapio, 2008)

En materia de vitaminas, presenta una buena fuente del grupo B. La carencia de vitamina B favorece la formación de depósitos de placas en las paredes arteriales e incrementa el riesgo de afecciones cardiovasculares. Por consiguiente representa una buena opción para prevenir afecciones de ese tipo (Ulbricht, 2009)

Tabla 8. Contenido de vitaminas y minerales presentes en semillas de chía y en harina residual desgrasada.

<i>Nutriente</i>	<i>Entera</i>	<i>Harina desgrasada</i>
Macroelementos (mg/100g)		
Calcio	714	1180
Magnesio	390	500
Fósforo	1067	1170
Microelementos (mg/100g)		
Aluminio	2	4.3
Boro	-	1.4
Cobre	0.2	-
Hierro	16.4	20.4
Manganeso	2.3	6.8
Molibdeno	0.2	-
Sodio	-	2.9
Zinc	3.7	8.5
Vitaminas (mg/100g)		
Niacina	6.13	11.30
Tiamina	0.18	0.79
Riboflavina	0.04	0.46
Vitamina A	44 IU	-

Otro de los componentes de la chía que han sido de mayor relevancia en tiempos actuales es la fibra, esto debido a que han aumentado los conocimientos tanto a nivel estructural como en sus efectos fisiológicos, se han dado otras definiciones que amplían dicho concepto.

7.2.5 Fibra dietética

La American Association for Clinical Chemistry define a la fibra dietética: como la parte comestible de las plantas o hidratos de carbono análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso (Chemistry, 2001). La FD incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de las plantas. La FD promueve efectos fisiológicos beneficiosos como laxante y/o atenúa los niveles de colesterol y/o glucosa en sangre (Capitani, 2013).

Las semillas de chía son fuentes ricas en fibra dietética por su equilibrada relación de fibra soluble e insoluble, las cuales pueden ser consumidas de manera directa o transformadas en productos ricos en fibra. La importancia de las semillas de chía radica en la capacidad de absorber grandes cantidades de agua (15.41g. de agua/g de fibra) comparado con otra fuente de fibra como el salvado de trigo (2.48g de agua/g. de fibra), el cual tiene efectos fisiológicos al aumentar el bolo fecal y acelerar el tránsito intestinal.

La fibra dietética es un conjunto de sustancias de origen vegetal que resisten a la digestión y absorción en el intestino delgado humano y experimenta una fermentación total o parcial en el intestino grueso. Es un elemento importante para una nutrición sana, desempeñando funciones fisiológicas sumamente importantes como estimular el tránsito intestinal. Solamente se encuentra en alimentos de origen vegetal como la semilla de chía

7.2.5.1 Fibra dietética soluble

La fibra soluble está formado por distintos componentes como mucílagos, inulina, pectinas, gomas y fructooligosacáridos, que captan una gran cantidad de agua y son capaces de formar geles viscosos, siendo fermentable por microorganismos presentes en el intestino, por lo que produce gran cantidad de gas, al ser muy fermentable favorece la creación de la flora bacteriana que compone 1/3 volumen fecal, por lo que este tipo de fibra también aumenta el volumen de las heces y disminuye su consistencia, la podemos encontrar en la semilla de chía. El mucílago de las semillas de chía es un polisacárido de alto peso molecular, se encuentra en las tres capas exteriores de la cubierta de la semilla. Cuando la semilla entra en contacto con el agua, el mucílago emerge inmediatamente y en un corto periodo se forma una cápsula mucilaginosa transparente que rodea la semilla.



Figura 5. Mucílago de chía.

7.2.5.1.1 Mucílago

El contenido de fibra de la semilla de chía corresponde a un polisacárido con un peso molecular alto ($0.8-2 \times 10^6$ Daltons). La FAO describió el mucílago como una fuente potencial de goma de polisacáridos debido a sus excepcionales propiedades mucilaginosas a baja concentración en soluciones acuosas. Una estructura tentativa de la unidad básica del polisacárido fue propuesto como un tetrasacárido con residuos de 4-O-metil-alfa-D-glucoronopiranosil que tiene ramas de β -D-xilopiranosil en la cadena principal.

Los monosacáridos β -D-xilosa, α -D-glucosa y 4-O-metil- α -D-glucurónicoácidos se obtuvieron por hidrólisis ácida en la proporción 2: 1: 1, respectivamente.

En general, los hidrocoloides son ampliamente utilizados en diferentes aplicaciones en la industria de los alimentos, debido a su capacidad para retener agua. También son notables por su engrosamiento y las propiedades gelificantes, control de la sinéresis, estabilización de la emulsión, etc. Las semillas de chía contienen 5-6% de mucílago que se puede utilizar como fibra dietética. Una patente se refiere a su extracción usando sonicación y filtración de alta presión. Pero se necesita más información sobre las condiciones de extracción, los rendimientos y las propiedades del hidrocoloide extraído. Algunos esfuerzos han sido previamente canalizados hacia la investigación de la hidratación y la extracción del mucílago de algunas semillas agrícolas. Estos informes indican diferentes niveles de rendimientos, por lo general depende de los métodos de extracción e hidratación del mucílago fue liberado durante la hidratación.

Se reportó que el proceso de extracción óptima del mucílago se realizó a una temperatura de 80 °C: proporción de agua de 1:40 (7% de rendimiento). La hidratación máxima se produjo a bajas concentraciones de sal, pH de 6.5 hacia arriba, alcanzando un pH máximo de 9, y una temperatura de 65 ° C donde se obtuvieron los mejores resultados a 80 ° C. El mucílago se puede extraer fácilmente e hidratado para lograr una retención de agua de 27 veces su peso en agua. Las semillas de chía y mucílagos tienen un gran potencial como ingrediente funcional que se utiliza como espesante en los alimentos (Muñoz, 2011).

7.2.5.2 Fibra dietética insoluble

Las fibras insolubles son capaces de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad, lo cual produce un aumento del volumen de la masa fecal, acelerando el tránsito intestinal. Estas fibras incluyen celulosa, lignina y algunas fracciones de hemicelulosa (Sánchez, 2006).

Por otra parte, existe una gran variedad de componentes no convencionales asociados a la fibra dietética, los cuales por su baja digestibilidad pueden contribuir con propiedades semejantes. En este sentido, su inclusión dentro de la fibra es motivo de controversia, tal es el caso de los taninos, ceras, glicoproteínas, minerales, compuestos de Maillard, quitina y formas provenientes del metabolismo digestivo del hombre (polidextrosas).

La naturaleza química de la FD varía entre las diferentes capas de una semilla. Generalmente, en los cereales las capas externas son ricas en FDI mientras que la fracción de FDS es mayor cerca del endospermo. Por lo tanto, los procesos de molienda pueden ser modulados para obtener fracciones ricas en FD y también para incrementar la relación de FDS/FDI (Capitani, 2013).

7.3 Propiedades funcionales de la chía

La semilla de chía tiene efectos fisiológicos en el estreñimiento por su excelente fuente de fibra (27.6 g de fibra en 100 g de chía). Además tiene un efecto beneficioso debido al equilibrado contenido de fibra: soluble (46.55%) e insoluble (53.45%) en comparación con otras fuentes de fibra como la de soya y maíz, que de acuerdo al tipo de fibra presente poseen diferencias en la capacidad de fermentación y por lo tanto en los efectos fisiológicos que desarrollan, debido a que la fibra de la soya es altamente fermentable y digestible, al contrario de la fibra de maíz que es dura y difícil de degradar.

Entre las principales funciones fisiológicas de la chía podemos mencionar su capacidad para aumentar el bolo fecal y el metabolismo de los lípidos. Aumenta el

volumen del bolo fecal, por su contenido en fibra dietética, absorbiendo grandes cantidades de agua, lo cual ayuda a prevenir problemas de estreñimiento, divertículos y cáncer de colon.

Este aumento se debe a la acción de su fibra soluble la cual se conforma de mucílagos, que tiene como característica principal la capacidad para atraer agua, porque exuda rápidamente al remojar las semillas en agua y se solubiliza fácilmente aún a bajas temperaturas formando geles, influyendo en el correcto funcionamiento intestinal.

Otras de las funciones fisiológicas de la ingesta de mucílago de chía es la influencia en el metabolismo de lípidos, mediante la disminución de la absorción intestinal de ácidos grasos, colesterol y el arrastre de sales biliares, aumentando la pérdida de colesterol a través de las heces, además inhibe la síntesis endógena de colesterol y la desaceleración de la digestión y la absorción de nutrientes.

Además, la fibra dietética soluble origina geles de alta viscosidad que producen enlentecimiento del vaciado gástrico y brinda sensación de saciedad (Guiotto, 2014).

El colon es donde la fibra ejerce sus máximos efectos, además de diluir el contenido intestinal, sirve de substratos para la flora bacteriana, capta agua y fija cationes (Altamirano, 2015).

Tabla 9. Valor terapéutico de la chía.

<i>Valor terapéutico</i>	<i>Referencia</i>
Protección cardiaca	Muñoz et al. (2012)
Ayuda en el control de diabetes	EFSA (2009)
Fuente potencial de varios péptidos bioactivos, reparación de tejido dañado y bienestar general	Segura-Campos et al. (2013)
Control de dislipidemia	Chicco et al. (2009)
Potencial para disminuir el colesterol malo LDL e incrementar el colesterol benéfico HDL	Ayerza, and Coates (2005)
Control de la hipertensión, triglicéridos y poder antiinflamatorio	Rodea-González et al. (2012)
Actividad antioxidante para uso	Nadeem et al (2015)

comercial	
La chía no es alergénico (planta/todo)	EFSA 2005, EFSA 2009
Antiagregante plaquetario, laxante, hipotensor, tónico cardíaco, protector cardiovascular, tratamiento de anemia, mejora la dermatitis, analgésico	Ayerza, and Coates (2005)
Mejora DHA y EPA en sangre	Nieman et al. (2009)
Antineoplásico	Adams et al. (2009)
Hipotensión	Vuksan et al. (2007)
Enfermedad celíaca, estreñimiento y vasodilatación	Adams et al. (2005)
Dolor en las articulaciones, trastornos renales	Wojcikowski et al. (2006)
Antiviral	Jiang et al. (2005)

Extraído de Ullah, 2015.

VIII.LEGISLACIÓN

En la actualidad, muchos estudios se están enfocando en la utilización de productos elaborados a partir de la chía.

Recientemente, la chía ha recuperado su popularidad al convertirse en una de las principales fuentes de aceite que contiene altos niveles de PUFA. La chía, que solía ser el principal cultivo alimentario de los pueblos indígenas de México y Guatemala, es ahora ampliamente cultivado y comercializado por su (omega) ω -3 alfa-linolénico (ALA) contenido y propiedades antioxidantes. En el mercado mexicano se encuentra un repunte en la venta de productos elaborados que utilizan la semilla de chía como materia prima.

Hoy en día, su cultivo no sólo se limita a las Américas sino que también se extiende a otras áreas, como Australia y Sudeste de Asia.

En la actualidad, las semillas de chía se utilizan como un suplemento de aceite saludable para los seres humanos y animales. La Tabla presenta un resumen de los usos comerciales actuales de la semilla de chía (Ullan, 2015).

Tabla 10. Uso comercial de la chía.

<i>Uso de la semilla de chía</i>	<i>Productos</i>	<i>Observaciones</i>
Alimento animal	Pollos. Puercos y conejos.	El aumento de ω -3 y ω -6 de huevo y yema.
Formulación de alimentos	Harina compuesta (15-20 % de chía con harina de maíz). Ingrediente para las galletas, cereales bares, patatas fritas, postres, panes, jaleas, y emulsiones.	Aumento de la fibra dietética total y una disminución en el índice glucémico. Mejora de la retención de agua, capacidad de absorción, y la estabilidad de emulsión.
Suplemento de salud	Aceite de semilla de chía. Bebidas altas en carbohidratos.	La aplicación tópica para enfermedades de la piel tales como prurito y especialmente en eczema xerótico y

Suplemento para la postmenopausia en mujeres.	pacientes con disfunción renal. Mejore la resistencia de los atletas hasta por 90 minutos. Mejora los niveles de ALA y EPA.
---	---

En 2000, las directrices dietéticas de los Estados Unidos recomiendan que la semilla de chía se pueda utilizar como un alimento primario con un consumo no superior a 48 g/día.

Los brotes de chía se consumen en ensaladas, también se utiliza en bebidas, cereales de desayuno, o se comen crudas. La Comisión Europea aprobó la utilización de semillas de chía en productos de pan con un límite de no más al 5%. Aparte de pan, la industria de alimentos de diversos países de todo el mundo, incluyendo Estados Unidos, Canadá, Chile, Australia, Nueva Zelanda y México han utilizado ampliamente las semillas de chía o su aceite para diferentes aplicaciones, como el desayuno cereal, barras de galletas, snacks, jugos de frutas, pasteles y yogurt.



Figura 6. Yogurt elaborado con semillas de chía y fresas de la marca LALA.

A pesar de sus actividades antioxidantes conocidos y perfil de ácidos grasos saludables, los consumidores no son muy conscientes de beneficios de chía hasta hace poco.



Figura 7. Barras multigrano elaboradas con semillas de chía de la marca BIMBO.

La producción de semillas de chía es una de las principales contribuyentes a la economía argentina, siendo responsable el 24% de su industria agrícola. En 2008, Argentina aportó aproximadamente el 4% de la producción mundial de cereales. Aunque la semilla de chía se ha comercializado por mucho tiempo en México, la producción es a pequeña escala, los problemas en su abasto representan un problema en el mercado actual. El campo mexicano podría tener un impulso si se realizara la siembra de chía para cumplir con la demanda mundial (Mohd, 2012).

Argentina, conocido mundialmente por su producción de chía, incorporó a la semilla en el Código Alimentario Argentino (CAA). En dicho artículo, se denomina semillas de chía a las semillas sanas, limpias y bien conservadas de *Salvia hispanica* L., de color marrón oscuro, tamaño muy pequeño y de buena fluidez, con aroma suave, agradable y propio de la semilla. El máximo contenido de agua

permitido (determinado a 100-105°C) es de 7%, con un mínimo de 33% de materia grasa, menos de 0,5% de semillas dañadas y libres de insectos vivos. Las semillas no deben contener más de 1% de materias extrañas, de las cuales el material mineral debe ser inferior a 0,25%, mientras que los insectos muertos, fragmentos o restos de insectos y/u otras impurezas de origen animal no deben superar el 0,1%.

En el año 2009, se incorporó al CAA el Artículo 1407 bis, en el cual se incluyó con la denominación de harina de chía al producto proveniente de la molienda de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.), debiendo presentar esta última características de semilla sana, limpia y bien conservada, que haya sido sometida a prensado para la remoción parcial o prácticamente total del aceite que contiene.

En el mismo, se tienen en cuenta dos tipos de harina de chía, según lo especificado en la tabla.

Tabla 11. Composición de diversos tipos de harina de chía autorizadas en el Código Alimentario Argentino (Art. 1407 bis, CAA)

Ingredientes	Porcentaje
Harina de chía	
Parcialmente desgrasada	
Humedad (100-105 °C)	(%) 9.5
Proteína (N x 6,25) mín.	(%) 20.29
Grasa (Extracto etéreo) máx.	(%) 18.7
Fibra total máx.	(%) 35.52
Cenizas (500-550 °C)	máx. 5.6

En el mismo año, mediante Resoluciones Conjuntas 76 y 391/2009 Modificación (06/2009), se autorizó el uso de aceite de chía exclusivamente en suplementos dietarios, en los términos del Artículo 1381 del Código Alimentario Argentino (CAA), (Alimentos de Régimen o Dietéticos, 2016).

A nivel internacional, la semilla de chía es considerada como un suplemento dietario por la FDA (Food and Drug Administration). En este sentido, en el año 2009, quedó autorizada en el mercado comunitario (Unión Europea) la comercialización de semillas de chía (*S. hispanica*) y semillas de chía trituradas, para ser utilizadas como un nuevo ingrediente alimentario en productos de panadería con un contenido máximo de semillas de chía del 5%. Además, la industria alimentaria de diversos países, incluyendo Reino Unido, Canadá, Chile, Australia, Nueva Zelanda y México, utilizan la semilla de chía o su aceite en la elaboración de productos tales como cereales para el desayuno, jugos de frutas, tortas, yogurt, entre otros.



Figura 8. Familia de productos marca O3 chía Premium.

Las ventajas nutricionales de la chía descritas en los diversos trabajos científicos previamente citados, así como la comercialización de productos que la incluyen como ingrediente alimentario están en creciente avance a nivel mundial.

Actualmente, es posible encontrar semillas de chía en alimentos destinados al consumo humano y animal, utilizándola en la elaboración de panes, galletitas,

barras energéticas, suplementos dietarios, bebidas energéticas y aceite. Además, se han logrado obtener productos de origen animal enriquecidos con ω -3, tales como huevos, pollo, carne bovina, chorizo, jamón, leche y quesos, los cuales presentan atributos sensoriales aceptables por parte del consumidor. (Antrejo, 2011)

IX.- CONCLUSIÓN

Los estudios han demostrado una relación entre una dieta nutritiva, la buena salud, y un menor riesgo de enfermedades crónicas. Como resultado, la investigación de los alimentos funcionales ha adquirido importancia para la promoción de efectos fisiológicos en el organismo. Debido al creciente interés en la nutrición, se ha conseguido un importante impulso.

La semilla de chía se encuentra dentro de los alimentos funcionales, reconocido principalmente por su contenido de ácidos grasos entre un 30-33 %, de los cuales el ácido linolénico representa el 62 % y el linoleico el 20 %. El ácido linolénico pertenece a la familia de los Ω -3, juega un importante papel en la prevención y el tratamiento para la enfermedad de las arterias coronarias, la hipertensión, la diabetes, la artritis, otras inflamaciones y enfermedades autoinmunes y el cáncer.

Los AG omega 3 presentan un efecto protector cardiovascular. Éstos aumentan el tiempo de sangrado evitando la adherencia de plaquetas en las arterias, previene la aterosclerosis al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea y reducen la concentración de triacilglicéridos (TG), disminuyen el colesterol. Los aspectos anteriores ofrecen una ventana de oportunidad para impulsar el uso de la chía en la alimentación humana; considerando la etapa de la vida, el estado fisiológico o patológico del individuo se ha estimado una necesidad energética en la dieta de 1 y 4 % de AG omegas 3 y 6 respectivamente.

La proporción de Fibra Dietética Soluble e Insoluble que presenta la chía, permite inhibir la síntesis endógena de colesterol y la desaceleración de la digestión y la absorción de nutrientes

Tanto la semilla de chía, como sus derivados pueden ser incorporados en matrices alimentarias permitiendo dar un valor agregado, como fuente de ácidos grasos Omega-3, principalmente en el aceite y como buena fuente de fibra, libre de gluten y contenido de antioxidantes en su harina.

A pesar de los beneficios encontrados en la semilla de chía, las directrices dietéticas de los Estados Unidos recomiendan que se pueda utilizar como un alimento primario con un consumo no superior a 48 g/día.

X.-BIBLIOGRAFÍA

Alimentos de Régimen o Dietéticos. (2016). Recuperado el 4 de junio de 2016, de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_17.htm

Altamirano. (2015). Efecto del consumo de chíá (*Salvia hispanica*) sobre los síntomas de estreñimiento que presentan los estudiantes de una universidad particular de Lima Este, 2014. *Revista Científica de Ciencias de la Salud* , 18-23.

Antrejo. (2011). Omega-3 enriched egg production: the effect of α -linolenic ω -3 fatty acid sources on laying hen performance and yolk lipid content and fatty acid composition. *British Poultry Science* , 750-760.

Badui. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Pearson.

Bergal, B. (2013). *Química de los alimentos*. Pearson: México.

Campos, S. (2016). *Salvia hispanica: Nutritional and functional potential*. *Springer* , 115-118.

Capitani, M. I. (2013). Caracterización y funcionalidad de subproductos de chíá (*Salvia hispanica* L.) aplicación en tecnología de alimentos. *Universidad Nacional de la Plata* , 115-116.

Coates. (2012). *The complete guide to the ultimate super food*. New York: Sterling.

Fernández, E. L. (2007). Alimentos Funcionales y Nutraceuticos. *Sociedad Española de Cardiología* , 3-6.

Food Info. (14 de Agosto de 2014). Recuperado el 13 de Abril de 2016, de <http://www.food-info.net/es/ff/intro.htm>

Gazem, A. (2016). Pharmacological properties of *Salvia hispanica* (chia) seeds: a review. *Journal os critical reviews* , 1-5.

González. (2013). Tesis "Desarrollo de gomitas enriquecidas con fibra (Plantago psyllium, Linum usitatissimum o Salvia hispanica)". *Universidad Nacional Autónoma de México* .

Guiotto, E. (2014). *Tesis doctoral: "Aplicación de subproductos de chía (Salvia hispanica L.) y girasol (Helianthus annuus L.) en alimentos"*. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata.

Hernández. (2008). Morphological characterization of chía (Salvia hispanica). *Revista Fitotecnica Mexicana* , 105-113.

INEGI. (16 de mayo de 2016). Recuperado el 20 de julio de 2016, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo125&s=est&c=23>

Ixtania, e. a. (2011). Characterization of Chia seed oils by pressing and solvent extraction . *Journal of Food Composition and Analysis* , 166-174.

Jardón, G. H. (2007). Tesis "Proteína de Chía (Salvia hispanica): Estudio para valorar sus propiedades formadoras de películas". *Universidad Nacional Autónoma de México* .

Jiménez. (2013). Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega-3. *Revista Chilena de Nutrición* , 155-160.

Karp, G. (2009). *Biología celular y molecular. Conceptos y experimentos*. México: Mc Graw Hill.

Kirk, R. S. (2011). *Composición y análisis de alimentos de Pearson (2ª ed)*. España: Grupo Editorial Patria.

Lejeune, e. a. (2005). Additional protein intake limits weight regain after weight loss in humans. *British Journal of Nutrition* , 281-289.

Masís, P. S. (2001). Alimentos funcionales: Análisis general acerca de las características químico-nutricionales, desarrollo industrial y legislación sanitaria. *Revista Costarricense de Salud Pública* , 18-19.

Michele Silveira Coelho, M. d. (2014). Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology* , 259-268.

Mohd, N. (2012). The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* , 1-9.

Muñoz, e. a. (2011). Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. *Journal of Food Engineering* , 216-224.

Oswaldo Di Sapio, H. B. (2008). Chía: Importante antioxidante vegetal. *Agromensajes de la facultad* .

Palacios. (2015). Tesis "Comprobación de métodos para la caracterización de ácidos grasos y aminoácidos de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L.). *Universidad de las Américas* .

Pérez, L. (2015). Omega 3 y deporte. *Revista de las Sociedades Canarias de Pediatría* , 103-104.

Ricardo Ayerza, W. C. (2005). Ground chia seed and chia oil effects on plasma lipids and fatty acids in the rat. *Nutrition Research* , 995-1003.

Rodríguez, V. G. Tesis: "Desarrollo de gomitas enriquecidas con fibra (*Plantago psyllium*, *Linum usitatissimum* o *Salvia hispanica*)".

Sánchez, E. E. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria* , 61-72.

Segura. (2014). Chemical and functional properties of chia seed (*Salvia hispanica* L.) gum. *International Journal of Food Science* , 315-321.

Tolentino, e. a. (2014). Contenido de ácidos grasos en semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) cultivadas en cuatro estados de México. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* , 199-207.

Ulbricht, e. a. (2009). Chia (*Salvia hispanica*): a systematic review by the natural standard research collaboration. *Reviews on Recent Clinical Trials* , 168-174.

Ullah, R. (2015). Nutritional and therapeutic perspectives of Chia (*Salvia hispanica* L.): a review. *Journal of Food Scientists and Technologists*.