

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



La Chía (*Salvia hispánica L.*) Cultivo y Alimento de los Aztecas
con Nuevo Potencial

Por:

LIZBETH NIEVES DÍAZ

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Octubre 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

La Chía (*Salvia hispánica L.*) Cultivo y Alimento de los Aztecas
con Nuevo Potencial

Por:

LIZBETH NIEVES DÍAZ

MONOGRAFÍA

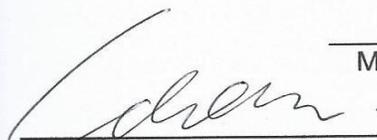
Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

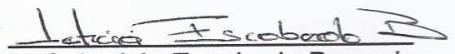
Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Roberto Espinoza Zapata
Asesor principal



M.C. Adolfo Ortegón Pérez
Coasesor



M.C. Leticia Escobedo Bocado
Coasesor



Dr. Gabriel Morales Gallegos
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Octubre 2015

DEDICATORIAS

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo este camino.

A mis padres:

Joaquín L. Nieves Pozos *y*
Jaqueline Díaz Becerra.

Mami, por darme la vida, amarme como a nadie en este mundo, por creer en mí ante todo y por tu gran esfuerzo y dedicación en siempre apoyarme incondicionalmente por mas difícil que fuera la situación, gracias por que mejor madre para mí no hay. Mil gracias momm por tu amor, tu apoyo, tus consejos, por ser mi mejor amiga.

Papi, por que todo esto te lo debo a ti y no solo quiero decirte que eres el mejor papá, si no también has sabido ser mi mejor amigo, mi héroe, gracias papi por que sin tus consejos, sin tú amor, sin tú protección, sin tú apoyo, no estaría aquí, gracias papi hoy llegue mas allá de lo que imagine.

“Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes”.

A mis hermanos:

Joaquín Nieves Díaz
Rolando Nieves Díaz

Por estar conmigo en las buenas y las malas, por ser mis mejores amigos, mis consejeros y compartir conmigo muchos momentos de alegría. ¡Los amo!

Quin, por ser siempre incondicional para mí, por enseñarme siempre a ver las cosas de diferente manera y luchar por la vida. ¡Gracias hermanito!

Roli, gracias brody, por cada consejo, por saber ser hermano y amigo al mismo tiempo, por siempre motivarme a salir adelante. ¡Gracias hermanito!

A mis cuñadas:

Blanca E. Espindola de la luz ; Juanita Sampayo Hernández

Por su gran apoyo incondicional, por sus consejos, por siempre sacarme una sonrisa en los peores momentos, por que mas que mis cuñadas son como mis hermanas. ¡Mil gracias!

A mis abuelitos:

Hermilo Nieves Cano (+)
Celerina Pozos de la Cruz (+)

Agustín Díaz Reyes (+)
Hortencia Becerra Cid

Por su apoyo incondicional, por su gran motivación para siempre salir adelante, por su compañía y consejos durante todo este tiempo. Los quiero mucho y siempre están presentes en mi vida.

A mis sobrinos:

Mis amores, saben que los amo tanto y este esfuerzo también es dedicado con tanto amor para ustedes: **Rodri, Kikin, Vale, Angelito y Roli**, gracias por su gran muestra de amor, por que con un simple abrazo de ustedes todo se vuelve diferente, gracias por todos los momentos bonitos que me hacen día con día, los quiero mucho y les deseo lo mejor en la vida.

A la Sra. Rosario, por su gran amistad y apoyo en mi estancia en Saltillo, así como sus palabras de aliento que me ayudaron en todo momento a no darme por vencida.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, por abrirme las puertas a la superación; la oportunidad de una formación profesional, por acogerme en su seno, ser la madre de mis conocimientos y abrirme camino en esta vida. Gracias por darme momentos inolvidables.

Al **M.C. Roberto Espinoza Zapata**, por dirigir con paciencia e inteligencia este gran proyecto, porque nunca dejo de creer en mí y me apoyo en toda circunstancia, por su sincera amistad, por todas las enseñanzas durante toda mi preparación profesional. Muchas gracias.

A la **M.C. Leticia Escobedo Bocardo**, por brindarme su apoyo incondicional en la realización de este trabajo, por sus enseñanzas y paciencia durante mi preparación profesional. Muchas gracias.

Al **M.C. Adolfo Ortegón Pérez**, por todo el apoyo brindado para realizar este trabajo, su apoyo fue muy valioso. Muchas gracias.

A mis primas (os) Ivonne, Jossy, Kelly, Diana, Laura L, Diego por que mas que eso, siempre han sido como mis hermanas, gracias bebes por siempre estar ahí, no solo en mi formación profesional, si no también por miles de momentos juntas, apoyándonos y siempre unidas, me esfuerzo por ser una mejor persona y que en mi vean un ejemplo a seguir.

En especial a Joss Artigas, Mony Alik, Claus, J.Baylon, Ram Zayas, por siempre contar con una palabra de aliento, por todo su apoyo y amistad incondicional. Por que no importa el momento ni la hora, siempre han tenido ese apoyo donde puedo contar con ustedes, gracias a dios por ponerme a personas tan maravillosas en mi vida como ustedes. ¡Mil gracias por su amistad sincera!

Mis rommies, que con poco tiempo llegan a convertirse en verdaderos amigos, Karlita, Ivonne y Lalo, gracias por cada momento inolvidable que pase con ustedes, por todas las ocasiones buenas y malas que siempre estuvieron ahí, las platicas a altas horas de la madrugada, con quienes pude contar con una mano de apoyo, amistad y cariño. ¡Muchas gracias!

A Ícela, Sol, Lalo, Ismael, Jaime, Chayito, Vale y compañeros de la generación, por su amistad brindada y su gran apoyo durante todo este tiempo ¡Muchas Gracias!

INDICE

DEDICATORIAS	2
AGRADECIMIENTOS.....	4
INDICE DE CUADROS	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. JUSTIFICACION	16
2.1 OBJETIVO.....	16
3. REVISION DE LITERATURA.....	17
3.1 Historia Chía (<i>Salvia hispánica L.</i>).....	17
3.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	19
3.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	20
3.3.1 Raíz	21
3.3.2 Tallo	21
3.3.3 Hojas.....	21
3.3.4 Flor	22
3.3.5 Fruto	24
3.4 NÚMERO DE CROMOSOMAS	26
3.5 DISTRIBUCION.....	27
3.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL.....	29
3.7 BENEFICIOS.....	34
3.8 USOS Y APLICACIONES.....	36
3.8.1 Medicina Tradicional	36
3.8.2 Aceite de Chía	37
3.8.3 Mucilago de chía	40
3.8.4 Actividad como antioxidante.....	41
3.8.5 Chía como aporte culinario	42
3.8.6 Chía orgánica.....	44
3.8.7 Alimentación en especies animales	45
3.8.8 Chía molida versus chía entera en la alimentación animal	45
3.8.9 Mejoramiento de las propiedades de la leche.....	46
3.8.10 Ensayo con chía en gallinas ponedoras	46
3.8.11 Otros usos.....	47
3.9 REQUERIMIENTOS EDAFOLOGICOS	48
3.9.1 Pluviosidad.....	48
3.9.2 Temperatura	48
3.9.3 Luz.....	49
3.9.4 Humedad relativa	49

3.9.5 Viento	49
3.9.6 Suelo.....	49
3.10 CICLO VEGETAL.....	50
3.10.1 Germinación	51
3.10.2 Ramificación.....	51
3.10.3 Espigado y floración	52
3.10.4 Maduración.....	52
3.10.5 Fotoperiodo.....	53
3.11. MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO.....	54
3.11.1 Preparación del terreno.....	54
3.11.2 Control de malezas en etapa de pre siembra.....	55
3.11.3 Selección de semilla	55
3.11.4 Tratamiento de la semilla.....	56
3.11.5 Semilla.....	56
3.11.6 Siembra.....	56
3.11.6.1 Siembra directa.....	56
3.11.7 Densidad de siembra	57
3.11.8 Control de maleza después de la siembra	57
3.11.9 Variedades y mejoramiento genético	58
3.11.10 Características en selección de plantas de Chía	61
3.11.11 Deshierbe	61
3.11.12 Raleo.....	62
3.11.13 Aporque.....	62
3.11.14 Abonado Orgánico	62
3.11.15 Fertilización	63
3.11.15.1 Macronutrientes	63
3.11.15.2 Nitrógeno.....	63
3.11.15.3 Fósforo.....	64
3.11.15.4 Potasio.....	64
3.11.15.5 Micronutrientes.....	65
3.11.15.6 Calcio.....	65
3.11.15.7 Boro.....	65
3.11.15.8 Magnesio.....	66
3.11.15.9 Cobre.....	66
3.11.15.10 Molibdeno	66
3.12 PLAGAS Y ENFERMEDADES	67
3.12.1 Hormigas (<i>Hymenoptera formicoidea</i>).....	67
3.12.2 Langosta (<i>Schistocerca piceifrons p.</i>).....	67
3.12.2.1 Control Químico.....	68
3.12.3 Pulgón (<i>Macrosiphum spp</i>).....	70
3.12.3.1 Control químico.....	70
3.12.4 Hongos.....	71
3.12.5 Bacterias	71
3.12.6 Malezas	71
3.13 RENDIMIENTO	71
3.14 COSECHA	72
3.14.1 Punto de corte	72

3.14.2 Trillado manual o con maquinaria	73
3.14.3 Manual	73
3.14.4 Maquinaria	74
3.15.1 Almacenamiento en sacos	75
3.15.2 Plagas en almacenamiento	75
3.15.2.1 Roedores.....	75
3.15.3 Daños directos	75
3.15.4 Daños indirectos.....	76
4. CONCLUSIONES.....	76
5. LITERATURA CITADA	79

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Energía y composición correspondiente a diversos granos	29
Cuadro 2. Composición ácida de diversas fuentes de ácidos grasos ricos en omega 3	29
Cuadro 3. Minerales presentes en semillas de chía sin aceite sobre la base de peso seco	31
Cuadro 4. Contenido de aminoácidos correspondientes a hidrolizados de proteínas de semillas de chía	32
Cuadro 5. Contenido de vitaminas y minerales presentes en semillas de chía y en harina residual desgrasada	33
Cuadro 6. Caracterización comparativa de diversas fuentes de ácidos grasos ricos en omega 3	38
Cuadro 7. Concentración de antioxidantes en extractos de semillas de chía	41
Cuadro 8. Productos enriquecidos en omega 3 con chía: huevos, pollo y leche	43
Cuadro 9. Plaguicidas recomendados en el manual operativo para el control químico de la langosta	68

INDICE DE FIGURAS

	PAGINAS
Figura 1. <i>Salvia hispánica</i> L. Jardín Etnobotánico, Oaxaca, Méx	17
Figura 2. <i>Salvia hispánica</i> L., A-B: A: aspecto general de la chía. B: hojas	21
Figura 3. Flor morada y azul de <i>Salvia hispánica</i>	22
Figura 4. Floración de <i>Salvia hispánica</i>	23
Figura 5. <i>Salvia hispánica</i> L. Morfología del fruto: A: clusas (cl) incluidas en el cáliz (K). B: morfología de las clusas: a, b: clusas oscuras; c, d: clusas claras; a y c: cara ventral; b y d: cara dorsal	24
Figura 6. C: Clusas hidratadas con formación de mucílago. D: Morfología de la semilla: e: cara dorsal, f: cara ventral. Escalas: A, B, D: 0,5 mm, C: 1 mm.	25
Figura 7. Cromosoma somático , cariotipo y apareamiento cromosómico meiótico en <i>Salvia hispánica</i> . (A) el número de cromosomas somáticos de $2n = 12$. Cariotipo (B) Chía . (C) Dos células en metafase meiótica 1 , cada uno mostrando seis bivalentes.....	26
Figura 8. Micrográficas ópticas de semillas de chía (a) semillas secas y enteras (b) semilla entera hidratada con la formación de la “cápsula mucilaginososa”	40
Figura 9. Descripción grafica de las diferentes etapas fenológicas del cultivo de la chía	50
Figura 10. Inflorescencia, espiguillas y floración de <i>Salvia hispánica</i>	51

RESUMEN

El interés por la chía (*Salvia hispánica L.*) surgió a finales del siglo pasado, ya que se encontró que posee un elevado contenido de ácido linoleico y linolénico, fuente natural de ácidos grasos omega 3 y omega 6, importantes en la nutrición humana. Por tal razón se realizó una actualización bibliográfica sobre avances que se han alcanzado y que pueden ser de ayuda para la producción en los principales Estados productores de chía. El cultivo representa una importante opción de agronegocios para el país, ya que su diversificación productiva al cambio climático, permitirá mejorar los ingresos de los productores. Su alto valor económico y nutricional de acuerdo con estadísticas, la chía ha tenido un gran auge en los últimos 10 años. Su gran diversidad genética se encuentra en México; en este sentido actualmente los derivados de su semilla han despertado interés comercial, sin embargo se conoce poco acerca de su sistema reproductivo para iniciar su mejoramiento y conservar su germoplasma. Otro factor determinante es que no se tiene la tecnología suficiente como para que se pueda producir a grande escala. Se ha buscado como propuesta la posibilidad para que sea envasada la semilla de chía, buscando ser proveedores en tiendas grandes, supermercados, y finalmente para la exportación. A pesar de haber recopilado una buena parte de información existente, se considera necesario iniciar un programa para el mejoramiento genético de la especie.

Palabras clave: *Salvia hispánica*, ácidos grasos, producción,
Correo electrónico; Lizbeth Nieves Díaz, atizly.sevein@live.com

1. INTRODUCCIÓN

Chía (*Salvia hispánica L.*) es una especie anual de la familia laminacea cuya producción, consumo y demanda se ha incrementado fuertemente en los últimos años, es nativa de los Valles del Sur de México. Es uno de los granos más importantes para las culturas precolombianas de Centro América, no solo en cuanto alimentación, sino también en cuanto a valor ceremonial, ya que se encontraron semillas como ofrendas en importantes templos, así como elaboración de medicina para los aztecas (Hernández y Colín; 2008).

El cultivo de Chía (*Salvia hispánica L.*) es considerado entre uno de los cultivos que toma importancia a nivel mundial, para la agricultura y sus diferentes derivados. Si bien, la moderna investigación de la chía se basa en su gran aporte de ácidos grasos esenciales, éstas pequeñas 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 (omega 3) representa el 62% y el linoleico (omega 6) el 20%. La chía es el cultivo con mayor porcentaje de AGE (Ácidos Grasos Esenciales), al tener el 82% de sus lípidos con dicha característica (Coates y Ayerza; 2000).

Esta oleaginosa no solo es una fuente rica de ácidos grasos omega 3, pero también tiene proteínas de alta calidad, antioxidantes naturales y fibra dietética todo esencial en la nutrición humana. El diámetro de la semilla es aproximadamente 1mm, es un grano entero y puede ser de color gris, negro o blanco, o generalmente una mezcla de colores, no contienen colesterol. La estructura de la semilla protege el omega 3 de la oxidación, por lo que es pasado por varios años (<http://www.chiacorp.com>).

El mucilago de chía, carbohidrato complejo de alto peso molecular, es un componente importante de la semilla por su potencial importancia fisiológica. Este mucilago emerge de la semilla cuando entra en contacto con agua, constituyendo un hidrocoloide con potencial uso como agente espesantes en la industria de alimentos y farmacéutica (Lin y Daniel,1994).

Existen empresas cooperativas de productores centradas en el cultivo de chía y de su industrialización en Australia, Bolivia y Argentina; donde desde hace 10 años han desarrollado la red de valor de chía y actualmente ofertan semillas seleccionadas, aceite, harina, fibra y cápsulas de aceite de chía.

En nuestro país como centro de origen de la chía, apenas hace cinco años se retomó el cultivo en Jalisco, donde actualmente se obtiene 99% de la producción nacional, misma que en 2011 llegó a 3,449 toneladas cosechadas en 2,710 hectáreas. El precio medio rural es de 20,000 pesos por tonelada y el costo de producción esta alrededor de 10,200 pesos permitiendo una utilidad de 13,818 pesos por hectárea, lo cual es muy superior a lo que se obtiene con maíz o sorgo de temporal.

Por lo anterior el cultivo de chía es una alternativa rentable que puede mejorar los ingresos de agricultores en zonas de temporal (Mario Alberto Lamas Nolasco www.culturaorganica.com).

En nuestro país, la creciente expansión de chía en las provincias de la zona occidente y centro, puede representar un aporte tendiente a la diversificación de la producción agrícola, con el consecuente impacto socioeconómico en dicha región. Así las cualidades nutricionales de la semilla de chía y de los productos derivados de la misma han comenzado a ser revalorizados dado su elevado contenido de ácidos grasos omega 3, fibra dietaría, proteína y antioxidantes. En los últimos años, se ha registrado un incremento en la búsqueda de fuentes vegetales subutilizadas, a partir

de las cuales deben obtenerse aceites con una elevada proporción de ácidos grasos de alto valor nutricional (De la Cruz y García, 2007).

La *Salvia hispánica* L. cuenta con varios nombres comunes como *Salvia* española, artemisa española, chía mexicana, chía negra o simplemente chía . La variedad nativa de la República Mexicana es la *Chionocalyx Fernald*, (SEMARNAT; 2002).

La variedad nativa de México, crece en bosques de juníperos, encino, pino, pino encino y otras a una altitud aproximada de 1900 m (SEMARNAT; 2002). Se propaga por semilla (INEGI; 1994 y Vázquez *et al*, 1995).

2. JUSTIFICACION

El cultivo de chía actualmente en nuestro país no cuenta con suficiente información sobre el manejo agronómico del cultivo ya que su producción se esta iniciando, esto es debido a su alto valor nutritivo proteico y altos contenidos de omega 3; además de su tolerancia a la sequia; siendo esto una pauta para motivar la siembra del cultivo de chía en nuestro país. Debido a su importancia, se ha observado que existe poca información sobre estudios relacionados al cultivo de la chía.

Por lo anterior, y con la finalidad de recabar la mayor cantidad de información, y para poner al alcance de empresas, pequeños y grandes productores, estudiantes relacionados con la agricultura o personas con algún interés en este cultivo, los avances que permiten obtener mejores resultados en el manejo del cultivo de la chía.

2.1 OBJETIVO

- Obtener información lo más actualizada sobre los avances que se han alcanzado y documentado, que pueda ser de utilidad y beneficio a personas o instituciones interesadas en conocer más sobre el cultivo de la chía.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Historia Chía (*Salvia hispánica L.*)



Figura 1. *Salvia hispánica L.*, Jardín Etnobotánico, Oaxaca, Méx. Foto: Pedro Tenorio Lezama, 2002.

La chía era uno de los granos más importantes para la subsistencia hace cinco siglos; la usaban en ofrenda al dios de la lluvia, encontrada en el Templo Mayor, por la Bióloga Aurora Montufar López en el INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia) en 2006; confirma que la chía tenía un uso ceremonial; al respecto comenta “el hallazgo arqueológico, les confiere una connotación histórica especial, pues comprueba que los mexicas aprovechaban las semillas desde hace mas de 500 años”. Se indica que en la ciudad de Tenochtitlan recibía cada año como tributo de los pueblos conquistados, un mínimo, de 6,360 toneladas de maíz, 4,410 toneladas de porotos, 4,410 toneladas de chía, y 3,780 toneladas de amaranto (Ayerza y Coates, 1996).

La semilla de Chía, según la evidencia científica, comenzó a emplearse en la alimentación humana unos 3500 a.C., entre 2600 y 2000 a.C. se cultiva en el Valle de México por los Aztecas, y entre 1500 y 900 a.C. se emplea como moneda de cambio en el centro de México que se utilizó como materia prima para la elaboración de medicinas, alimentos y pinturas, así como en ofrendas a los dioses durante las ceremonias religiosas (*Sahagún, 1579*).

Las semillas eran prensadas para obtener su aceite, la cual se usaba en pinturas o como emoliente y mucílago como una pasta (ungüento extendido en lienzo) que se aplicaba en heridas o para remover la suciedad del ojo (*Ortiz de Montellano, 1978*). Este alimento fue uno de los principales componentes de la dieta de los Aztecas junto con la quinoa, el amaranto, poroto y maíz (*Hentry et al 1990*).

Pero en si la conquista española trajo consigo el trigo, la cebada, cultivos que eran de mayor producción en cuanto a volumen y laboreo agronómico a cambio de la chía que al ser un grano considerado como sagrado y su recolección difícil de hacerlo hizo a los conquistadores hacer desaparecer el cultivo, siendo más el desconocimiento absoluto de las propiedades del grano. (*Ayerza y Coates, 2006*).

En la época prehispánica fue una planta importante y sus semillas, su harina o su aceite fueron apreciados por sus usos medicinales, alimenticios, artísticos y religiosos. Actualmente su semilla entera se usa en la preparación de bebidas; con el aceite extraído de sus cotiledones se elaboran lacas artesanales. Las poblaciones de *Salvia hispánica L.* que hoy se cultivan comercialmente, contienen un porcentaje, muy bajo de semillas blancas, y éstas provienen de plantas con flor blanca que producen solo semillas blancas, existen diferencias en tamaño ya que las blancas son mas grandes, hecho que fue notado por Sahagún 1579, probablemente el cultivar blanco se perdió luego del colapso de las naciones nativas americanas, y ahora esta mezclada con la semilla oscura (*Cahill, 2003*).

Hay un grupo amplio de especies que se conocen genéticamente como chías, destacando las siguientes:

- ❖ *Salvia polystachya* (chía, tepechia o chinetelecolo)
- ❖ *Salvia hispánica* de la que se produce la chía comercial.

Se considera un cultivo marginado desde la época colonial y en la actualidad se cultiva en Morelos, Puebla, Guerrero y Jalisco; no hay un programa formal para recolección y conservación de estas especies (Leipzig, 1996).

Las semillas oscuras tienen mayor contenido de proteína, mientras que en las blancas, el contenido de ácido graso alfa linolenico es mayor. Los aztecas, podían notar que los rendimientos en el campo eran mayores con la semilla oscura, lo que explicaría por que la semilla oscura sobrevivió y continuó creciendo y la blanca se perdió como cultivo independiente (Ayerza y Coates, 2006).

Durante muchos años las semillas de chía fueron comercializadas solamente en los mercados mexicanos. En 1965 la chía comenzó a estar disponible en comercios dietéticos del sudeste de California y Arizona, hacia finales de los años 1980 se comenzó a comercializar como un alimento para mascotas, incrementándose la demanda de las semillas y posibilitando la venta mayoritaria de su producción (Hicks, 1966).

3.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según (Ayerza y Coates, 2006) mencionan como clasificación taxonómica lo siguiente:

Reino:	Plantae	Sub clase:	Asteridae
Sub reino:	Tracheobionta	Orden:	Lamiales
División:	Magnoliophyta	Familia:	Lamiaceae
Clase:	Magnoliopsida	Sub familia:	Nepetoideae

Tribu: Mentheae **Especie:** *Hispánica*
Genero: *Salvia* **Nombre científico:** *Salvia hispánica L.*

La chía, *Salvia hispánica L.*, es una especie anual que pertenece a la familia de la *Lamiaceae* que está constituida por 7 subgéneros y comprende 300 géneros con alrededor de 7500 especies (*Di sapio et al 2012*).

3.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

La familia *Lamiaceae* Lindley (= *Labiatae* Juss.) esta constituida por 7 subfamilias, las cuales comprenden 300 géneros con alrededor de 7500 especies, es una hierba anual que mide entre un metro y un metro y medio (Brummitt y Stevens, 2001).

El genero *Salvia* es considerado el más numeroso de esta familia y los relevamientos etnobotánicas señalan para las especies nativas, propiedades digestivas, protectoras hepáticas, antitusivos y dermopaticas (Barboza *et al.*, 2006).

Las características morfológicas y fenológicas que identifican a las variedades domesticadas de *Salvia hispánica L* son: cálices cerrados, semilla de mayor tamaño, inflorescencias más compactas, flor más larga, presencia de dominancia apical y uniformidad en los periodos de floración y maduración (Cahill, 2005).

Las flores son hermafroditas, purpúreas a blancas y aparecen en cimas terminales; la floración se produce entre julio y agosto en el hemisferio norte. Los frutos, en grupos de 1-4 clusas, los frutos (clusas) habitualmente llamados “semillas” son indehiscentes, ovales, suaves y brillantes, de color negro grisáceo con manchas irregulares rojizas en su mayoría y algunos blancos; remojados en agua originan un líquido gelatinoso debido a la presencia de mucílagos en su superficie. La forma de propagación de esta especie es a través de sus semillas (Ayerza y Coates, 2006).

3.3.1 Raíz

El sistema radical es bien desarrollado y fibroso. Esta formado por una raíz principal, muy ramificada (Barros y Buenrostro, 1997).

3.3.2 Tallo

Ramoso, ramificado, aromático con tallos cuadrangulares, pubescentes de 1-4 cm de diámetro promedio. El indumento es abundante y de similares características exomorfológicas a las descritas para la epidermis abaxial de la lámina foliar. En tallos jóvenes se observan estomas sobre elevados cuyas células anexas poseen cutícula estriada (Di sapio *et al.*, 2012).

3.3.3 Hojas

Hojas simples, opuestas, enteras. Lamina oval elíptica, algo discolora 8-12 cm de longitud, 4-7 cm latitud., base cuneada a subcordada, ápice agudo margen dentado aserrado, pinnadas, nervaduras prominentes en el envés, pubescentes. Pecíolo corto, 1-3 cm, en la parte superior de la planta y 5-7 cm, en la parte superior de la planta y 5-7 cm en las ramificaciones inferiores pubescentes (Di sapio *et al.*, 2012).



Figura 2: *Salvia hispánica* L. A-B: A: aspecto general de la chía . B: hojas (www.thjardins.com).

3.3.4 Flor

La descripción de la morfología floral de la chía se produce por: espigas terminales o axilares, en grupos protegidos por pequeñas brácteas con largas extremidades puntiagudas, el pedúnculo es corto, sus flores son pediceladas se encuentran reunidas en grupos de seis o más, en verticilos sobre el raquis de la inflorescencia. El cáliz es persistente, pubescente y bilabiado. La corola de color morado o azul es monopétala y bilabiada; el labio inferior se expande hacia afuera y abajo; el superior es ascendente y se arquea en forma de casco o gálea. Los estambres fértiles son dos y están unidos por un conectivo, el cual se articula a filamentos cortos que se insertan en la corola. El ovario es súpero, bicarpelar y tetralocular; en la base del ovario se encuentra un disco nectarífero. El estilo es glabro, glanduloso en la base y su estigma tiene dos ramificaciones; la más larga está excerta a la corola y la más corta se ubica entre las anteras. Tanto las anteras como el estigma están cubiertos y protegidos por la gálea (Ramamoorthy, 1985.)



Figura 3: Flor morada y azul de *Salvia hispanica* L (www.inriodulce.com).

El ovario es discoideo y el estigma bífido. Las características de los estambres, el color y la forma de la flor y la presencia del disco nectarífero, hacen presumir que la chíá es alogámica, es decir transfieren polen de la antera de la flor de la planta al estigma de las flor de una planta genéticamente diferente; y entomófila porque es polinizada por insectos (Ayerza y Coates, 2006).

El color de flor en chíá puede ser morado, azul o blanco. Aunque no existe información sobre la herencia del color de flor en esta especie, algunos resultados en otras especies vegetales señalan que el color de la flor, es debido a la acción de un par de genes alelomórficos, en que el color morado o púrpura, es completamente dominante sobre el blanco, como en *Vicia sativa* (Donnelly, 1958); en *Phaseolus vulgaris* (Miranda, 1969); en *Glycine* sp. (Weiss, 1949) y en *Vigna unguiculata* (Sangwan y Lodhi, 1998).



Figura 4 : Floración de *Salvia hispánica* (<http://hihort.blogspot.mx>).

3.3.5 Fruto

El fruto proveniente de cada flor es un carcerulo que a la madurez produce pequeños mericarpios indehiscentes denominados núculas o clusas, en número de 1-4, incluidas en el cáliz frecuentemente acrescente. son monospermas, ovoides, de simetría dorsiventral y tamaño de 1.5 -2 mm de longitud y 1.1- 2 mm en el diámetro medio. Cara ventral subtrigona con una pequeña cresta originada en el hilio, cara dorsal convexa. En mayor porcentaje se presentan de color pardo grisáceo con abundantes manchas de contornos muy irregulares de color castaño oscuro y que se destacan más en los límites de las areolas. En menor proporción se observan clusas de color blanquecino con la inserción basal y los límites de las areolas, de color castaño claro (Di sapio *et al.*, 2012).



Figura 5: *Salvia hispánica* L. Morfología del fruto: A: clusas (cl) incluidas en el cáliz (K). B: morfología de las clusas: a, b: clusas oscuras; c, d: clusas claras; a y c: cara ventral; b y d: cara dorsal (Di sapio et al ., 2012).

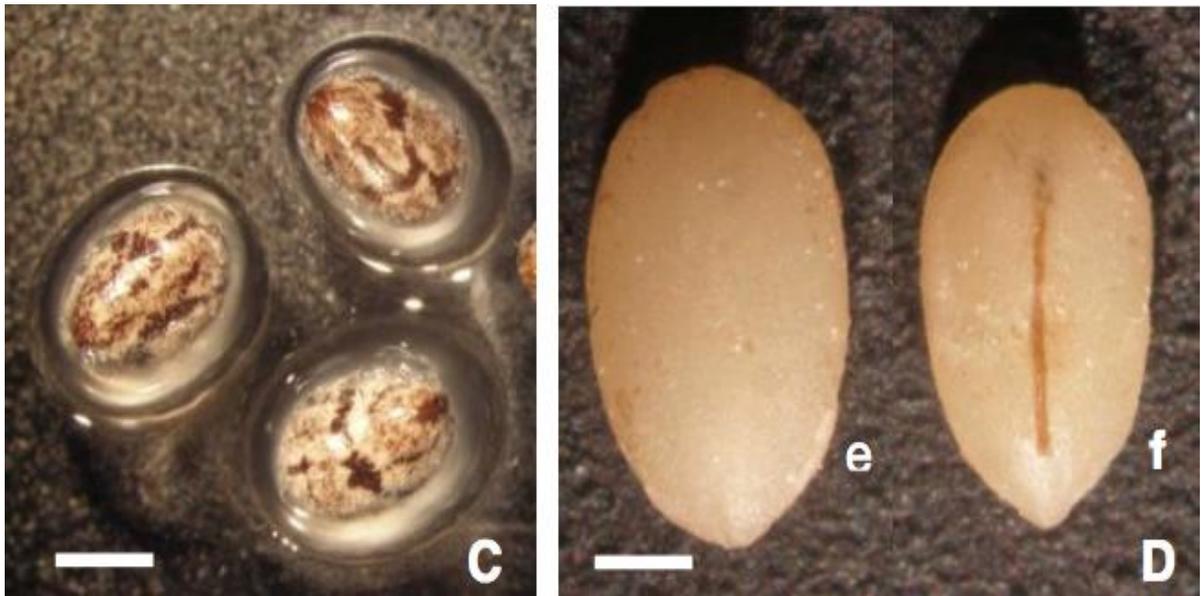


Figura 6: C: Clusas hidratadas con formación de mucílago. D: Morfología de la semilla: e: cara dorsal, f: cara ventral. Escalas: A, B, D: 0,5 mm, C: 1 mm (Di sapio et al , 2012).

3.4 NÚMERO DE CROMOSOMAS

Según (Haque y Ghoshal, 1980) señalan que existen algunas investigaciones acerca de conteos cromosómicos disponibles para pocas especies de *Salvia*, para el caso de *Salvia hispánica* L. se menciona lo siguiente:

Tiene muy pequeños cromosomas en forma de barra sin claras constricciones primarias o secundarias en cualquier par, por lo que es difícil producir un cariotipo de esta especie. En el género *Salvia* incluyen $2n= 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 32, 44, 54$ y 64 ; los cromosomas son pequeños que van de 2 a 3.5 mm de longitud en la metafase mitótica; estudios meioticos son inexistentes.

Salvia hispánica con $2n= 12$, *S. tiliifolia*, *S. columbariae* y *S. carduacea* con $2n= 22, 26$ y 32 .

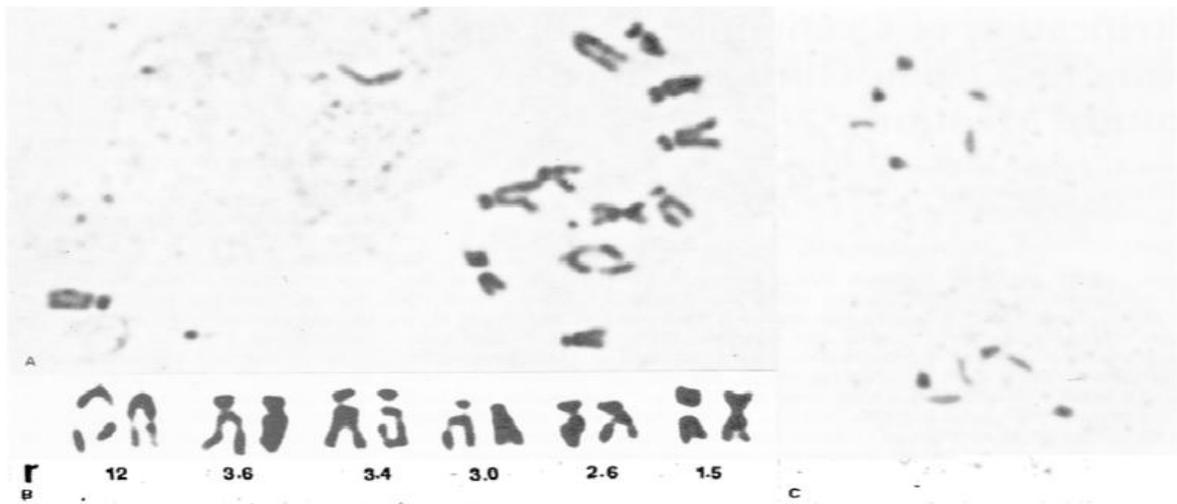


Figura 7 : Cromosoma somático , cariotipo y apareamiento cromosómico meiótico en *Salvia hispánica* . (A) el número de cromosomas somáticos de $2n = 12$. Cariotipo (B) Chía . (C) Dos células en metafase meiótica 1 , cada uno mostrando seis bivalentes (Hort Science, 1990).

3.5 DISTRIBUCION

En el periodo de 1932-1935, el cultivo de la chía en México ocupaba una superficie promedio anual de 74 ha en los Estados de Jalisco, Puebla, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Actualmente, se cultiva en Acatic, Jalisco, en Atzitzihuacán, Puebla, y en Olinalá, Guerrero (Rulfo, 1937).

Actualmente, Jalisco ocupa el primer lugar en superficie sembrada, donde los principales municipios productores son Acatic, Cuquío, Ixtlahuacán del Río, Tomatlán y Zapotlanejo, ocupando 5,066.6 hectáreas, que representa el 99.46%. El segundo lugar lo ocupa, Puebla con una superficie sembrada de 3000 hectáreas, que representa el 0.59% (SAGARPA, 2012).

En Jalisco se tienen registradas varias empresas, que procesan y exportan la semilla de chía y sus derivados, principalmente, hacia Estados Unidos, donde se ha creado una demanda creciente.

Los principales productores de chía son México, Bolivia, Argentina, Paraguay, Australia, Nicaragua y Perú (Iñurrategui; 2013).

Toda la chía que se siembra en Australia, el Sur de China, la India, procede de México y estos países la han aprovechado mejor que nosotros. Sobre todo los habitantes de Bolivia, Paraguay, Australia, Argentina, Perú, el Sur de China y la India están más acostumbrados a su consumo como parte de su cultura.

En la actualidad, existe una tendencia que revaloriza los alimentos saludables, junto a sus procesos culturales. El hecho de redescubrir alimentos de la antigüedad o probar los de otras culturas es uno de los caminos hacia la búsqueda de nuevos sabores, texturas y nutrientes. Así como en un contexto de rápidos cambios tecnológicos, caracterizados por una acelerada globalización tenemos que dar propuestas para el mejoramiento de la producción de diferentes productos como la chía (INTA, 2011).

Un factor determinante es el modo de producción es su tecnificación o dicho de otra manera no tienen la tecnología suficiente como para que se pueda producir a grandes escalas, se ha buscado la propuesta para que sea envasado buscando proveedores en tiendas grandes, supermercados, y finalmente la exportación.

La superficie productiva destinada al cultivo de la chía en el mundo en 2013 se estimó en 250,000 has, de las cuales casi el 50% son de Argentina (INTA, 2011).

El precio de la semilla presenta una tendencia alcista en los últimos años debido a la demanda de la industria y los distintos usos en los cuales se ha empezado a usar esta semilla. En el 2011, la tonelada alcanzaba aproximadamente los 2500 USD y en la actualidad el precio subió a los 7000 USD por tonelada. La mayor demanda proviene de Estados Unidos, Japón y Europa, con precios promedio que oscilan entre 3 y 4 dólares el kilo (INTA, 2011).

La siembra y la comercialización de la chía tiene un enorme mercado para los productores nacionales y locales, debido a que en el país se consumen 6 millones de toneladas de semillas oleaginosas y actualmente solamente se producen 500 mil toneladas (www.eluniversal.com).

Actualmente se cultivan aproximadamente 60,000 hectáreas, con un rendimiento medio de 1,2 tonelada por hectárea. Toda la producción es destinada para la exportación, un pequeño porcentaje de la producción es limpiado, procesado y envasado para el consumo (Ayerza, 2006).

En México existe la oportunidad de abastecer una demanda de 5 millones y media de toneladas, con un gasto aproximando de 2,800 millones de pesos anuales. Sin embargo el precio medio rural es de 20,000 pesos por tonelada y el costo de producción esta alrededor de 10,200 pesos permitiendo una utilidad 13,818 pesos por hectárea, lo cual es muy superior a lo que se obtiene con maíz o sorgo de

temporal. El cultivo de la chía, es una alternativa rentable que puede mejorar los ingresos de agricultores en zonas de temporal (INTA, 2011).

3.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL

La semilla de chía además de ser conocida principalmente, como una fuente importante de ácidos grasos omega 3, posee un alto contenido nutricional, mayor contenido de proteínas, lípidos, fibra y energía que otros cultivos (Cuadro 1) (Ayerza y Coates, 2005).

Cuadro 1 : Energía y composición correspondiente a diversos granos

Grano	Energía Kcal/100g	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos %	Fibra	Cenizas
Arroz ¹	358	6,5	0,5	79,1	2,8	0,5
Cebada ¹	354	12,5	2,3	73,5	17,3	2,3
Avena ¹	389	16,9	6,9	66,3	10,6	1,7
Trigo ¹	339	13,7	2,5	71,1	12,2	1,8
Maíz ¹	365	9,4	4,7	74,3	3,3	1,2
Chía ^{2,3}	550	19-23	30-35	9-41	18-30	4-6

¹United States Department of Agriculture (2002); ²Ayerza y Coates (2004); ³diario oficial de la Unión (2009).

El contenido de aceite presente en la semilla de chía es de alrededor de 33%, el cual presenta el mayor porcentaje de ácido linoléico conocido hasta el momento 62- 64% . Actualmente, se dispone de cuatro fuentes de ácidos grasos omega 3, las

dos más importantes en cuanto a volumen de producción son las asociadas al pez “Menhaden” y las semillas de lino, mientras que las restantes están constituidas por las semillas de chía y algas marinas (Cuadro 2) (Ayerza, 1995).

Cuadro 2 : Composición acídica de diversas fuentes de ácidos ricos en omega 3 (Ayerza y Coates, 2005)

Aceite	Ácido graso (% del total de ácidos grasos)										
	14:0	16:0	16:1 ¹	18:0	18:1 ²	18:2 ³	18:3 ⁴	20:4 ³	20:5 ⁴	22:5 ⁴	22:6 ⁴
Pez “Menhaden”	8,0	15,2	10,5	7,8	14,5	2,1	1,5	1,2	13,2	4,9	8,6
Algas	4,2	14,5	27,6	0,8	5,4	2,3	1,7	4,7	27,7	-	-
Chía	-	6,9	-	2,8	6,6	19,0	63,8	-	-	-	-
Lino	-	5,5	-	1,4	19,5	15,0	57,5	-	-	-	-

14:0: ácido mirístico; 16:0: ácido palmítico; 16:1: ácido palmitoleico; 18:0: ácido esteárico; 18:1: ácido oleico; 18:2: ácido linoléico; 18:3: ácido α -linoléico; 20:4: araquidónico; 20:5: ácido eicosapentanoico (EPA); 22:5: docosapentanoico (DPA); 22:6: ácido docosahexaenoico (DHA); ¹ ω -7; ² ω -9; ³ ω -6; ⁴ ω -3

Cabe señalar que los aceites de chía, lino y algas marinas se diferencian del obtenido a partir del pez “Menhaden”, especialmente en que este último posee cantidades apreciables de colesterol (521 mg/100g) (United States Department of Agriculture, 2002).

La chía posee un contenido de proteínas que oscila entre 19 y 23%, las ventajas que presenta la chía con respecto a otros cultivos son que posee un menor contenido de sodio, proteínas que oscila entre 19 y 23% siendo mayor que los cereales tradicionales como trigo, maíz, arroz, avena y cebada (Ayerza y Coates, 2005), no contiene gluten por lo que ha sido aprobada por la Asociación Celíaca Argentina como apta para su uso en pacientes celíacos, su contenido de vitaminas es mayor con respecto a los otros cultivos tradicionales, nivel de vitamina B3 mayor que en maíz, soja, arroz y cártamo, mientras que el contenido de vitamina A es inferior al del maíz; el contenido de vitamina B1 y B2 es similar a las del arroz y maíz, aunque menor al de soja y cártamo, el contenido de fibra es de 18-23%, siendo 1,6;

2,3; 2,6; 8,3 y 9,8 veces mayor que el contenido de fibra dietética que la cebada, trigo, avena, maíz y arroz respectivamente (Ayerza y Coates, 2005).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), se recomienda consumir 4 gr de ácidos omega 3 por día. En la semilla de chía el 30% es aceite y de este el 64% es omega 3, por lo tanto 24 gr de semilla cubren la necesidad humana por día (Miranda, 2012).

Debido a estas ventajas, se ha demostrado que la chía puede incorporarse a la dieta humana junto con otros granos a fin de producir un balance de proteínas más equilibrado (Ayerza y Coates, 2011).

Es la semilla con más ácido linolénico (omega 3), es la fuente vegetal más rica en omega 3. Se trata de ácidos poli insaturados que componen el cerebro y el sistema nervioso, que no son producidos por el organismo. Su rica fuente de proteína contiene aproximadamente de 3 a 10 veces la concentración de aceite de la mayoría de los granos y 1 a 2 veces las concentraciones de proteínas de otros granos (Ayerza y Coates, 2005).

Rica fuente de minerales tales como: Calcio, Fósforo, Magnesio, Potasio, Hierro, Zinc y Cobre; contienen de 13 a 354 veces más calcio; tiene un alto valor nutricional hace competir con la leche ya que contiene 6 veces más calcio, 11 veces más fósforo y 6 veces más potasio que la misma porción de leche, por ello ayuda a personas con intolerancia a la lactosa. Estas semillas representan una fuente abundante de calcio y de boro. Este último actúa como un catalizador para la absorción y utilización del calcio (Ayerza y Coates, 2005).

Cuadro 3: *Minerales presentes en semillas de chía sin aceite sobre la base de peso seco (Bushway y Belya, 1981).*

ELEMENTO Macro-elementos	MUESTRA DE CHÍA Mg/100 g
---	---

Ca	870
K	890
Mg	466
P	922
Micro-elementos	
Al	44,2
B	0,9
Cu	2,45
Mn	5,85
Mo	0,19
Zn	7

Los aminoácidos de las proteínas de la chía se muestran en el cuadro 4, las proteínas de chía presentan un adecuado perfil de aminoácidos esenciales. Entre ellos puede destacarse el contenido de lisina, así como los tenores de metionina y cistina los cuales son mayores que los presentes en las proteínas de otras semillas oleaginosas (Ting *et al.*, 1990).

Cuadro 4. Contenido de aminoácidos correspondientes a hidrolizados de proteínas de semillas de chía (Ayerza y Coates, 2005).

Aminoácido	g/16 g N	Aminoácido	g/16 g N
Ácido aspártico	7,64	Isoleucina	3,21
Treonina	3,43	Leucina	5,89
Serina	4,86	Triptófano	-
Ácido glutámico	12,40	Tirosina	2,75
Glicina	4,22	Fenilalanina	4,73
Alanina	4,31	Lisina	4,44
Valina	5,10	Histidina	2,57

Cistina	1,47	Arginina	8,90
Metionina	0,36	Prolina	4,40
Total			80,64

La semilla de chía es una buena fuente de vitaminas B. La comparación del contenido de vitaminas de la chía con respecto al de otros cultivos tradicionales muestra que el nivel de niacina (vitamina B3) es mayor que el presente en maíz, soja, arroz y cártamo, mientras que su tenor de vitamina A es inferior al de maíz. Las concentraciones de tiamina (vitamina B1) y de riboflavina (vitamina B2) son similares a las del arroz y el maíz, aunque menores que las de soja y cártamo (Ayerza y Coates, 2005).

Cuadro 5 . Contenido de vitaminas y minerales presentes en semillas de chía y en harina residual desgrasada.¹Instituto Nacional de Alimentos (2003); ²Brown(2003)

Nutriente	Semilla de chía	
	Entera ¹	Harina desgrasada ²
	Macroelementos (mg/100g)	
Calcio	714	1180
Potasio	700	1100
Magnesio	390	500
Fósforo	1067	1170
	Microelementos (mg/100g)	
Aluminio	2	4,3
Boro	-	1,4
Cobre	0,2	2,6
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	-

Con respecto al contenido de minerales, las semillas de chía son una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, potasio hierro, zinc y cobre. Además, contienen entre 13- 35, 2-12 y 1,6-9 veces más calcio, fósforo y potasio, respectivamente que el trigo, arroz, cebada, avena y maíz. Asimismo, en comparación con la leche, las semillas de chía presentan un contenido 6 veces mayor de calcio, el doble de fósforo y 4-6 veces más de potasio (United States Department of Agriculture (USDA), 2002; Instituto Nacional de Alimentos, 2003).

Los niveles de hierro en las semillas de chía y en la harina desgrasada son muy elevados, presentando valores poco frecuentes en semillas (Bushway y col., 1981).

3.7 BENEFICIOS

La ciencia moderna demuestra los beneficios del consumo de ácidos grasos omega 3 para prevenir enfermedades cardiovasculares, depresión y otras patologías. Asimismo, la información sobre la composición química de la chía ha demostrado que es fuente natural de ácidos grasos, antioxidantes y fibra dietética, lo cual le confiere un gran potencial para integrar los mercados alimenticios y de la industria de la cosmetología (*Bushway y Belya, 1981*). Además de ser comestible, el aceite de las semillas se puede utilizar para las pinturas o como sustituto para el aceite de linaza. Los aceites de la hoja de chía pueden ser útiles en condimentos o fragancias y, posiblemente como pesticidas, porque muchos insectos parecen evitar a la planta (*Orozco y Romero. 2002*). El aceite de chía es un aceite claro que no llega a ser

amarillo con el tiempo y, es por lo tanto un preservativo excelente para los colores en lona, cerámica y madera según lo encontrado en trabajo mexicano de la laca (*Beltrán-Orozco, 2002*).

Las semilla de chía posee un 33 % de aceite, del cual el ácido linolénico representa el 62 % y el linoleico el 20 %. La ingesta de cantidades suficientes de omega 3 aporta múltiples beneficios para la salud (*Orozco y Romero, 2002*):

- ❖ Disminución del riesgo cardiovascular,
- ❖ Prevención de enfermedades del sistema nervioso
- ❖ Disminución de los síntomas de enfermedades inflamatorias, como la artritis reumatoide.

La OMS, recomienda consumir 4 gramos de ácidos grasos omega 3 por día, por lo tanto 24 gr de semilla cubren la necesidad humana por día.

Además de lo anterior la semilla de chía aporta otros beneficios, (Norma, 2010):

- ❖ No posee gluten en su composición química por lo que es ideal para la alimentación de personas celiacas.
- ❖ Nutricionalmente es una fuente de Omega 3 y posee un balance entre sus ácidos linoleicos (Omega 3 y Omega 6).
- ❖ Contienen calcio, hierro, fósforo, vitamina A, potasio, magnesio, niacina y zinc.
- ❖ Contiene fibras solubles, antioxidantes naturales.
- ❖ Utilizado para la pérdida de peso y obesidad.
- ❖ Antiagregante plaquetario.
- ❖ Antiinflamatorio.
- ❖ Antimutagénico.
- ❖ Anticarcinogénico y antitumoral.
- ❖ Laxante.

- ❖ Hipotensor.
- ❖ Ayuda a controlar los niveles de colesterol.
- ❖ Reduce los niveles de los triglicéridos.
- ❖ En diabetes usado como hipoglucemiante.
- ❖ Refuerza el sistema inmunológico.
- ❖ Tónico cardíaco y nervioso, previene enfermedades psiquiátricas (depresión, alzhéimer, déficit de atención, esquizofrenia, autismo, estrés).
- ❖ Problemas gastrointestinales.
- ❖ Ayuda en afecciones cardiovasculares, pulmonares y arteriosclerosis.
- ❖ Para tratar la anemia.
- ❖ Gestación y lactancia, ayuda al desarrollo visual y neurológico del feto.
- ❖ Disminuye la dermatitis.
- ❖ Analgésico, vía tópica (uso de la hoja).
- ❖ Actúan como un potente repelente de insectos, evitando la necesidad de usar químicos para proteger los cultivos.

3.8 USOS Y APLICACIONES

La chía era ofrecida a los dioses en las ceremonias religiosas por los aztecas, en la guerra fue indispensable por su condición energizante, y a los pueblos conquistados se les exigía la semilla de esta planta para pagar los tributos anuales (Ayerza, 1996).

3.8.1 Medicina Tradicional

Se usa como depurativo, emoliente, diurético, laxante, expectorante, antipirético, diaforético, se utiliza como calmante del sistema nervioso. Se emplea como antiinflamatorio de las vías urinarias, para curar enfermedades de las vías respiratorias y afecciones de los bronquios (Fonnegra y Jiménez,1996).

El mucílago es indicado para aliviar la tos y la bronquitis. Las hojas frescas machacadas se usan en cataplasma para aliviar las contusiones y magulladuras. La decocción de las hojas se utiliza como sudorífica, contra la tos y como expectorante. La infusión de las hojas se usa como diaforético (Fonnegra y Jiménez, 1996).

3.8.2 Aceite de Chía

El aceite proveniente de la semilla de chía es una fuente interesante de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), con el mayor tenor de ácido linolénico (60%) de cualquier otra fuente vegetal conocida. Este ácido graso (FA) pertenece a la familia omega 3 y es esencial para el crecimiento y el desarrollo normal del organismo humano (Ixtaina *et al.*, 2012).

Aceites con relaciones omega 6 y omega 3 recomendadas por la FAO/OMS pueden lograrse mediante la mezcla de aceites vegetales con diferentes composiciones en ácidos grasos tal como el de girasol, el cual presenta una relación omega 6 y omega 3 25:1 con otro aceite de mayor contenido en AGPI omega 3, tal como el aceite de chía (OMS, 2012).

El contenido de aceite presente en la semilla de chía es de alrededor de 33%, el cual presenta el mayor porcentaje de ácido linolénico conocido hasta el momento 62-64% (Ayerza, 1995). Por otra parte, se ha informado elevados contenidos de aceite linolénico en aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia huayllabambana*) de alrededor de 53,9% y en lino 57,5% (Ruiz, 2013).

Dado su alto contenido de omega 3, bastaría con ingerir apenas unos gramos de aceite (una cucharadita) en crudo, a fin de cubrir las necesidades diarias de ácido linolénico. Dada la baja proporción de omega 6 en su composición, la mezcla con aceite de girasol permite obtener un equilibrado suplemento de AGE, con la relación ideal entre los omegas 6 y 3: 4 a 1. Obviamente que son aceites para consumir en frío y sin proceso alguno de cocción, a fin de preservar sus delicados principios nutricionales (Bushway *et al.*, 1981).

Actualmente se dispone en el mercado de cuatro fuentes de ácidos grasos omega 3. Las dos más importantes en volumen de producción son las asociadas al pez "menhaden" (*Brevoortia tyrannus*) y a la semilla de lino, mientras que las fuentes minoritarias, son la semilla de chía y las algas marinas. De estas cuatro materias primas, el lino y la chía son los cultivos agrícolas que presentan la mayor concentración conocida de ácido linolénico, sin embargo, a diferencia del lino, la semilla de chía no tiene factores anti nutricionales (Oomah y Kenasehuk, 1995).

Las fuentes de origen vegetal a nivel terrestre presentan contenidos de ácidos grasos linoleico y linolenico mucho mayores con respecto a las fuentes marinas, así como un menor tenor de ácidos grasos saturados. Las otras dos fuentes de origen marino contienen DHA y EPA, ambos ácidos grasos omega 3 esenciales de cadena larga.

Cuadro 6: Caracterización comparativa de diversas fuentes de ácidos grasos ricos en omega 3 (Ayerza y Coates, 2005)

Aceite	Acido graso (% del total de ácidos grasos)										
	14:0	16:0	16:1 ¹	18:0	18:1 ²	18:2 ³	18:3 ⁴	20:4 ³	20:5 ⁴	22:5 ⁴	22:6 ⁴
"Menhaden"	8,0	15,2	10,5	7,8	14,5	2,1	1,5	1,2	13,2	4,9	8.6
Algas	4,2	14,5	27,6	0,8	5,4	2,3	1,7	4,7	27,7	-	-
Chía	-	6,9	-	2,8	6,6	19,0	63,8	-	-	-	-
Lino	-	5,5	-	1,4	19,5	15,0	57,5	-	-	-	-

14:0 = ácido mirístico; 16:0 = ácido palmítico; 16:1 = ácido palmitoleico; 18:0 = ácido esteárico; 18:1 = ácido oleico; 18:2 = ácido linoleico; 18:3 = ácido α -linolénico; 20:4 = araquidónico; 20:5 = ácido eicosapentanoico (EPA); 22:5 = docosapentanoico (DPA); 22:6 = ácido docosahexanoico (DHA); 1 ω -7; 2 ω -9; 3 ω -6; 4 ω -3

Cabe señalar que los aceites de chía, lino y algas marinas se diferencian del obtenido a partir del pez “menhaden”, dado que este último contiene cantidades apreciables de colesterol (521 mg/100 g) y ácidos grasos poliinsaturados EPA (22:5) como DHA (22:6) (United States Department of Agriculture, 2002). La evidencia científica muestra que tanto EPA (22:5) como DHA (22:6) pueden ejercer efectos benéficos para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Song *et al* ., 2000). Sin embargo estos ácidos grasos poliinsaturados son muy susceptibles a sufrir procesos de oxidación y deterioro, lo cual esta asociado a cambios indeseables de sus propiedades organolépticas (Kleiner, 2013).

En lo que respecta el enriquecimiento de alimentos con omega 3, la chía no presenta ni transmite el característico “olor a pescado”, la estabilidad de dichos ácidos grasos omega 3 es otorgada por los antioxidantes naturales presentes en la semilla (Tosco, 2004).

La semilla de chía continua sorprendiendo por su buena concentración de AGE y de otros nutrientes (como los 1.180 mg de calcio y los 20.4 mg de hierro) de allí su empleo en forma de harina, técnicamente llamada semilla parcialmente desgrasada (Moreu, 2013).

La riqueza nutricional de la chía, la convierte en ingrediente ideal para adicionar a productos de panificación y a su sin número de preparaciones culinarias y bebidas. Los requerimientos diarios de omega 3 se cubrirían con apenas cuatro gramos de harina. En el caso de consumir la semilla entera, conviene ingerirla molida (harina) o muy bien masticada, para permitir su correcta metabolización (Moreu, 2013).

Tal vez los factores limitantes para una mayor difusión del consumo de la chía sean, por el momento, el desconocimiento de sus virtudes y el económico. Dado que

no se trata de una semilla oleaginosa propiamente dicha, y que se procesa artesanalmente en frío, la producción de su aceite es más costosa. Pero este argumento se neutraliza con la baja dosis diaria que se requiere para cubrir las necesidades mínimas. Además siempre se puede consumir la semilla (entera o en forma de harina), alternativa mucho más económica y que permite capitalizar nutrientes que no están presentes en el aceite como el caso de minerales y fibra (Moreu, 2013).

3.8.3 Mucilago de chía

El contenido de fibra en la harina residual de chía, después de la extracción de aceite, representa alrededor de un 40%, del cual un 5% corresponde a fibra saludable, denominada mucilago. Las semillas de chía contienen 5-6% de mucilago que se puede utilizar como fibra dietética (Caudillo *et al.*, 2008).

El mucilago de las semillas de chía es un polisacárido de alto peso molecular (Lin *et al.*, 1994) se encuentra en las tres capas exteriores de la cubierta de la semilla. Cuando la semilla entra en contacto con el agua, el mucilago emerge inmediatamente y en un corto periodo se forma una “capsula mucilaginososa” transparente que rodea la semilla (Muñoz *et al.*, 2012).

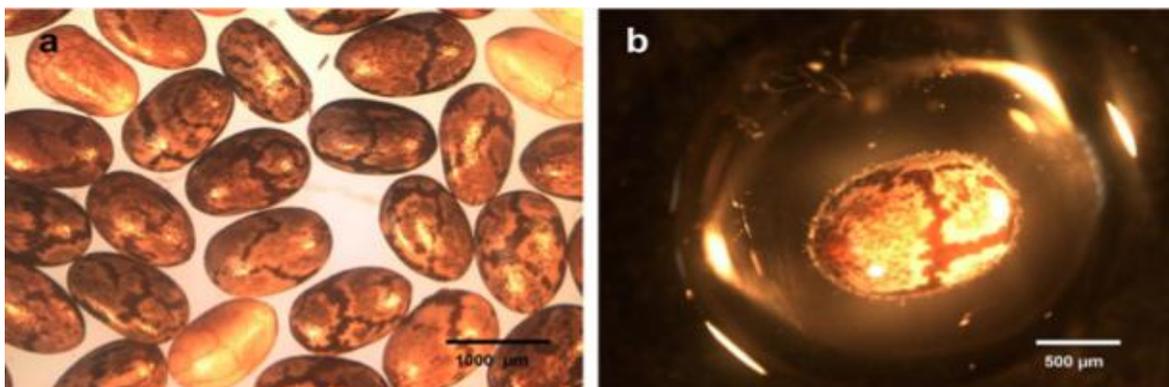


Figura 8 : Micrográficas ópticas de semillas de chía (a) semillas secas y enteras (b)

semilla entera hidratada con la formación de la “cápsula mucilaginosa” (Scheer, 2001).

Los mucilagos no exudan de forma espontánea desde los vegetales, teniendo que recurrirse en muchas ocasiones a la trituración y/o a la utilización de disolventes para su extracción (Reynoso y Cortes, 2002). La alta solubilidad y capacidad de retención de agua del mucílago de chía le confieren potencialidad como ingrediente funcional para ser utilizado en diferentes aplicaciones en la industria alimentaria (Capitani *et al.*, 2013).

La ingesta de mucílago de chía, sólo o en combinación con la semilla, ha demostrado tener 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 de inhibir la síntesis endógena de colesterol y la desaceleración de la digestión y la absorción de nutrientes. Además, como constituyente de la fibra dietética soluble, origina geles de alta viscosidad que producen enlentecimiento del vaciado gástrico y brinda sensación de saciedad (Hentry *et al.*, 1990).

El mucilago de la semilla puede ser útil como aditivo alimenticio ya que en el caso de frutas, estas podrán tener un protector natural que va a retrasar su descomposición o poder controlar su maduración. Una nueva harina será apta para celíacos. Los postres y salsas podrán contar con nuevas consistencias y los embutidos con envoltura biodegradable. Habrá medicamentos y perfumes inteligentes. La minería, la industria textil, y hasta la petrolífera, trabajaran con nuevos materiales. Una alternativa para que todo esto sea posible es a partir de la semilla de chía (Olavarría, 2013).

3.8.4 Actividad como antioxidante.

Los extractos de agua y metanol de la semilla de chía una vez que se ha prensado y extraído el aceite, demostraron una fuerte actividad antioxidante. Los

antioxidantes más importantes son el ácido clorogénico, el ácido cafeico y los flavonoles (Cuadro 7).

Cuadro 7 : *Concentración de antioxidantes en extractos de semilla de chía (Taga y col, 1984).*

Compuesto	Concentración (mol/kg de semilla de chía)
Ácido cafeico	6.6×10^{-3}
Ácido clorogénico	7.1×10^{-3}
Flaviennes	
Miricetina	3.1×10^{-3}
Quercetina	0.2×10^{-3}
Kaempferol	1.1×10^{-3}

Los estudios epidemiológicos indican que un alto nivel de consumo de alimentos y bebidas ricos en flavonoles pueden proteger contra las enfermedades cardiovasculares, embolia, cáncer de pulmón y cáncer de estómago (Ayerza y Coates, 2001).

3.8.5 Chía como aporte culinario

Las opciones para incorporar las semillas de chía a la dieta son ilimitadas. Estas deben reposar en agua antes de usarlas. Para preparar un gel basándose en semilla de chía la proporción entre debe ser 9 partes de agua por una de semillas. El agua debe estar en un recipiente de plástico, añadiendo lentamente las semillas mientras se mezcla enérgicamente con un batidor metálico. Este proceso evitará cualquier aglutinamiento de las semillas. Se espera un par de minutos, se bate de nuevo y se deja reposar de 5 a 10 minutos. Se bate de nuevo antes de usar o de guardar en el refrigerador (el gel dura hasta dos semanas). Se puede añadir este gel a mermeladas, jaleas, cereales fríos o calientes, yogures, mostazas, salsa tártara, entre otras muchas aplicaciones (Anderson, 1998).

En el pan se puede utilizar el gel de chía como un imitador de grasa (Voragen, 1998), así como para resaltar su sabor. Se puede cubrir la masa para pan con gel de chía antes de hornear (también puede cubrir galletas, conchas para tartas y otros productos de panadería disminuyendo la cantidad de agua hasta tener una relación de 8 partes de agua por una de semillas de chía), para aumentar la vida de anaquel. La chía es ideal para enriquecer gran cantidad de productos como fórmulas y alimentos para bebés, alimentos horneados, barras nutritivas, yogures, salsas, etc. Cuando se utiliza como alimento animal se pueden obtener productos enriquecidos con omega 3 como huevos, pollo, carne vacuna, jamón, leche, quesos, etc. Utilizada como una fuente de ácidos grasos omega 3, no requiere el uso de antioxidantes artificiales como las vitaminas sintéticas. El Cuadro 8 muestra algunos productos enriquecidos existentes en el mercado (Anderson, 1998).

Cuadro 8 . Productos enriquecidos en omega 3 con chía: Huevos, pollo y leche (Ayerza y Coates, 2001).

Alimento	Chía agregada a la ración	Contenido de Omega 3 con chía	Contenido de omega 3 sin chía	Aumento	Valor diario por ración ¹
	%	Mg/100 g de porción alimenticia		%	%
Huevos:					
Blanco	10	742	90	824	57 ^w
Rojo	10	716	76	942	55 ^w
Carne de pollo:					
Blanca	10	709	95	746	55 ^x
Parda	10	613	112	547	47 ^x
Leche	2	45	34	32	8.5 ^y
Semilla de	100	2034	----	----	100 ^k

chía					
------	--	--	--	--	--

Tamaño de la porción: ^w 100 g (dos huevos); ^x100 g; ^y 244 g (una taza); ^v % de la dieta animal;¹ el % de los valores diarios se basan en una dieta de 2.300 calorías. Canadá [dept of] Health and Welfare. 1990.Recomendaciones nutritivas. Canadian Government Publishing Center, Ottawa, Canadá. Las cuatro principales ventajas de usar las semillas de chía como ingrediente de la dieta diaria (Anderson,1998).

3.8.6 Chía orgánica

En las últimas dos décadas ha surgido un creciente interés por lo productos orgánicos , principalmente en algunos mercados como Europa, EEUU, Canadá y Japón, resultado de una tendencia a nivel mundial de cambio de valores, de los materialistas (prioridad del crecimiento económico, consumo material, y seguridad legal y militar) hacia los pos materialistas, que se basan en una mayor preocupación por la calidad de vida, el medio ambiente y la sociedad, la autorrealización, la democracia, etc; (M. Gómez *et al.*, 2002).

En México, se pueden distinguir tres formas de agricultura orgánica: La purista que pone en práctica los principios filosóficos originales de esta forma de producción agrícola, está basada en tecnologías y recursos locales, la producción generalmente no se certifica y se destina al autoconsumo, aunque en algunos casos de vende en los mercados local y regional; la agricultura orgánica tipo IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica) se basa en diferentes estándares definidos, reglas de producción orgánica, procesos de certificación o controles obligatorios y un sistema específico de etiquetación que la diferencian de los métodos no orgánicos de producción y así se crea un mercado específico de productos diferenciados de los convencionales; y la agricultura orgánica empresaria industrial, que se caracteriza por sustituir los insumos convencionales por los naturales externos (insecticidas comerciales orgánicos, jabones, feromonas, trampas, sustancias foliares orgánicas, etcétera), usa tecnología extranjera y está

claramente orientada al mercado, en particular al de exportación (M. Gómez *et al.*, 2002).

Actualmente, la chía, particularmente la orgánica, ha empezado a tener una mayor demanda para consumo humano en Europa, Japón, EEUU y Canadá, así como en el mercado nacional. No obstante, anteriormente y aun en la actualidad se utiliza para preparar alimento para animales. Es pertinente mencionar que a nivel mundial la producción y comercialización de chía es controlada por Functional Products Trading S.A., una empresa establecida en Chile con capitales chilenos y argentinos que posee la producción más grande y eficiente de producción de chía orgánica en el mundo (Coates y Ayerza, 1996).

3.8.7 Alimentación en especies animales

La creciente preferencia de alimentos basados en vegetales, junto con la necesidad de equilibrar el contenido de ácidos grasos esenciales de la dieta disminuyendo el consumo de omega 6 y aumentando el de omega 3, posiciona a la chía como uno de los cultivos importantes del mundo. Así mismo, la planta de chía es una fuente importante de ácidos grasos poliinsaturados para ser utilizada como forraje para alimentación del ganado rumiante (Ayerza y Coates, 2006).

3.8.8 Chía molida versus chía entera en la alimentación animal

La chía molida puede mejorar la absorción de los ácidos grasos omega 3 en

las aves y por lo tanto, el nivel resultante en los huevos y carne producidos.

Comparando yemas de huevos provenientes de gallinas alimentadas con semilla de lino molida y entera se encontró una mayor deposición de ácidos grasos omega 3 en las primeras. Para evitar procesos oxidativos la semilla de lino molida usada en las dietas se guardó bajo refrigeración. La chía molida no ha mostrado deterioro oxidativo significativo durante extensos periodos de almacenamiento, el moler la semilla de chía podría mejorar la deposición de omega 3 en los productos avícolas y no se incurría en costos adicionales de almacenamiento (Coates y Ayerza, 2001).

3.8.9 Mejoramiento de las propiedades de la leche

La leche producida por vacas alimentadas con chía ha tenido un 20% más de ácidos grasos omega 3 que los de las vacas con diferente dieta . el contenido de ácidos grasos linoleico y alfa linolenico aumentó y la relación SFA:PUFA mejoró. Estos cambios harían que la leche fuera mas aceptable para los consumidores conscientes de su salud. La alimentación de vacas lecheras con chía, la leche producida tuvo casi la mitad de ácidos grasos omega 3 que la leche vendida convencionalmente (A.A.M.A.I.C, 2002).

3.8.10 Ensayo con chía en gallinas ponedoras

Al alimentar a las gallinas ponedoras con chía se incremento el contenido de los ácidos grasos omega 3 en la yema en más de 1,600% (986 mg/huevo) y disminuyó el contenido de los ácidos grasos palmítico en más del 30%. También producen huevos con una mejor relación omega 6 : omega 3, de 17:1 a 1:1 y una de grasa saturada : omega 3 de 32:1 a 1,8:1; así como mejora enormemente la calidad nutricional de los huevos (Ayerza y Coates, 2001).

Sabor del huevo; la capacidad de los alimentos de atender las necesidades humanas esta ligada a los valores sensoriales del gusto, olor y textura. La ausencia de características organolépticas atípicas en los huevos producidos por gallinas alimentadas con chía, representa una ventaja significativa para este grano,

comparado con el lino o los productos marinos. La diferencia en las características organolépticas de los huevos producidos por gallinas alimentadas con lino o productos marinos, comparadas con la chía podrían deberse a los antioxidantes naturales que posee (Ayerza y Coates, 2001).

Se ha demostrado que una mayor cantidad de vitamina A que lo contiene los productos derivados del pescado, reduce en las aves y otros animales, la disponibilidad de vitamina E (antioxidante). Por lo tanto a medida que el antioxidante disminuye, el riesgo de oxidación y sabores extraños aumenta, y es la razón de la presencia de sabores extraños cuando las gallinas son alimentadas con productos derivados del pescado (Ayerza y Coates, 2000).

Varios estudios brindan evidencia de que al incluir mas de un 5% de semilla de lino, 1.5 % de aceite de pescado o 1% de algas, en las dietas de las gallinas ponedoras, se genera una disminución significativa en la aceptación del huevo en términos de aroma y/o sabor. Sin embargo es posible incluir hasta un 30% de chía sin encontrar características negativas por parte de los consumidores, con relación a los huevos comunes (Ayerza y Coates, 2002).

3.8.11 Otros usos

Fuera de los países donde es nativa, la chía se dio a conocer para la gran mayoría como novedosa semilla usada en alimentos para animales como el producto dominado chía Pet. Poco se sabe, sin embargo, del enorme valor alimenticio de las semillas y de sus características medicinales (Coates y Ayerza, 1996).

Existen también varias aplicaciones industriales para la chía. Debido a que contiene hasta un 60% de fibra y de ella el 5% aproximadamente representa la fracción mucilaginoso, hace que la chía presente una “naturaleza espesante”, muy apreciada dentro de la industria de la cosmetología. (Bushway y Belya, 1981).

Además de ser comestible, el aceite de las semillas se puede utilizar para las pinturas o como sustituto para el aceite de linaza. Los aceites de la hoja de chía pueden ser útiles en condimentos o fragancias y, posiblemente como pesticidas, porque muchos insectos parecen evitar a la planta (Pascual *et al.*,1997).

También ha demostrado que tiene una importancia significativa en gran cantidad de compuestos industriales tales como barnices, pinturas, etc. (Ayerza y Coates, 2002).

3.9 REQUERIMIENTOS EDAFOLOGICOS

La chía es un cultivo que crece en condiciones tropicales y subtropicales y no es tolerante a las heladas (Ayerza y Coates, 2006).

El cultivo es sensible a la duración del día (es una especie de días cortos) y su periodo de crecimiento y fructificación dependerá de la latitud donde se implante. Los primeros 45 días son críticos porque la chía crece muy despacio durante este periodo y las melazas, principalmente las latifoliadas pueden competir con ella por luz y nutrientes (Lobo, 2009).

3.9.1 Pluviosidad

Por lo regular la planta de chía requiere suelo húmedo para germinar, pero una vez que se han establecido las plántulas, se comportan bien con cantidades limitantes de agua, aunque pueden crecer con un amplio rango de precipitaciones. Puede cultivarse en seco con solo 400 mm de lluvia, o con lluvias de hasta 1.100 mm (www.chiacorp.com).

3.9.2 Temperatura

La chía requiere abundante sol, sin embargo no tolera temperaturas sobre 40°C, ya que esto afecta la polinización por resequedad (Miranda; 2012). Sus

temperaturas mínimas y máximas de crecimiento de esta especie son de 11°C y 36°C respectivamente, presentando un rango óptimo entre 16 a 26°C. No es tolerante a heladas y no crece ni fructifica en sombra, dado que crece en ambientes tropicales y subtropicales (Coates y Ayerza, 2006).

3.9.3 Luz

La planta de chíá es sensible al fotoperiodo, la estación de crecimiento depende de la latitud en la cual se realice el cultivo (Ayerza y Coates, 2006).

3.9.4 Humedad relativa

Requiere una humedad relativa entre 40 y 70% (Ayerza y Coates, 2006).

3.9.5 Viento

Se recomienda colocar en sectores con vientos menores a 20 km/hr debido a que la planta se tiende (*Miranda, 2012*).

3.9.6 Suelo

Si bien son deseables altos niveles de humedad en el suelo para su germinación, una vez establecida la planta no presenta problemas de crecimiento en condiciones limitantes de agua (Lobo *et al.*, 2011).

Se desarrolla mejor en suelos arenos limosos, aunque también se adaptan a otras clases texturales, siempre y cuando presenten buen drenaje. Su desarrollo es óptimo en suelos que contienen una amplia variedad de niveles de nutrientes (Ayerza y Coates, 2006).

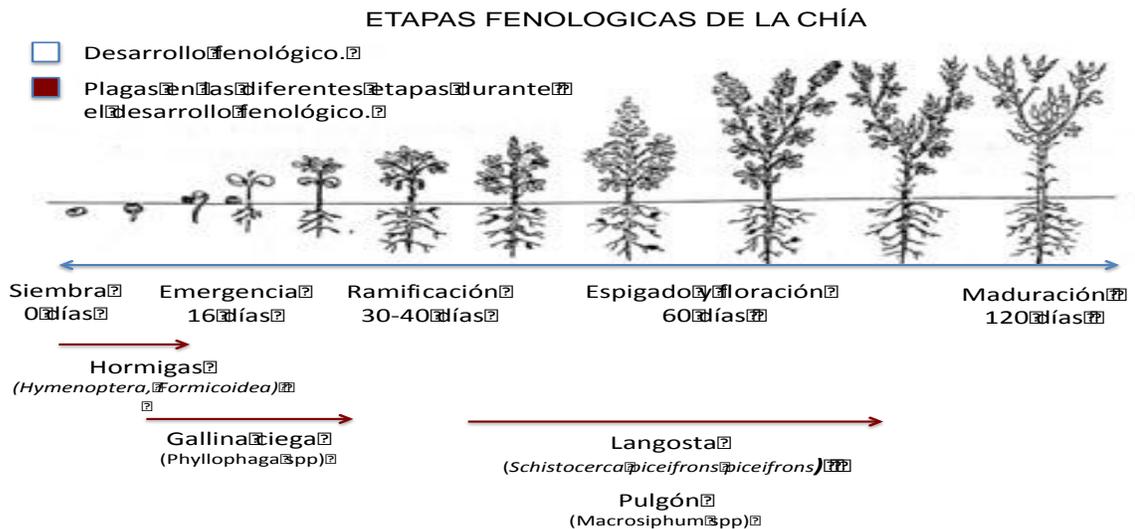
Tiene tolerancia respecto a la acidez y a la sequía, pero no soporta las heladas ni suelos demasiado húmedos o zonas encharcadas, en estos tipos de

suelos se marchitan y llegan a morir las plantas de esta manera reduce la cantidad de planta y posteriormente su rendimiento (Agritade).

Se debe considerar que la temperatura, luz, tipo de suelo y la nutrición de las plantas afectan tanto la cantidad como la calidad del aceite en la semilla de Chía (Ayerza, 1995).

3.10 CICLO VEGETAL

Figura 9 : Descripción grafica de las diferentes etapas fenológicas del cultivo de la chía.



3.10.1 Germinación

La semilla de chía, necesita suelo húmedo para germinar, la germinación son aproximadamente 2 semanas. Una vez que se hayan establecido las plántulas, se comporta bien con cantidades limitadas de agua, aunque puede crecer con un amplio rango de precipitaciones (Ayerza y Coates, 2006).

La facultad germinativa de la chía se mantiene durante un periodo de 5 años, aunque prácticamente de la utilización no debe pasar los dos años, ya que, a medida que pasa el tiempo, disminuye la capacidad de germinación para su próximo ciclo (Martínez, 1994).

3.10.2 Ramificación

La ramificación en el cultivo de la chía empieza a los 30 o 40 días dependiendo la altura donde se encuentre sembrada (Cahill, 2005).

3.10.3 Espigado y floración

Su flor es más larga, presencia de dominancia apical y uniformidad en los periodos de floración y maduración (Cahill, 2005).

Las primeras espigas se hacen a los 60 días y junto a ellas primeras inflorescencias (Martínez, 1994).



Figura 10: *Inflorescencia, espiguillas y floración de Salvia hispánica.* Foto: Norma Castañeda Bautista, 2009

3.10.4 Maduración

La maduración se hace presente a los 120 días lo cual demuestra su color característico café en las espigas. (Martínez, 1994).

Una de las principales dificultades de la cosecha mecánica, es la maduración de la flor central, que lo hace tempranamente, mientras muchas inflorescencias de las ramas laterales permanecen verdes. Esperar hasta que todas las semillas estén secas implicaría aumentar el riesgo de pérdidas bajo condiciones climáticas adversas (lluvia, vientos, etc.), o por otras causas (pájaros), debido a que las semillas que maduran primero permanecerían en la planta por un extenso periodo (Ayerza y Coates, 2006).

3.10.5 Fotoperiodo

Se caracteriza por ser una planta con fotoperiodo de día corto por lo que su período de crecimiento y fructificación depende de la latitud donde se establezca, requiriendo que la duración de la luz solar baje de un umbral del orden de las 12 horas. Es por ello que la fecha de siembra constituye un elemento relevante, pues determina la duración del periodo de crecimiento vegetativo, al ocurrir la floración en un momento fijo, determinado por el largo del día (Lobo *et al.*, 2011). De este modo, fechas de siembra muy tardías, con fotoperiodos cercanos al umbral de inducción de la floración podrían repercutir en un periodo de crecimiento demasiado corto, lo que incidiría en una menor producción. Por otro lado, fechas de siembra demasiado tempranas (con un mayor largo del día) provocan un crecimiento vegetativo que se extiende a través del tiempo, generando plantas de gran altura, de bajo índice de cosecha (IC), bajos rendimientos y posibles problemas de tendadura a la cosecha (Lobo *et al.*, 2011).

3.11. MANEJO AGRONOMICO DEL CULTIVO

3.11.1 Preparación del terreno

En México el suelo posee cobertura vegetal o rastrojo mayor a un 80%, por lo que se recomienda hacer labores de limpieza del terreno, para que la semilla tenga contacto con la humedad del suelo (Miranda, 2012).

Este consiste en escardas que tienen el objetivo de ventilar el terreno . Es recomendable dos escardas la primera a los 15 a 20 cm de altura. La segunda escarda a los 35 a 40 cm de altura. La chíá requiere un terreno franco, mullido, limpio de malas hierbas y bien desmenuzado. La naturaleza de las labores, el modo de ejecutarlas y la época oportuna para su realización. Así como la limpieza para el control de malezas para evitar la competencia con el cultivo y la disminución de la producción (Miranda, 2012).

Convencional

- a) Una arada profunda un mes antes de la siembra para eliminar las malezas o rastrojos de cultivos anteriores.
- b) Una rastreada para dejar uniforme la superficie del suelo, ideal para una buena germinación.
- c) Los terrones del suelo deben ser pequeños para facilitar la emergencia de la semilla.

Conservacionista

- a) Realizar un rolado de la vegetación existente un mes antes de la siembra.

3.11.2 Control de malezas en etapa de pre siembra

- ❖ Se aplica herbicida post emergente (Glifosato), antes de la siembra.
- ❖ Se recomienda aplicar el glifosato entre las 8 am a 1 pm, regulando el pH del agua con acido cítricos o reguladores comerciales.
- ❖ Si la cobertura vegetal o rastrojo es mayor del 80% en el suelo es recomendable hacer labores de limpieza del terreno con ayuda de ganchos o varas de madera rollizas. Para que la semilla tenga contacto con la humedad del suelo y evitar hospederos o plagas del suelo como: babosas (*Créate a website*), gusano alambre (*Agriotes sp*) gallina ciega (*Phyllophaga sp*) y hormigas (*Miranda, 2012*).

3.11.3 Selección de semilla

Tomando en cuenta el poco avance de la semilla mejorada o certificada de chíá en México se recomienda clasificar el mejor grano para utilizarla como semilla apta, es necesario la selección de la mejor planta , esto quiere decir que esté libre de manchas foliares, floración sin presencia de enfermedades, plantas robustas, color verde, bien ramificada, con espiga floral mayor de 7 pulgadas de largo para posteriormente marcar la planta que presenta las características requeridas, se separan para poder evitar la mezcla de semillas no deseadas. Para lograr la limpieza y selección de la semilla se recomienda el uso de mayas metálicas o tamices conocido popularmente como zaranda de 2x2 mm, y con la ayuda de abanicos se puede eliminar la semilla vana u otras impurezas (*Miranda, 2012*).

3.11.4 Tratamiento de la semilla

La semilla seleccionada y limpia pasa a ser tratada con el uso de fungicidas para protegerla de plagas del suelo principalmente de hongos, bacterias y hormigas. Se puede utilizar Vitavax y el CRUISER 35 FS (*Miranda, 2012*).

3.11.5 Semilla

La semilla debe tener un porcentaje no menor al 80% de germinación (*Miranda, 2012*).

3.11.6 Siembra

Las épocas recomendables para el caso de la chíá las siembras hasta abril permiten un desarrollo adecuado de plantas alcanzando un tamaño de 50 a 80 cm de altura. Ya las siembras más tardías propician que el periodo vegetativo sea menor, ocurriendo más rápidamente la floración y fructificación de las plantas de manera a que no alcanzan un tamaño adecuado y, por ende, afectan negativamente a los rendimientos. La época de floración está relacionada la temperatura para poder florecer, fecundar y dar origen al fruto, estas no debería de sobre pasar los 120 días ya que el ciclo tiene un tiempo total de 140 a 150 días. Sin embargo las siembras realizadas en los meses de febrero hasta la primera quincena de marzo, son los que propician mejores rendimientos de granos en virtud del mejor aprovechamiento de la luz y las temperaturas (*Miranda, 2012*).

3.11.6.1 Siembra directa

Esta puede realizarse de las siguientes dos maneras:

- a) Chorrillo:** la semilla ya preparada se arroja de corrido, sin dejar espacio. Esta técnica se recomienda para terrenos barrosos o con terrones donde cuesta un poco más la nacencia de las plantas (*INDESOL, 2014*).

b) Mateado: se siembra dejando una pizca de la mezcla de semilla cada 30 cm. Es decir, por cada paso se deja caer un poquito de semilla, el equivalente a lo que se alcanza a tomar con la punta de los tres dedos. Con cualquiera de las dos técnicas de siembra, según la experiencia del productor con el terreno, puede sembrar sobre el lomo o en el fondo del surco, cuidando que la semilla no muera si hay algún encharcamiento. Posteriormente la semilla se tapa, pasando ligeramente una rama a modo de rastra. La semilla no debe quedar enterrada por más de un centímetro para tener una buena germinación (INDESOL, 2014).

La otra técnica de siembra es por trasplante, para esto se requiere la producción de plántulas en semilleros o almácigos, ya sea en charolas o en camas de siembra (almácigos). La planta producida en almácigo se trasplanta cada 30 cm usando una estaca, la producción bajo invernadero se recomienda para este cultivo, oscilando siempre entre los 20 a 25 °C. En este caso el abono se aplica alrededor de la mata (50 a 100 gramos por mata).

3.11.7 Densidad de siembra

Un factor que influye en el desarrollo de los cultivos es la densidad de siembra ya que mantiene una estrecha relación con las actividades que realiza la planta durante su ciclo de desarrollo. La elección de la densidad de siembra debería buscar el máximo aprovechamiento de los recursos, para asegurar la mayor productividad de los cultivos. Esto se logra maximizando las tasas de crecimiento del cultivo durante sus etapas críticas de generación del rendimiento. El aumento de la captura de recursos, particularmente en las etapas tempranas del cultivo, no necesariamente maximiza el criterio de productividad (Manso y Forjan, 2013).

3.11.8 Control de maleza después de la siembra

El crecimiento de la planta de chíá es muy lento en su etapa de inicio de desarrollo vegetativo generando uno de los mayores problemas como es la competencia con la

maleza ya que esta crece dos veces más rápido que la chíá, por lo que se recomienda lo siguiente (*Miranda, 2012*):

- ❖ Sembrar 24 horas después de aplicar un herbicida post emergente. Si el suelo es muy pedregoso y con alta pendiente mayor al 20% es muy seguro que haya presencia de maleza en los primeros días después de sembrado por tal razón se recomienda a los 15 DDS, realizar control manual (*Miranda, 2012*).

- ❖ A los 40 DDS se recomienda hacer un tercer control de maleza que consiste en eliminar todas las malezas que van invadiendo el espacio de la planta de chíá (*Miranda, 2012*).

3.11.9 Variedades y mejoramiento genético

Salvia hispánica : originaria de México, debe su nombre común a sus semillas, consideradas al cereal con mayor concentración de ácido graso omega 3 en el mundo. Estas semillas suelen ser usadas en diferentes aspectos , por su alto nivel en nutrientes y no poseer gluten (*Soto, et al., 2009*).

Salvia officinalis : la mas potente en el campo de la medicina natural. Tiene, entre otras, propiedades antiespasmódicas, cicatrizantes, emenagogas, antisépticas, estimulantes y nutricionales, así como también regula a las hormonas y disminuye los niveles de glucosa en sangre (*Soto, et al., 2009*).

Salvia roja o Salvia splendens : variedad nativa del Brasil, muy usada como planta ornamental debido al color rojo de sus flores. Es una de las variedades de *Salvia* en las que se han encontrado componentes psicoactivos. Las personas que experimentan alucinaciones con esta planta narran que sus efectos suelen ser muy desagradables y perturbadoras (*Soto, et al., 2009*).

Salvia sclarea o Salvia romana : originaria del centro de Asia y la Zona del Mar Mediterráneo, se ha difundido mucho su uso como planta aromática. Su olor picante es considerado bastante desagradable por algunas personas, pero para otras es altamente atractivo (Soto, *et al.*, 2009).

Salvia apiana o Salvia blanca : debe su nombre a sus cúmulos de flores, de color blanco, con algunas manchas o vetas color lavanda. Los nativos americanos la utilizaban para espantar los malos espíritus y purificar el cuerpo; y creían que con su ingesta continua se podía lograr la inmortalidad (Soto, *et al.*, 2009).

Salvia nemorosas : esta variedad es muy utilizada como planta ornamental, aunque comparte con el resto sus cualidades medicinales. Sus hojas fueron utilizadas en la antigua medicina turca como cataplasmas para curar heridas (Soto, *et al.*, 2009).

La mayor diversidad genética de *Salvia hispánica* L. se encuentra en México. Actualmente, los derivados de su semilla han despertado interés comercial; sin embargo, se conoce poco acerca de su sistema reproductivo para iniciar su mejoramiento y conservar su germoplasma.

No se conoce con precisión el mecanismo de polinización en chíá. Se ha supuesto que es una especie alógama y entomófila por el color de los pétalos, por la forma de pista de aterrizaje del labio inferior de la corola, por la articulación de los estambres a la corola y por la presencia de néctar en la base del ovario (Ramamoorthy, 1985). (Mann, 1959), asegura que la protandria en el género *Salvia* es el mecanismo responsable de evitar la autofecundación; por su parte (Haque y Goshal, 1981) registran plantas androestériles en chíá que obligan a cierto cruzamiento natural o baja producción de semilla en ausencia de polinizadores. El mecanismo de polinización en especies entomófilas del género *Salvia* y descrito por (Faegri y Pijl, 1979) es el siguiente: las abejas se posan sobre el labio inferior de la corola y presionan hacia el nectario; esto produce la inclinación de las anteras que depositan el polen en el dorso del insecto.

El estigma es independiente de este mecanismo pero con cierta frecuencia, se inclina y frota el dorso del insecto visitador.

Otros autores refieren que la autofecundación puede estar presente en el género *Salvia*. (Faegri y Pijl, 1979), atribuyen la autofecundación a la cercanía del estigma y las anteras; (Haque y Goshal, 1981), indican que la chía es autocompatible y que la autofecundación es debida a que las flores son muy pequeñas y homostílicas y porque se produce semilla aún en plantas aisladas; (Cahill, 2004), reporta un 0.24 % de cruzamiento natural entre una población silvestre y otra domesticada de chía y, aunque la hibridación intraespecífica en las silvestres es rara, las cruza controladas entre poblaciones silvestres y domesticadas producen progenie completamente fértil.

El color de flor en chía puede ser morado, azul o blanco. Aunque no existe información sobre la herencia del color de flor en esta especie, algunos resultados en otras especies vegetales señalan que el color de la flor es debido a la acción de un par de genes alelomórficos en el que el color morado o purpura es completamente dominante, sobre el blanco como en *Vicia sativa* (Donnelly, 1958); en *Phaseolus vulgaris* (Miranda, 1969); en *Glycine sp.* (Weiss, 1949) y en *Vigna unguiculata* (Sangwan y Lodhi, 1998). Otros autores como Hartwig y Hinson (1963) y Clark y Donnelly (1964), quienes trabajaron en *Glycine sp.* y en *V. sativa*, respectivamente, afirman que los genes involucrados en la herencia del color de flor están ubicados en más de un locus, con diferente acción génica, y que el color morado domina al color azul y rosa y éstos dominan al blanco.

3.11.10 Características en selección de plantas de Chía

- ❖ Homogeneidad de la plantación (que esté pareja y uniforme).
- ❖ Plantas con alto rendimiento.
- ❖ Altura de 1.2 a 1.8 m.
- ❖ Plantaciones vigorosas y homogéneas (igual desarrollo de la planta, sanidad, producción, etc.).
- ❖ Que se adapta a las condiciones climáticas de la región.
- ❖ Morfología, características propias de la variedad, como la coloración del follaje, de la inflorescencia, porte de la planta, entre otras.
- ❖ Plantas preferentemente sin ramificaciones.
- ❖ Inflorescencia encima del follaje.
- ❖ Buena longitud de la inflorescencia (1/3 parte de la altura total de la planta).
- ❖ Las panojas deben ser preferentemente compactas, con las espigas pegadas al eje central de la inflorescencia, para evitar la caída de semilla.
- ❖ Resistencia a plagas y enfermedades.
- ❖ Maduración homogénea y secado uniforme de las panojas
- ❖ La calidad de la semilla
- ❖ Vigor en la semilla al momento de su germinación.
- ❖ Semilla grande (retenidas en malla #20).
- ❖ Sin aguante y otras cualidades que faciliten su manejo.
(INDESOL, 2014).

3.11.11 Deshierbe

Es importante hacer el deshierbe para que otras plantas no compitan con la planta de chíá. Estas plantas no deseadas pueden dañar la planta, por usar los nutrientes, la luz y el agua que necesita este cultivo (INDESOL, 2014).

Primer deshierbe: se realiza 20 a 30 días después de la siembra o cuando la planta tenga más de 10 cm de altura.

Segundo deshierbe: se realiza cuando las plantas tienen de 30 a 40 días.

3.11.12 Raleo

Esta práctica se lleva a cabo cuando nuestro cultivo tiene entre tres y cuatro semanas de emerger y antes de que rebase los 20 cm de altura. Esta actividad se realiza entresacando las plantas que estén muy juntas. Las que dejamos en el terreno deben quedar a una distancia de entre 15 y 25 cm una de otra, o en forma de mateado dejando dos a tres plantas por mata a cada 25 o 30 cm (INDESOL, 2014).

3.11.13 Aporque

Consiste en arrimar la tierra alrededor de las plantas, se hace para que éstas no se caigan (acame) y para aumentar el sistema de raíz y nutrición del cultivo. Se realiza cuando las plantas tienen de 30 a 40 días, junto con el segundo deshierbe. Se recomienda hacer esta labor empleando un arado tirado por una yunta o animal de carga (INDESOL, 2014).

3.11.14 Abonado Orgánico

Según las condiciones del cultivo, si se decide aplicar abono orgánico es importante considerar los siguientes criterios: Si en la siembra se aplicó abono orgánico puede también realizarse una segunda aplicación en el segundo deshierbe, ya sea bandeado o mateado. Además durante el desarrollo del cultivo podrá aplicarse abono foliar orgánico que puede ser súper magro preparado a partir de estiércol de vaca y otros materiales orgánicos (INDESOL, 2014).

3.11.15 Fertilización

Los nutrientes necesarios pueden aplicarse al suelo (generalmente N-P-K) y complementar vía pulverización foliar (micronutrientes principalmente). Sin embargo, no se cuenta aún con recomendaciones nacionales para este cultivo.

La fertilización foliar es una práctica común entre los productores por su bajo costo y posibilidad de mezclar con otros defensivos para la aplicación y ha demostrado ser una vía efectiva para suministrar micronutrientes (especialmente B y Zn) en cultivos como ajonjolí (Valdez et al. 2011), maíz (Ferraris y Couretot 2007), soja (Fontanetto et al. 2009) y otros cultivos extensivos.

La fertilización básica (20-20-20) se realiza en la siembra a 0,05 m de la hilera del cultivo. La primera aplicación del fertilizante foliar se realiza en plena floración y la segunda a los 20 días después. La composición del fertilizante foliar recomendado es el siguiente: 6% N, 1,5% Na, 2% Cl, 2% Ca, 5% B y 4% Zn.

3.11.15.1 Macronutrientes

Las plantas responden de manera significativa a la aplicación foliar de macro y micronutrientes en condiciones de estrés (Yuncaí *et al.* 2008).

3.11.15.2 Nitrógeno

Es un elemento móvil en la planta por lo tanto una deficiencia intensa se caracteriza por una clorosis o amarillez de las hojas viejas o basales, el cultivo muestra poco vigor, su área foliar se ve disminuida y su crecimiento es lento. Otros factores que pueden producir síntomas parecidos son el déficit hídrico, que en caso extremo obliga a la planta a trascolar nitrógeno desde las hojas basales, debido a que no puede absorber el elemento desde el suelo, esto es común de observar en zonas de secano. La falta de luz también produce clorosis debido a la falta de clorofila que no es estimulada por esta fuente de energía, caso muy particular en chíá (Suoza y Fernández 2008).

Observaciones de campo indican que la chía crece bien en suelos con amplia variedad de niveles de nutrientes, sin embargo pareciera que el contenido bajo de nitrógeno constituye una barrera significativa para obtener buenos rendimientos de semilla (Ayerza y Coates, 2006).

Las recomendaciones de fertilización para chía se basan en estudios hechos en otros países, en donde las condiciones climáticas y edáficas son diferentes a las de México, por lo que es necesario generar información local que garantice el uso más eficiente de fertilizantes, con la reducción de costos productivos e impactos ambientales negativos (Ayerza y Coates, 2006).

3.11.15.3 Fósforo

La deficiencia moderada de este elemento produce plantas de color verde muy oscuro, sin brillo, de crecimiento lento especialmente en épocas frías como fines de otoño y fines de invierno. La deficiencia intensa produce detención de crecimiento del ápice generando una coloración pardo rojiza característica, la que se debe a la acumulación de antocianinas, pigmentos que se expresan cuando la planta altera su tasa de crecimiento (Epstein, E. y J.A, Bloom,2005).

El efecto mas importante de la deficiencia de fósforo en la chía es que produce pobre fructificación , espigas de tamaño pequeño, el exceso de fósforo puede inducir una deficiencia de zinc (Epstein y Bloom, 2005).

3.11.15.4 Potasio

El potasio puede ser absorbido de manera activa o pasiva principalmente en la etapa de crecimiento. Se trata de un elemento muy movable dentro de las plantas y es transportado directamente a las hojas jóvenes y meristemas apicales. Durante la alta absorción de K otros nutrientes pueden ser afectados como el Mg y Ca (Epstein y Bloom, 2005).

El K es involucrado en la formación de enzimas , aminoácidos y proteínas, juegan un papel importante en la absorción del agua y afecta directamente la tasa de transpiración mediante el cierre y apertura estomática. Es un elemento crítico para que la planta pueda resistir a los ataques de patógenos así como el vigor y rigidez de la planta son controladas por este nutrimento (Epstein y Bloom, 2005).

3.11.15.5 Micronutrientes

El B, Zn, Cl y Na, en dosis adecuadas, actúan en la fotosíntesis, activación enzimática, iones acompañantes y osmo regulaciones que inciden positivamente en la producción de biomasa y redistribución de asimilados a los órganos (Malavolta *et al.*, 1997).

3.11.15.6 Calcio

El calcio es requerido para formar nuevos tejidos, especialmente nuevas raíces, desarrollo de pelos radicales y meristemas apicales. Su oportuna aplicación estimula el vigor de las plantas y el contenido proteico de las semillas. El calcio requiere de una atención especial, pues es el único nutrimento que en su ausencia total, causa la muerte inmediata de las plantas (Epstein y Bloom, 2005).

3.11.15.7 Boro

Este nutrimento es requerido en pequeñas cantidades por la planta. Es absorbido de manera activa y pasiva, similar al Ca, es inmóvil dentro de las plantas y solamente puede moverse por el xilema de manera ascendente hacia los tejidos de crecimiento, así como también el boro es sumamente esencial para la calidad de las semillas y por lo tanto el rendimiento (Marschener, 1995).

3.11.15.8 Magnesio

El magnesio (Mg) en la nutrición vegetal es comúnmente olvidado a pesar de su gran impacto en el crecimiento de las plantas, diversos mecanismos vitales en las plantas requieren un adecuado suministro de Mg, los mas destacados son: formación de raíces, clorofila y fotosíntesis (Javier Z. Castellanos, 2014).

Niveles suficientes de Mg en el cultivo son requeridos para maximizar el transporte de carbohidratos de órganos "fuente" a órganos de demanda (como la raíz y semillas) para incentivar altos rendimientos. Por otro lado, en condiciones de deficiencia de Mg se presenta un bajo crecimiento radical, el cual puede repercutir en una pobre absorción de otros nutrientes y agua, especialmente en condiciones de baja fertilidad (Javier Z. Castellanos, 2014).

Generalmente se recomiendan dosis de Mg que van de 20 a 80 kg de MgO/ha, para ello hay que tomar en cuenta que en suelos arenosos y suelos ácidos las dosis son mayores por problemas de lixiviación e interacciones con el Aluminio. Se recomienda también realizar aplicaciones foliares durante la floración o justo después para favorecer el transporte de azúcares (Javier Z. Castellanos, 2014).

3.11.15.9 Cobre

Es esencial en la formación de las enzimas involucradas en la respiración, en la producción de energía y crecimiento. Otra función es evitar la lignificación (muerte celular o necrosis foliar) de las hojas, así como también juega un papel importante en la calidad de las semillas (Marschener, 1995).

3.11.15.10 Molibdeno

El molibdeno es requerido en pequeñas cantidades, pero su ausencia trae graves problemas en la planta (Marschener, 1995).

3.12 PLAGAS Y ENFERMEDADES

La plantas de Chía se debe proteger de plagas y enfermedades cuando son pequeñas y tiernas , luego se protegen solas por su aceite esencial que sirve de repelente contra las plagas y acompañado de un manejo correcto y biológico.

Tallos y hojas repelen a los insectos, siendo utilizados en productos como repelentes. Sin embargo, Miranda (2012) asegura que ha observado que la chía posee plagas como babosas, las cuales son tratadas con cebos atrayentes, limpias de ronda y aplicaciones de insecticidas granulados aplicados al voleo antes de la siembra para el control de hormigas. Otros insectos dañinos para la chía son gallina ciega (*Phyllophaga sp*), zompopo (*Atta cephalotes*), gusano peludo (*Estigmene acrea*), gusanos cortadores, langostas (complejo *Spodoptera sp*) (Ayerza, 2012).

3.12.1 Hormigas (*Hymenoptera formicoidea*)

Observaciones en campo indican que las hormigas pueden ser un problema en la siembra ya que generalmente se alimentan de ella. Las hormigas pueden controlarse aplicando insecticidas en polvo en los senderos (generalmente visibles) que llevan a los nidos comunales (FAO, 2000).

3.12.2 Langosta (*Schistocerca piceifrons p.*)

La langosta centroamericana, es una plaga agrícola de importancia económica, presente en nuestro país y bajo control oficial, que puede afectar gravemente millones de hectáreas establecidas (SIAP, 2008).

La langosta tiene como aparato bucal masticador , cuando a la chía le llega aparecer sus cotiledones llega atacar la langosta.

3.12.2.1 Control Químico.

Es el método más rápido y efectivo para controlar las altas poblaciones de langosta tanto bandos como mangas. Iniciar en el periodo ninfa se recomienda como lucha preventiva, sin embargo, las langostas permanecen en ese estado solo unas cuantas semanas y no todas pueden ser destruidas, por lo que hay que realizar control de todos los estados biológicos. En saltones o ninfas cuando se encuentre una densidad mínima de 5 por m² ó cuando se cuenten en promedio 30 adultos por cada 100 por m² . La aplicación no debe realizarse en horas de temperaturas altas. Evaluar la mortalidad posterior al tratamiento, mortalidades superiores al 90% se consideran aceptables. Para insecticidas de acción residual prolongada la evaluación debe ser a los 6 días y en los de contacto, después de 4 horas de la aplicación. Para el combate de esta plaga, se utilizarán exclusivamente los plaguicidas especificados en el manual operativo de la campaña contra langosta (Garza, 2005).

Producto	Tolerancia	Dosis	Recomendaciones
Malatión	Producto prácticamente inocuo para mamíferos y aves.	500-700 g de i.a./ha	Es de rápida acción, pero no presenta persistencia. Éste producto debe ser utilizado en todos los estados biológicos de la plaga
Cipermetrina	Este producto es tóxico para abejas, peces y otras formas de vida acuática	20 kg/ha	Durante el manejo del producto no contamine el aire, suelo, ríos, lagos, presas o depósitos de agua. Está formulado como polvo seco, listo para su aplicación en forma espolvoreada, ya sea con equipo manual o mecánico.
Fipronil	Actúa por contacto y por ingesta. La efectividad del fipronil es muy alta, sin embargo, puede provocar la muerte de abejas	10 ml/ha (2g i.a./ha) suspensión acuosa	Este producto presenta bondades importantes ya que en áreas con escasez de agua o difícil acceso puede aplicarse a UBV con aceites.
Zeta-cipermetrina	Registrado para langosta	Dosis de 33 a 44 g de i.a./ha	Iniciar las aplicaciones cuando se detecten los primeros adultos y/o ninfas en los cultivos de maíz y sorgo. La dosis baja se aplicará cuando la presión de la plaga inicia y la dosis alta para infestaciones severas.
Fenitrothion	Producto poco tóxico para los mamíferos y se ha mostrado muy efectivo para adultos y saltones.	Dosis de 150-500 g de i.a./ha	Posee una buena acción de choque pero su persistencia en condiciones tropicales es baja (2-3 días).
Paratión metílico polvo	Producto tóxico para mamíferos y aves, muy efectivo para saltones y adultos.	Polvo 3% (20 a 25 kg/ha), líquido (1-1.5L/ha)	La aplicación depende de la disponibilidad de agua en cada zona en particular.

Cuadro 9. Plaguicidas recomendados en el manual operativo para el control químico de la Langosta (Carlos C, 2009).

3.12.3 Pulgón (*Macrosiphum spp*)

El pulgón es una plaga común, que llega a atacar en pequeña cantidad al cultivo de chíca, este puede llegar a atacar en todas las etapas del cultivo, pero el daño económico usualmente ocurre durante las etapas posteriores al desarrollo vegetativo. El daño que causa es debido a que succiona la savia de las hojas, ocasionando que tomen una coloración marrón, presentando un retraso en su crecimiento y afectando en el rendimiento del cultivo (López y Fernández, 1999).

La duración del ciclo de este insecto en promedio va de dos semanas hasta 28 días, con aproximadamente 96 ninfas por hembra (López y Fernández, 1999). El Pulgón amarillo presenta 4 estadios ninfales, los cuales se desarrollan en aproximadamente 5.4 días a 25 °C.

El daño ocasionado depende de un gran número de factores, entre los que se incluyen las densidades de población y la duración de la infestación, el cultivo puede ser infestado por esta plaga, tan pronto como emerge la plántula, pero las infestaciones significativas se presentan durante las últimas etapas de crecimiento y en períodos secos infesta el envés de las hojas, que muestra manchas rojas y manchas o rayas, posteriormente se tornan rojas o marrón rojizo. El insecto segrega sustancias azucaradas sobre la superficie de la hoja lo que lleva a moho o fumagina. El resultado final de la invasión es reducción de la calidad del producto y pérdida de rendimiento a la cosecha (Villanueva y Sekula, 2014).

3.12.3.1 Control químico

Se recomienda hacer aplicaciones dirigidas al estrato de la planta con mayores poblaciones y localizado en las áreas críticas para un combate eficiente. Algunos productos recomendados para el control de áfidos son Pirimicarb, Malathion, Imidacloprid, y Thiametoxam (DGIAAP-SENASICA, 2013).

3.12.4 Hongos

En zonas mayores a 1000 msnm se ha observado manchas foliares en las primeras hojas aparentando chamuscados en los bordes de las hojas y manchas oscuras en vértices causado por el hongo (*Cercospora sp*), para su control se recomienda el uso de fungicidas de acción preventiva (Miranda, 2012).

3.12.5 Bacterias

En zonas menores a 1000 msnm los productores han reportado manchas foliares en forma concéntricas en las primeras y últimas hojas causando afectaciones en el área foliar, las manchas se tornan café oscuras, causando necrosis y caída de las hojas. Se recomienda realizar aplicaciones de bactericidas cúpricos de forma asperjadas en toda la planta (Miranda, 2012).

3.12.6 Malezas

La chía es un cultivo muy sensible a la competencia con malezas, en los primeros 45 días el desarrollo es muy lento, por esta razón es necesario el control previo de malezas, y no se tiene información suficiente del uso de herbicidas para el control químico de malezas (Ayerza, 2006).

3.13 RENDIMIENTO

Nuestro país, uno de los centros de origen de la chía, apenas hace cinco años se retomó el cultivo en los municipios de Acatic, Cuquío y Zapotlanejo, en Jalisco, donde actualmente se obtiene 99% de la producción nacional, misma que en el 2011 llegó a 3,449 toneladas cosechadas en 2,720 hectáreas (FIRA, 2013).

Hoy en día encontramos empresas basadas en estos productos en otros países que se han llevado semillas y buena parte del conocimiento nacional y están logrando mejorar los ingresos en sus zonas rurales, por lo tanto esto a incrementado la superficie sembrada en el cultivo de chía, donde se logran rendimientos de 1.2

ton/ha de semilla de chíá, donde el precio medio rural es de 20,000 pesos por tonelada y el costo de producción está alrededor de 10,200 pesos permitiendo una utilidad de 13,818 pesos por hectárea, lo cual es muy superior a lo que se obtiene con maíz o sorgo de temporal (FIRA, 2013).

3.14 COSECHA

3.14.1 Punto de corte

El tiempo para el punto de corte varía, dependiendo del clima, altitud, fecha de siembra, entre otros, pero se pueden considerar las siguientes características para saber cuándo cortar las panojas (conjunto de espigas en donde se forman la semilla):

- La planta se empieza a secar o ponerse amarillenta.
- Las espigas cambia de color .
- Al sacudir la planta algunas semillas caen al suelo.
- Al morder la semilla se siente dura.

La forma tradicional de cosechar la semilla de chíá consiste en cortar las panojas, ponerlas a secar durante dos o tres días al sol sobre una manta o superficie de cemento, y posteriormente trillarlas, golpeándolas con varas o pisoteándolas con animales; la semilla se limpia venteándola. Este tipo de producción tiene un requerimiento elevado de mano de obra para los deshierbes, aclareo y cosecha, elevando considerablemente los costos del cultivo, por estos conceptos (INDESOL, 2014).

De acuerdo con los costos para el cultivo de chíá, para la zona centro de México, el 34% del costo total corresponde a pago por concepto de jornales; el 27% a la utilización de maquinaria (barbechos, rastras, trilla, etc.) en las labores del cultivo; el 15% al costo de la renta del terreno, considerando en costo promedio de mil pesos por hectárea; el 13% a los insumos (semillas, fertilizantes, etc.) y; el 12% a servicios diversos (seguro agrícola, fletes, etc.) (INDESOL, 2014).

Los datos estadísticos mencionados demuestran que la tercera parte del costo total de producción corresponde a un único rubro, mano de obra, cada vez más escasa. A esto se adjunta, que varios cultivadores pagan para desyerbar a mano un huerto en sus campos de chía, para evitar contaminar su semilla con semillas de otros cultivos (INDESOL, 2014).

Un problema que puede surgir entre los jornaleros es que la inhalación de polvo de semilla de chía directa por la manipulación del mismo, debe minimizarse usando máscaras, para evitar que la exposición repetida, pueda llevar a problemas de alergia (INDESOL, 2014).

Con el afán de reducir el costo del cultivo de chía, se puede sustituir gran parte de la cosecha manual por una cosecha mecánica. Para esto, puede utilizarse una trilladora estacionaria, donde se necesita mano de obra para cortar y alimentar la máquina. Cabe señalar que la semilla no queda completamente limpia, por lo cual se deben separar basura y restos de la planta (INDESOL, 2014).

3.14.2 Trillado manual o con maquinaria

El trillado consiste en triturar espigas de la chía, una vez que se han secado u oreado. Con esta práctica nos queda solo la semilla. El trillado se realiza de forma manual o con maquinaria (INDESOL, 2014).

3.14.3 Manual

Este método consiste en azotar la inflorescencia en una lona o en costales utilizando un palo, de la misma manera que se azota el frijol. Se realiza de dos a tres veces para que obtengamos la mayor cantidad de semilla posible (Rubén J, 2011).

3.14.4 Maquinaria

Este método se realiza con la ayuda de una trilladora. Se recomienda cuando la superficie cosechada rebasa los 1500 m² ya que por su cantidad se requiere de trillado mecánico. Además es importante un buen acceso vehicular al área de trillado (Rubén J, 2011).

3.15 ALMACENAMIENTO

La chía es una pequeña semilla, cuyo diámetro varía entre 0.9 y 1.7 milímetros. El peso de mil semillas equivale a 0.6 grs aproximadamente (Rubén J, 2011).

Luego de la siega y trilla, se recomienda, ciertas prácticas de manejo post cosecha para evitar pérdidas innecesarias del producto cosechado o el deterioro prematuro de la calidad de la semilla. Así, cuando está limpio el grano, es necesario secarlo antes de almacenarlo, para evitar la fermentación, la fórmula de mohos, el ataque de insectos y el desarrollo de sabores extraños por la humedad. Esto se realiza particularmente en zonas donde al cosechar la humedad ambiental es todavía alta o el follaje de la planta aún no se seca, en épocas lluviosas. El secado se hace directamente al sol o con secadoras artificiales (Rubén J, 2011).

Antes de proceder al almacenamiento, es necesario realizar una clasificación de la semilla, para lo cual, se puede usar un tamiz de 2 mm de diámetro para separar impurezas grandes y un tamiz de 1,1 mm de diámetro para separar la semilla de primera calidad, de los granos más finos y polvo que quedarían como subproducto de segunda calidad. El agricultor, además de tener un precio mas rentable por la semilla de primera calidad, con la clasificación de los mismos, evita que las impurezas y el polvo deterioren la calidad de la semilla. En el proceso de almacenamiento se debe prever ciertas seguridades que eviten el ataque de insectos, roedores, o la rehidratación de la semilla por la humedad (Rubén J, 2011).

La humedad más recomendable para almacenar la semilla es de 10 a 12%. La

semilla almacenada libre de plagas y enfermedades conserva su potencial nutritivo, entre los 5 y 7 años si se mantiene en un lugar seco, fresco y ventilado. Incluso puede ser utilizado como simiente o para elaborar productos industrializados (SAGARPA, 2013).

3.15.1 Almacenamiento en sacos

Los sacos son recipientes herméticos, fáciles de manejar que protegen a los granos y semillas contra insectos, siendo apropiados para fumigar cantidades pequeñas. Sus desventajas son que pueden romperse con facilidad, siendo destruidos fácilmente por roedores y en ciertos casos son costosos. No obstante su manejo es fácil, permiten la circulación del aire cuando se colocan apropiadamente y pueden almacenarse en la casa del agricultor, sin requerir áreas especiales. Antes de utilizarse deben limpiarse perfectamente, exponerse al sol y asegurarse de que no estén rotos. La humedad de la semilla por almacenar debe ser inferior al 9% (SAGARPA, 2013).

3.15.2 Plagas en almacenamiento

3.15.2.1 Roedores

Los roedores son plagas que causan problemas no sólo en las semillas o granos almacenados sino en la salud humana. Los roedores poseen filosos incisivos que crecen de 10 a 12 cm al año, y para desgastarlos necesitan roer constantemente. Esta característica los hace ser muy destructores. Existen tres especie de roedores: rata común (*Ratus norvegicus*), rata de techo (*Ratus ratus*) y rata de casa (*Mus musculus*). Esta es una plaga con distribución cosmopolita. Cabe destacar que en muchas zonas el ataque de roedores constituye una plaga no insectil de mucha importancia, pudiendo ocasionar daños tanto al grano que está en el campo como en el almacén. Pueden consumir grandes cantidades de grano, sobre todo si las estructuras de almacenamiento no cuentan con protección contra plagas de este tipo (Hernández y Carballo, 2000).

3.15.3 Daños directos

A nivel mundial se han registrado pérdidas del orden del 10%, ocasionadas por insectos plaga de productos almacenados. Los principales efectos tras la alimentación de los insectos son la pérdida de peso, pérdida de capacidad germinativa (daños a embriones), bajo valor nutritivo, mal olor, y un aumento en el contenido de ácidos grasos, que en conjunto con el ácido úrico causan la acidez o rancidez (Espinosa y Bergvinson, 2007).

3.15.4 Daños indirectos

Con la actividad metabólica de los insectos se crean condiciones de humedad y temperatura bajo las que se desarrollan otras especies de insectos, mismas que contribuyen a elevar aun más la temperatura y humedad, hasta generar condiciones para la proliferación de hongos. La presencia de moho resulta atractivo como alimento para algunos insectos (Espinosa y Bergvinson, 2007).

4. CONCLUSIONES

La incorporación de la chía a la dieta humana presenta grandes beneficios a la salud, ya que este cultivo milenario, es también un alimento excepcional, debido a su composición, estabilidad, sus bondades como alimento funcional, ya que aporta fibra dietaria soluble, antioxidantes, ácidos grasos omega 3 y omega 6, además de una importante cantidad de proteínas.

La chía presenta una importante ventaja frente a los productos marinos, ya que puede almacenarse por años sin que se deteriore el sabor, el olor o el valor nutritivo de la misma, su uso de chía como fuente de ácidos grasos omega 3 previene la depredación de los abastecimientos naturales de pescado y también elimina la preocupación en cuanto a la acumulación de toxinas del medio ambiente, que se acumulan en el pescado y sus productos.

Las condiciones de suelo y clima en la zona occidente y zona centro , facilita la mejoría en la calidad de la semilla de chía, una cualidad que hasta ahora se obtiene en estas regiones de México, sin embargo es conveniente seguir investigando sobre posibles áreas de adaptación de este cultivo.

El cultivo de chía representa una importante opción de agronegocios para el país, ya que es factible incorporar nuevas áreas de producción en México; existe una demanda internacional que esta creciendo, por lo que casi el 80% del total de la producción de esta semilla se exporta principalmente a Estados Unidos, Canadá y Asia.

Por otra parte un factor determinante en el modo de producción es su tecnificación, o dicho de otra manera, no se tiene la tecnología suficiente como para que se pueda producir a grande escala. Se ha buscado como propuesta la posibilidad para que sea envasada la semilla de chía, buscando ser proveedores en tiendas grandes, supermercados, y finalmente para la exportación.

A pesar de haber recopilado una buena parte de información existente, se considera necesario iniciar un programa para el mejoramiento genético de la especie.

Entre otros aspectos relevantes, considerar la mayor cantidad posible de colectas, evaluando su adaptación con diferentes fechas de siembra, densidad de siembra, practicas de fertilización y finalmente su cosecha.

5. LITERATURA CITADA

- Autino, H.** 2009. Capítulo 2. Preparación de semillas oleaginosas. En Temas Selectos en aceites y grasas. Eds. JM Block y D Barrera Arellano, Editorial Blücher, San Pablo (Brasil) pp. 31-95.
- Ayerza, R.** 1995. Oil Content and Fatty Acid Composition of Chía (*Salvia hispánica L.*) from Five Northwestern Locations in Argentina. J Am Oil Chem Soc, 72: 1079-1081
- Ayerza, R. y Coates, W.** 2004. Protein and oil content, peroxide index and fatty acid composition of chía (*Salvia hispánica L.*) grown in six tropical and sub-tropical ecosystems of South America. Trop Sci, 44: 131-135
- Ayerza, R. y Coates, W.** 1998. Comercialización y Producción de Chía. Segunda edición. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp.35, 36,37.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 1996. Producción, potencial Nuevo de Chía. Segunda. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp. 8, 12,18.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 2006. CHIA: Redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp.45,46,47.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 1996, "New Industrial Crops: Northwestern Argentina Regional Project", in Progress in New Crops, edited by J. Janick, ASHS Press, Alexandria, Virginia., USA, p. 45-51.
- Ayerza R. y Coates, W.** 2005, Chía (*Salvia hispánica*) University of Arizona, p.67-70.
- Ayerza, R.** 1996. Fatty acid composition, protein and oil content of chía (*Salvia hispánica L.*) grown in Columbia and Argentina. Third European Symposium on Industrial Crops and Products, Reims,France. Pp. 18,20,26.

- Ayerza, R. y Coates, W.** 1999. An omega 3 fatty acid enriched chia diet: its influence on egg fatty acid composition, cholesterol and oil content. *Canadian Journal of Animal Science*, 79: 53-58.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 2000. Dietary levels of chía: influence on yolk cholesterol, lipid content and fatty acid composition, for two strains of hens. *Poultry Science*, 78:724-739.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 2001. Chía seeds: natural source of omega 3 fatty acids. The Annual Meeting of The Association for the Advancement of Industrial Crops, Atlanta, Georgia, USA, p.17.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 2001. The omega 3 enriched eggs: the influence of dietary linolenic fatty acid source combination on egg production and composition. *Canadian Journal of Animal Science*, 81:355-362.
- Ayerza, R. Coates, W y Lauria, M.** 2002. Chía seed (*Salvia hispánica L.*) as an omega 3 fatty acid source for broilers: influence on fatty acid composition, cholesterol and fat content of white and dark meat, growth performance and sensory characteristics. *Poultry Science*.
- Ayerza, R. y Coates, W.** 2002. Semillas de chía: nueva fuente natural de ácidos grasos omega-3, antioxidantes y fibra dietética. South west Center for Natural Products Research & Commercialization Office of Arid Lands Studies, The University of Arizona.
- Carlos** Iñurrategui. 2013. Presentación realizada en “Primer foro de la Chía nicaragüense”, Consultor, ex director Banco de Alimentos de Tucumán
- Carlos** C, 2009. Ficha técnica *Schistocerca piceifrons piceifrons*. Walker langosta centro americana. SAGARPA, SENASICA, UASLP, SINAVEF. San Luis Potosí, México. P.18
- CABI.** 2014. Crops Protection Compendium. Data Sheet for: *Melanaphis sacchari* (Zehntner). (en línea) Dirección URL: (<http://www.cabi.org/isc/datashet/26757>) [Consultado el 30 de agosto de 2015]
- Cahill, J.P.** 2004. Genetic diversity among varieties of chía (*Salvia hispánica L.*) *Genetic Resources and Crop Evolution* 51: 773-781.

- Coates, W.** Ayerza, R. 2006. Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas. 2006. cuarta edición. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires. Argentina. Pp.102, 103, 104, 105, 106, 107,108.
- Coto, D.;** Saunders, J.L. 2004. Insectos plagas de los cultivos perennes con énfasis en frutales en América Central. Turrialba. Serie Técnica. Manual técnico/CATIE; n°52. 420p.
- Clark, E. y Donnelly M.** 1964. Vicia. Inheritance of plant color and recessive epistasis in flower color. Crop Science 4: 661-662
- ChiaCorp.** Acerca de Chía. (en línea) Dirección URL:
(<http://www.chiacorp.com/index.php/2aboutchia#omega3>) [Consulta el 10 de julio de 2015]
- Cultura orgánica.** (en línea) Dirección URL:
(<http://culturaorganica.com/html/articulo.php?ID=131>) [Consulta el 20 de julio de 2015]
- Donnelly, E. D.** 1958. Inheritance of white flower color in common vetch, *Vicia sativa*. Agronomy Journal 50: 763–764.
- Di sapio, Osvaldo;** Bueno, Mirian; Busilacchi, Héctor; Quiroga, Mirta; severin, Cecilia. 2012. Caracterización Morfoanatómica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispánica L. (Lamiaceae)*. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. pp , 249-268.
- DGIAAP-SENASICA.** 2013. Lista de Plaguicidas de uso agrícola autorizados. (en línea) Dirección URL : (<http://www.senasica.gob.mx/?id=4099>) [Consulta el 27 de abril de 2015]
- Epling, C.** 1938. The California salvias. A review of *Salvia*, section *Audibertia*. Ann. Missouri Bot. Gard. 25. Pp.95-188.
- Epling, C;** Lewis H; y Raven, P.H. 1962. Chromosomes of *Salvia*, section *Audibertia*. Aliso 5. Pp. 217-221.

- Epstein, E.** y J.A, Bloom,2005. Mineral nutrition of plants: Pinciples and perspectives. 2 edition. Sinauer Ass. Press. USA. Pp. 35-38
- Estilai** y A. Hashemi, K. Truman. 1990. Chromosome number and meiotic Behavior of cultivated Chía, *Salvia hispánica* (*Lamiaceae*). Horts ciencia 25(12):1646-1647.
- El Universal.** Sagarpa propone cultivo de chía en Puebla. (en línea) Dirección URL: (<http://www.unionpuebla.mx/articulo/2013/12/29/economia/puebla/sagarpa-propone-cultivo-de-chia-en-puebla>) [Consulta el 4 de julio de 2015]
- El economista.** El cultivo de chía muy rentable. (en línea) Dirección URL: (El economista <http://eleconomista.com.mx/columnas/agro-negocios/2013/03/19/chia-cultivo-muy-rentable>) [Consulta el 29 de junio de 2015]
- Ferraris, GN;** Couretot, L. A. 2007. Respuesta del maíz a la fertilización complementaria por vía foliar. Experiencias en fertilización y protección en el cultivo de maíz. INTA. p.116- 122.
- Fonnegra, R.** Jiménez, S. 1996. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. 2 ed. Colombia. Universidad de Antioquia. S. ed. Pp. 72, 73, 74.
- FAO.** 1985. Prevención de perdidas de alimentos poscosecha: manual de capacitación. Roma, Italia. Ficha Técnica, 10 p.
- Freese R,** Mutanen M.1997. α -Linolenic acid and marine long-chain n-3 fatty acids differ only slightly in their effects on hemostatic factors in healthy subjects. Am J Clin Nutr, 66. Pp. 591-598
- García, L.S.;** Espinosa, C.C.; Bergvinson, D.J. 2007. Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. CIMMYT. p 55.
- Gómez L.;** L.A.; Lastra B., L.A. 1995. Insectos asociados con la Caña de Azúcar en Colombia. En: CENGICAÑA El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, Cali, CENICAÑA, 1995. p 237-263.

- Garza, E.** 2005. LA LANGOSTA *Schistocerca piceifrons piceifrons* Y SU MANEJO EN LA PLANICIE HUASTECA. Folleto Técnico No. 12. SAGARPA, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. San Luis Potosí, México. p 23.
- Gómez, Manuel, Laura Gómez y Rita Schwentesius,** 2002, “Dinámica del Mercado Internacional de Productos Orgánicos y las Perspectivas para México”, *Movimiento Económico*, Núm. 120, marzo – abril, pp. 54 – 68.
- Hernández Gómez, José Alfonso; Miranda Colín, Salvador.** 2008. Caracterización morfológica de chía (*Salvia hispánica*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, abril-junio, 105-113.
- Gómez, J. A.; Miranda-Colín, S.; Peña-Lomelí, A.** 2008. Cruzamiento natural de chía (*Salvia hispánica* L.). *Revista Chapingo serie Horticultura*, pp. 331-337.
- Hernández, A. y Carballo, A.** 2000. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. 17 p.
- Haque, M.S. y K.K. Ghoshal.** 1980. Karyotypes and chromosome morphology in the genus *Salvia* Linn. *Cytologia* 45:627–640.
- Haque, M.S. and K.K. Ghoshal.** 1981. Floral biology and breeding system in the genus *Salvia* L. *Proc. Indian Natn. Sci. Acad.* B47(5). pp. 716-724.
- INTA.** 2012. Contribución del Programa Nacional Fibras Animales al agregado de valor en origen. Mueller, J., Lamas, H., Rigalt, F. y otros.
- Lobo, R; M. Alcocer; F. Fuentes; W. Rodríguez; M. Morandini y M. Devani.** 2011. Desarrollo del cultivo de chía en Tucumán, República Argentina. *EEAOC-Avance Agroindustrial*, 32(4): 27-30.
- Martínez, M.** 1959. Plantas útiles de la flora mexicana. Ediciones de Botas. México. Pp. 198-202.

- Mann, P.** 1959. Systematics of flowering plants. Methuen and Co. Ltd. London. pp.254-255.
- Marschener, H.** 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition, Elsevier Press . Pp 313-330.
- Manso, L;** Forjan, H. 2013. Evaluación de diferentes densidades de siembra en maíz. (en línea) Dirección URL: (<http://inta.gov.ar/documentos/evaluacion-de-diferentes-densidades-de-siembra-en-maiz.pdf>) [Consultado 20 jun 2015.]
- Miranda colín, S.** 1969. Estudio sobre la herencia de tres caracteres de frijol. Agrociencia. pp.115-122.
- Miranda, F.** 2012. Guía técnica para el manejo del cultivo de Chía (*Salvia hispánica L.*) en Nicaragua. (en línea) Dirección URL: (http://cecoopsemein.com/Manual_de_poduccion_de_CHIA_SALVIA_HISPANICA.pdf) [Consultado el 28 de abril de 2015].
- Muñoz, L A,** Cobos A, Díaz O, Aguilera J M (2012). Chía seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration. J Food Eng, 108: pp. 216–224.
- Norma C,** 2010, Propiedades medicinales de la chía (*Salvia hispánica L.*) , Tlahui – Medic, Cuernavaca, Morelos, México, p. 45.
- USDA.** United States Department of Agriculture. (1999). USDA Nutrient database for standard reference, release 13. Agricultural Research Service, Nutrient , (en línea) Dirección URL: (<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>) [Consulta el 9 de mayo de 2015].
- Pascual Villalobos, M,** Correal E, Molina E, Martínez, J (1997).Evaluación y selección de especies vegetales productoras de compuestos naturales con actividad insecticida. Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (CIDA) Murcia, España. Proyecto N°SC94-039, p.67.

- Paula** Jiménez P. ; Lilia Masson S. ; Vilma Quitral R. ; 2013; Composición química de semillas de chía, linaza y rosa mosqueta y su aporte en ácidos grasos omega 3 Revista Chilena de Nutrición, p 40 .
- Peiretti**, P. G. y Gai, F. Fatty acid and nutritive quality of chía (*Salvia hispánica L.*) seeds and plant during growth. *Animal Feed Science and Technology*, 2009, vol. 148, p. 267-275. ISSN 0377-8401.
- Reyes** Caudillo E, Tecante A, Valdivia López M A (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chía (*Salvia hispánica L.*) seeds. *J Agric Food Chem*, 107(2): 656–663
- SENASICA**. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.
- SIAP**. 2008. Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción agrícola (en línea) Dirección URL: (<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.) [Consulta el 29 de abril de 2015]
- Sahagún**, B. de. (1579). Historia General de las Cosas de Nueva España, School of American Research, Santa Fe, USA. p 78.
- SEMARNAT** (2002). Especies con usos no maderables en bosque de Encino, pino y pino-encino en los estados de Chihuahua, Durango, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. (en línea) Dirección URL: (www.semarnat.gob.mx/pfnm/SalviaHispanica.html) [Consultado el 24 de Junio de 2015].
- Stewart**, W.S. 1939. Chromosome number of California salvias. *Amer. J. Bot.* 26:730-732.

- Souza**, SR; Fernández, ME. 2008. Nitrogênio. In Sociedade Brasileira de Ciencia de Solo, Fernández, M.S. (ed.). Nutrição Mineral de Plantas. Vicosá, MG.BR. 216 p
- Soto** J., Manuel García A., Eulogio De La Cruz T., Cristina Mapes S., Antonio Laguna C., Diana A. Flores R., D. Benjamín Velazco L. y Maricela Ibáñez Montiel. 2010. Conocimiento y aprovechamiento de los pseudocereales nativos de México. Día de los jardines Botánicos. Ciudad Universitaria, México. pp 66-73.
- Sunilda**, A; Cesar, P; Ruben, A; 2014. Fertilización complementaria vía foliar en chía *Salvia hispánica L.* In: III Congreso Nacional de Ciencias Agrarias. Facultad de Ciencias Agrarias. p 293-294.
- Tosco** G (2004). Los beneficios de la chía en humanos y animales. Nutrientes de la semilla de chía y su relación con los requerimientos humanos diarios. Actualidades Ornitológicas, N° 119
- Taga**, M.S., Miller, and Pratt (1984). Chía seeds as a source of natural lipid antioxidants. Journal of American Oil Chemists Society,61:928-931.
- Valdez**, A.S; Florentín, M; Mendoza, F. 2011. Curva de respuesta de NPK y micronutrientes (B, Zn) en el cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*). In: II Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. Sociedad Paraguaya de Ciencia del Suelo. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción. p 136 - 139.
- Vázquez** M, Pistilli de Franco, Olazar y Ayala L. 2014. Rendimiento de chía (*Salvia hispánica L.*) en diferentes momentos de siembra. P.195
- Vij**, S.P. y Kashyap S.K. 1976. Cytological studies in some North Indian Labiatae. Cytologia 41:713-717.
- Yuncaí** H.U; Z. Burucs y U. Schmidhalter. 2008. Effect of foliar fertilization application on the growth and mineral nutrient content of maize seedlings under drought and salinity. Soil Sci. & Plant Nutr. 54:133–141.