

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Rendimiento y Características Agronómicas del Cultivo de la Chía  
(*Salvia hispánica*) en la Localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila

Por:

**OSCAR RAFAEL VALLE SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Rendimiento y Características Agronómicas del Cultivo de la Chía  
(*Salvia hispánica*) en la Localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila

Por:

**OSCAR RAFAEL VALLE SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial 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

Dra. Susana Gómez Martínez  
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
División de Agronomía

Septiembre 2016

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por concederme la oportunidad de terminar una segunda carrera, por todas las oportunidades que me ha brindado, porque a pesar de tan lejos que me encuentro de mi familia, él se encuentra presente con ellos y no los suelta de su mano.

### **A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

Por ser mi segundo hogar y abrir sus puertas, para que jóvenes estudiantes que llegan, como llegué hace cinco años, con aquella ilusión de convertirse en profesionistas, en futuros ingenieros y los cobije para llenarlos de sabiduría.

### **A MI ASESOR M.C. ROBERTO ESPINOZA ZAPATA**

Por darme la oportunidad de participar en este trabajo de investigación, por sus enseñanzas, paciencia, confianza y tiempo.

### **A MI ASESORA DRA. SUSANA GÓMEZ MARTÍNEZ**

Por el interés mostrado durante las revisiones y comprensión durante esta investigación.

### **A MI ASESOR M.C. ADOLFO ORTEGÓN PÉREZ**

Por guiarme durante este proyecto, por mostrar interés, confianza, paciencia para concluir la investigación.

### **A LA FAMILIA RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ**

Por abrirme las puertas de su casa y brindarme una amistad duradera, cariño y comprensión.

### **A MI AMIGA DIANA JUÁREZ**

Por apoyarme durante la realización de este proyecto de investigación, por estar presente e interesada en los avances y brindarme el soporte necesario para concluir.

### **A LA RONDALLA DE SALTILLO**

Fue una de las inspiraciones de venir a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, porque fue un sueño alcanzado y me dio un sinfín de experiencias vividas, a la que nunca olvidaré.

### **A MIS AMIGOS**

Jessica Fuentes, Marisol Fuentes, Avimael Díaz, Ricardo Carrillo, Manuel Arredondo, Gerardo Valdez y Sabdiel Roque, que gracias a su amistad me he sentido apoyado en todo momento, y con su compañía siempre tendremos nuevas aventuras.

## **DEDICATORIAS**

### **A MI MADRE PAULINA SÁNCHEZ**

Es una de las personas que amo con toda mi alma, aquella que siempre ha estado al pendiente de mi vida, aquella que me enseñó muchos valores y del porqué trabajar duro cada día, te dedico este importante trabajo de investigación porque eres una persona que se quita el pan de la boca para dárselo a sus hijos, TE AMO MAMITA.

### **A MI PADRE HERACLIO VALLE**

Por ser otra de las personas que más quiero con todas mis fuerzas, él me enseñó que a veces hay que tener carácter fuerte para salir adelante, me dio el coraje para cumplir mis metas, me enseñó a respetar a la gente, TE AMO JEFE.

### **A MIS HERMANAS: JERI, ANA Y CLAUDIA**

Por estar al pendiente de todo lo que sucede en mi vida, por demostrarme su amor hacia mí, su comprensión y ser mis mejores amigas, me dieron el apoyo para permanecer cinco años alejados de la familia, LAS AMO HERMANITAS.

### **A MIS SOBRINOS**

A Sergio, Cristian, Abigail, Cesar, Fanny, Allison, Diana y Daiana, por ser el motor para superarme, porque me gusta brindarles enseñanzas a mis niños que quiero con toda el alma.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	v
ÍNDICE DE CUADOS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1 Historia de la Chía ( <i>Salvia hispánica</i> L.).....	13
2.2 Importancia Nutrimental y Usos de la Chía.....	14
2.3 Clasificación Taxonómica.....	17
2.4 Distribución.....	17
2.5 Características Botánicas.....	18
2.6 Producción Nacional de Chía de 2010-2015.....	20
2.7 Comparación entre la composición de la semilla de chía y la composición de otras Fuentes Vegetales.....	25
2.8 Chía: como una Empresa Productora.....	25
2.9 Diferencias entre Chía Silvestre y Cultivada.....	27
2.10 Suplementación de Chía en la Alimentación de Conejos	29
2.11 Requerimientos Edafológicos.....	29
2.12 Plagas y Enfermedades.....	31
2.13 Labores Culturales para el Cultivo de Chía.....	33
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1 Ubicación del Experimento.....	36
3.2 Material Genético.....	37
3.3 Diseño Experimental.....	37
3.4 Actividades de Cultivo.....	38
3.5 Variables Evaluadas.....	38
3.6 Análisis Estadístico.....	39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
5. CONCLUSIONES.....	46
6. LITERATURA CITADA.....	47
7. ANEXOS.....	54

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro</i>	<i>Página</i>
1 Clasificación taxonómica de la chía.....	17
2 Estados de la República Mexicana productores de chía en 2010.....	21
3 Estados de la República Mexicana productores de chía en 2011.....	21
4 Estados de la República Mexicana productores de chía en 2012.....	22
5 Estados de la República Mexicana productores de chía en 2013.....	22
6 Estados de la República Mexicana productores de chía en 2014.....	23
7 Estados de la República Mexicana productores de chía en 2015.....	24
8 Composición nutrimental de la semilla de chía y la de distintas fuentes vegetales.....	25
9 Temperatura media del mes de abril – noviembre 2014 Saltillo, Coah.	39
10 Distribución de la lluvia en mm del mes de mayo–noviembre 2014....	40
Análisis de varianza de altura de planta, días a floración, días a madurez, número de espigas, longitud de espigas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea de cinco colectas de chía, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2014.....	42
11 Promedio de características agronómicas y rendimiento de cinco genotipos de chía. Buenavista, Saltillo, Coahuila 2014.....	45
12 Análisis de varianza para la altura de la planta (cm) de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	55
13 Análisis de varianza, días a floración de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	55
14 Análisis de varianza, días a madurez de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	55
15 Análisis de varianza, de longitud de espigas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	56
16 Análisis de varianza, del número de espigas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	56
17 Análisis de varianza, rendimiento por hectárea de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	56
18 Análisis de varianza, peso de 1000 semillas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
1	<i>Salvia hispánica</i> L., Jardín Etnobotánico, Oaxaca, Méx.....	13
2	Semilla de chía.....	16
3	Inflorescencia de chía.....	20
4	Colores de semilla de chía, blanca y oscura.....	29
5	Gráfica de comportamiento de temperatura media del periodo abril –noviembre 2014.....	40
6	Gráfica de la distribución de lluvia del periodo mayo–noviembre 2014	41
7	Desarrollo de la planta de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	57
8	Días a floración de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	58
9	Días a madurez de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	59
10	Número de espigas por planta de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	59
11	Longitud de espigas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah..	59
12	Rendimiento kg/ha de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah...	60
13	Peso de 1000 semillas (g) de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.....	60

## RESUMEN

Desde la antigüedad, la chía (*Salvia hispánica* L.) ha sido una de las plantas que ha formado parte de la alimentación básica de las civilizaciones de América. El cultivo representa una importante opción para cultivar dentro del país, principalmente en el norte, adaptar y recopilar información para el pequeño o gran productor, tratar de mejorar los ingresos de los campesinos o productores que dependen de alternativas para hacer más redituable el agronegocio.

El proyecto se llevó a cabo el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, unidad Saltillo; con una altitud de 1742 msnm, la precipitación promedio anual es de 350-400 mm, mientras que la temperatura media anual de 19.8 °C.

El objetivo del experimento fue determinar el rendimiento y características agronómicas del cultivo de la chía, bajo condiciones del sureste de Coahuila, específicamente en la localidad de Buenavista, Saltillo.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, donde se evalúan cinco colectas y seis repeticiones; dos colectas son de San Miguel Xicozingo, Puebla y una colecta originaria de Acatic, Jalisco; la prueba de comparación de medias fue Tukey  $\alpha$  0.05.

Los resultados obtenidos indicaron que en el número de espigas, existen diferencias significativas, mientras que en las variables: altura de planta, días a floración, días a madurez, longitud de espigas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea, los análisis de varianza no detectaron diferencias significativas.

Las colectas se comportaron muy similares entre sí, por lo que existe la posibilidad de ampliar el número de colectas de chía y localidades, para la evaluación de futuros experimentos.

**Palabras Clave:** *Salvia hispánica*, adaptación, agronegocio, número de espigas por planta, rendimiento de semilla.

## 1. INTRODUCCIÓN

“Chía” o “Chan” es un vocablo Náhuatl que agrupa varias especies botánicas de los géneros *Salvia*, *Hyptis*, *Amaranthus* y *Chenopodium*; su cultivo y utilización fueron considerados como un elemento esencial de la cultura mesoamericana. Debido a que su denominación es en lengua indígena y a que existen descripciones precisas de sus formas de uso, es probable que el conocimiento y la domesticación de estas plantas se remonte a una etapa previa a la época prehispánica (Gillet, 1981).

*Salvia hispánica* L. es una planta herbácea de la familia de las Lamiáceas. En la época prehispánica fue una planta importante y sus semillas, su harina y su aceite fueron apreciados por sus usos medicinales, alimenticios, artísticos y religiosos (Cahill, 2003). Actualmente, su semilla entera se usa en la preparación de una bebida nutritiva y refrescante. Con el aceite extraído de sus cotiledones se elaboran lacas artesanales. Es originaria de Mesoamérica y su mayor diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico (Miranda, 1978; Cahill, 2004).

Se encuentra en áreas de bosque de encino o de pinoencino y se distribuye en ambientes semicálidos y templados del Eje Neovolcánico Transversal, de las Sierras Madre Occidental, del Sur y de Chiapas, en altitudes entre 1400 y 2200 m sobre el nivel del mar. Al considerar su extensa área de distribución, su sistema de polinización altamente autógamo asociado con sus flores diminutas y homostílicas (Haque y Ghoshal, 1981) y la topografía accidentada de las montañas a dado origen a un aislamiento geográfico de las áreas donde se desarrolla (Ramamoorthy y Elliot, 1998). Es probable que exista una amplia diversificación entre poblaciones naturales de *S. hispánica*. Sin embargo, sólo se han descrito dos ideotipos: *Salvia hispánica* variedad *Chionocalyx* Fernald, con localidad tipo en Uruapan, Michoacán, y *Salvia hispánica* variedad *Intosa* Fernald, cuya localidad tipo es Buenavista, Departamento de Sta. Rosa, Guatemala (Fernald, 1907).

En 1777, la chía todavía se sembraba en Chiepetlán, Guerrero, para utilizar su aceite en la decoración de jícaras, que son recipientes elaborados a partir del fruto de *Crescentia cujete* (Hurtado, 1946). En Chiapas, el aceite de chía mezclado con aje (*Cocculus axin*) se usaba en la elaboración de lacas (Miranda, 1952). En la República de El Salvador, por lo menos hasta hace poco tiempo, la semilla de *S. hispánica* o “Chan” se empleaba para preparar refrescos o para tratar enfermedades del hígado (Calderón, 1941).

En el período 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 (Rulfo, 1937). Actualmente, se cultiva en Acatic, Jalisco, en Atzitzihuacan, Puebla, y en Olinalá, Guerrero.

La semilla de chía contiene más proteína y aceite que otros granos, por lo que sería una fuente de alimento muy atractiva para países en desarrollo (Weber *et al.*, 1991); su aceite posee un alto contenido de ácido linolénico omega-3, esencial en la alimentación y efectivo para disminuir las afecciones cardiovasculares (FAO, 1978); los antioxidantes naturales de su aceite evitan los procesos oxidativos en alimentos (Taga *et al.*, 1984); el mucílago de la testa de la semilla es un polisacárido útil como fibra soluble y dietética (Bushway *et al.*, 1981); los aceites esenciales pueden usarse en la industria de saborizantes y fragancias (Ahmed *et al.*, 1994); además, los ácidos grasos saturados y el colesterol del huevo se reducen cuando se adiciona semilla de chía a la dieta de gallinas (Ayerza y Coates, 2001).

Las anteriores características han incrementado el interés comercial por *Salvia hispánica*, la que se ha introducido a varios países como cultivo promisorio y se han industrializado diferentes productos alimenticios y medicinales preparados con semilla de chía (Coates y Ayerza, 1996).

En la actualidad hay más Estados interesados en producir chía; algunas empresas inician la elaboración de alimentos con la semilla de este cultivo. Entre 2010 y 2015 algunos Estados se están actualizando para iniciar la producción de chía y es posible apoyarse con las estadísticas de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Según las estadísticas del SIAP, para el año 2010 solo existían dos Estados productores de chía; Jalisco y Puebla. Para el año 2015 ya son más de siete Estados, los que producen chía actualmente.

## **Justificación**

Actualmente en nuestro país se reconsidera la producción comercial de chía, sin embargo es necesario generar suficiente información sobre su manejo agronómico; información que pueda ser difundida y de gran utilidad para productores, estudiantes, universidades, empresas o institutos con algún interés específico y promover el uso de su semilla por sus beneficios en alimentación, en la economía y propiedades medicinales que tiene la *Salvia hispánica*.

Por lo anterior, el presente trabajo de investigación pretende explorar la conveniencia de introducir su cultivo en algunas regiones del norte de nuestro país y contribuir para incrementar la superficie cultivada con esta especie en México.

### **Objetivo**

- Evaluar el rendimiento y características agronómicas de cinco genotipos o colectas de chíá en la localidad de Buenavista, Saltillo, Coahuila.

### **Hipótesis**

Entre las colectas incluidas en este experimento, al menos una de ellas se comportará con mejor rendimiento y características agronómicas más deseables.

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ): no hay diferencia entre los genotipos o colectas consideradas en éste estudio.
- Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ): existe diferencia entre los genotipos o colectas incluidos en esta prueba.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Historia de la Chía (*Salvia hispánica* L.)

La chía, es un antiguo cultivo de América, es originaria de las zonas montañosas de México y Guatemala, se cree que forma parte de la alimentación humana desde el año 3.500 a.c. Las civilizaciones precolombinas, principalmente la Azteca, la tuvieron entre sus cultivos principales (Crettaz, 2006-2016).

Las especies cultivadas de mayor importancia en la dieta del nativo mesoamericano presentaban amplia adaptación geográfica, de tal forma que prácticamente en todas las regiones el hombre podía producir sus propios alimentos. Existía una amplia diversidad ecológica en donde se sembraban maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus spp.*), huautli (*Amaranthus leucocarpus*), calabaza (*Cucurbita spp.*), chía (*Salvia hispánica* L.) y chile (*Capsicum annum*). A pesar de su enorme importancia y diversidad de usos en la época prehispánica, la superficie cultivada y la tradición tecnológica y cultural de *S. hispánica* fue reduciéndose rápidamente a partir de la época colonial (Rojas, 1983).



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

En su paso por lo que ahora es Acatic, los Aztecas descubrieron uno de los muchos secretos ocultos de la sierra de los Altos de Jalisco. Entre las cañadas descubrieron la planta de la *Salvia*, y en ella a la semilla de chía, una semilla de color negro con blanco aparentemente ordinaria. Sin embargo, al comerla, descubrieron que podían resistir las largas caminatas a las que estaban condenados. Gracias a la chía los aztecas pudieron ver el Valle de México en cuestión de meses (Premium Mexican Chía Seed, 2016).

Antes de Colón era uno de los cuatro alimentos básicos de las civilizaciones de América Central, junto con el maíz, el amaranto y los porotos. Sus semillas se utilizaron para elaborar medicinas y eran la base de su alimentación y la de sus animales. Los mayas hacían ofrendas de estas semillas a los dioses, en agradecimiento por las cosechas (Fernández, 2010).

Actualmente la 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 de tamaño ya que las blancas son más grandes, hecho que fue notado por Shagún 1579, probablemente el cultivo blanco se perdió luego del colapso de las naciones nativas americanas, y ahora esta mezclada con la semilla oscura (Cahill, 2003).

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

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

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 qué la semilla oscura sobrevivió y continuó creciendo y la blanca se perdió como cultivo independiente (Ayerza y Coates, 2006).

## **2.2 Importancia Nutrimental y Usos de la Chía**

### **Importancia Nutrimental**

La semilla de chía es una semilla oleaginosa, diferente a las demás oleaginosas en su contenido graso; dos terceras partes del aceite de chía son ácidos grasos esenciales Omega-3 (poli insaturados), y solo un 10% son grasas saturadas.

Numerosos estudios confirman la importancia del consumo de Omega-3 para bajar el colesterol y su efecto en prevenir enfermedades cardiovasculares.

Además de su alto contenido de Omega-3, la chía posee otros importantes componentes para la alimentación humana: proteínas, antioxidantes, fibra, vitaminas B1, B2, B3, y minerales como fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, zinc y cobre entre otros (Coates y Ayerza, 2000).

### **Propiedades de la Chía:**

- Mejora el sistema inmunológico
- Ayuda a la movilidad de las articulaciones
- Bueno para el sistema cardiovascular
- Promueve una buena digestión
- Eleva los niveles de energía y la capacidad de concentración
- Útil para adelgazar

(Pronamed, 2016)

La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda consumir 4 gramos de ácidos grasos Omega 3 por día, por lo tanto 24 gr de semilla cubren la necesidad humana por día.

La 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 (Norma, 2010).

### **Usos de la Chía**

La literatura reporta 150 formas de uso etnobotánico de la chía antes del año 1600 y 79 formas a partir de este año (Cachill, 2003). La fuente de esta información está incluida en los códigos del siglo XVI, escritas por naturalistas, estudios etnográficos e información etnobotánica, la cual identifica 120 especies. Esta información fue dividida en cuatro categorías de uso: culinario, medicinal, artístico y religioso/cultural (Cachill, 2003).

### **Usos Culinarios**

La chía formó parte importante de la alimentación habitual de las culturas prehispánicas, fue utilizado como semilla entera, harina de la semilla, el mucílago de la semilla y su aceite. La semilla era molida y convertida en harina,

la cual era incorporada en tortillas, tamales y bebidas. Actualmente la semilla se utiliza comúnmente en la preparación de bebidas.

### **Uso Medicinal**

Para los aztecas, la chía también tuvo mucha importancia como producto medicinal. Los Códices Florentino y Badianus describen el uso de la chía, sola o con otras hierbas medicinales, para el tratamiento de diferentes enfermedades. La chía era utilizada en infusiones de la semilla entera, formó parte de muchas preparaciones medicinales como cataplasmas para las heridas de bala. El uso de la chía para tratamientos respiratorios y obstétricos era más marcado antes del año 1600, posteriormente, su uso se enfocó en el tratamiento de infecciones y obstrucciones oculares (Ayerza y Coates, 2005; Cachill, 2003).

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.

El mucílago es utilizado 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).



**Figura 2.** Semilla de chía.

## Uso Artístico

El aceite de la chía conocido como *chíamatl* fue usado como cosmético. Este aceite era componente de ungüentos debido a sus propiedades emolientes. También era utilizado como una base para pinturas, además de que era un componente básico en la pintura para el cuerpo de los aztecas.

## Uso Religioso

El aceite era utilizado para la pintura de los cuerpos de los guerreros, así como ingrediente básico en la preparación de bebidas durante las ceremonias religiosas o sociales (Ayerza y Coates, 2005; Cachill, 2003).

## 2.3 Clasificación Taxonómica

### Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la chía

<b>Reino:</b>	Plantae	<b>Familia:</b>	Lamiaceae
<b>Sub reino:</b>	Tracheobionta	<b>Sub familia:</b>	Nepetoideae
<b>División:</b>	Magnoliophyta	<b>Tribu:</b>	Mentheae
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida	<b>Género:</b>	Salvia
<b>Sub clase:</b>	Asteridae	<b>Especie:</b>	<i>S. hispánica</i>
<b>Orden:</b>	Lamiales		

(Ayerza y Coates, 2006)

Es una planta herbácea anual, mide hasta 1m de altura, presenta hojas opuestas de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 cm de ancho. Las flores son hermafroditas, entre purpúreas y blancas, y brotan en ramilletes terminales. La planta florece entre julio y agosto, las semillas tienen unos 2 mm de largo por 1,5 de ancho, es ovalada, de color pardo-grisáceo a rojizo (Nomiux, 2016).

## 2.4 Distribución

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

Toda la chía que se cultiva en Australia, el Sur de China, la India, procede de México sin embargo, 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.

La tendencia en la actualidad, es revalorizar los alimentos naturales, 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 el de un contexto de rápidos cambios tecnológicos, caracterizados por una acelerada globalización tenemos que proponer nuevas alternativas para el mejoramiento de la producción de diferentes productos como la chía.

La comercialización y la siembra tienen 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 se producen solamente 500 mil toneladas ( El Universal, 2013).

En la actualidad se cultivan aproximadamente 60,000 hectáreas, con un rendimiento medio de 1,2 toneladas por hectárea. Toda la producción es limpiada, procesada y envasada para el consumo (Ayerza, 2006).

En nuestro país existe la oportunidad de abastecer una demanda de 5 millones y medio de toneladas, con un gasto aproximado 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 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. El cultivo de la chía, es una alternativa rentable que puede mejorar los ingresos de los agricultores en zonas áridas y semiáridas (INTA, 2011).

## **2.5 Características Botánicas**

Las características morfológicas y fenológicas que identifican a las variedades domesticadas de *Salvia hispánica* L. son: cálices cerrados, semilla de mayor tamaño, inflorescencias más compactadas, flor más larga, presencia de dominancia apical y uniformidad en los períodos 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 semilla (Ayerza y Coates, 2006).

## **Raíz**

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

## **Tallo**

El tallo es ramoso, ramificado, aromático de forma cuadrangular, pubescente de 1-4 cm de diámetro. 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.

## **Hojas**

Las hojas son simples, opuestas, enteras, con una lámina oval elíptica, de 8-12 cm de longitud, 4-7 cm de ancho, 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).

## **Flor**

La inflorescencia de la chía son espigas terminales o axiales, 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 verticilios 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 en un disco nectarífero. El estilo es glabro, glanduloso en la base su estigma tiene dos ramificaciones; la más larga está excreta 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).

El color de la flor en la chía puede ser morado, azul o blanco. Aunque no existe información sobre la herencia de 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) y en *Phaseolus vulgaris* (Miranda, 1969).



**Figura 3. Inflorescencia de Chía**

### **Fruto**

El fruto es un seco e indehisciente que a la madurez produce pequeños mericarpios indehiscientes denominados núculas o clusas, en número de 1-4, incluidas en el cáliz frecuentemente acrescente, son monospermicas, ovoides, de simetría dorsiventral y tamaño de 1.5 – 2 mm de longitud y 1.1- 2 mm en el diámetro medio. Cara ventral subtrígona 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 a.*; 2012).

### **2.6 Producción Nacional de Chía 2010-2015**

En el Cuadro 2 se muestra la producción nacional de chía del año agrícola 2010; Otoño-Invierno y Primavera-Verano en la modalidad Riego y Temporal, en donde se puede observar que solo los Estados de Jalisco y Puebla fueron productores en este año, en los siguientes años 2011 y 2012 se observan los

mismos Estados, Jalisco y Puebla, en el año 2013 se observa la inclusión del Estado de Sinaloa como productor de chía.

**Cuadro 2. Estados de la República Mexicana productores de chía en 2010.**

Año Agrícola OI + PV 2010							
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/ton)	(Miles de Pesos)
Jalisco	2,299.00	2,299.00	0	2,889.50	1.26	19,560.48	56,520.00
Puebla	30	30	0	24	0.8	30,000.00	720
	<b>2,329.00</b>	<b>2,329.00</b>		<b>2,913.50</b>	<b>1.25</b>	<b>19,646.47</b>	<b>57,240.00</b>

(SIAP, 2016)

La producción en el año 2011, se muestra en el Cuadro 3 considerando el año agrícola Otoño-Invierno más Primavera-Verano en la modalidad Riego más Temporal.

**Cuadro 3. Estados de la República Mexicana productores de chía en 2011.**

Año Agrícola OI + PV 2011							
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/ton)	(Miles de Pesos)
Jalisco	2,720.00	2,720.00	0	3,427.60	1.26	16,001.72	54,847.50
Puebla	30	30	0	21	0.7	30,000.00	630
	<b>2,750.00</b>	<b>2,750.00</b>		<b>3,448.60</b>	<b>1.25</b>	<b>16,086.96</b>	<b>55,477.50</b>

(SIAP, 2016)

En el Cuadro 4 se observa la producción nacional de chía del año 2012 del año agrícola Otoño-Invierno más Primavera-Verano en la modalidad Riego más Temporal.

**Cuadro 4. Estados de la República Mexicana productores de chía en 2012.**

Año Agrícola OI + PV 2012							
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/ton)	(Miles de Pesos)
Jalisco	5,066.60	5,066.60	0	2,036.16	0.4	66,194.88	134,783.36
Puebla	30	30	0	24	0.8	30,400.00	729.6
	<b>5,096.60</b>	<b>5,096.60</b>		<b>2,060.16</b>	<b>0.4</b>	<b>65,777.88</b>	<b>135,512.96</b>

(SIAP, 2016)

La producción nacional de chía del año 2013 se muestra en el Cuadro 5 del año agrícola Otoño-Invierno más Primavera-Verano en la modalidad Riego más Temporal, donde se incluyen tres estados productores: Jalisco, Puebla y Sinaloa.

**Cuadro 5. Estados de la República Mexicana productores de chía en 2013.**

Año Agrícola OI + PV 2013							
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/ton)	(Miles de Pesos)
Jalisco	17,739.00	17,499.00	240	7,676.69	0.44	60,672.94	465,767.35
Puebla	336	336	0	235.2	0.7	49,839.29	11,722.20
Sinaloa	80	80	0	520	6.5	1,800.00	936
	<b>18,155.00</b>	<b>17,915.00</b>	<b>240</b>	<b>8,431.89</b>	<b>0.47</b>	<b>56,740.01</b>	<b>478,425.55</b>

(SIAP, 2016)

En el Cuadro 6 se muestra la producción nacional de chía del año 2014 del año agrícola Otoño-Invierno más Primavera-Verano en la modalidad Riego más Temporal, podemos observar que hay más estados interesados en la producción de chía, como: Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí; aunque Guanajuato muestra pérdidas de cosecha las mismas hectáreas que sembró; se desconocen las causas.

**Cuadro 6. Estados de la República Mexicana productores de chía en 2014.**

Año Agrícola OI + PV 2014							
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/ton)	(Miles de Pesos)
Aguascalientes	20	0	20	0	0	0	0
Guanajuato	150	0	150	0	0	0	0
Jalisco	15,790.00	15,790.00	0	9,058.84	0.57	44,408.06	402,285.50
Nayarit	281	261	20	97	0.37	49,793.81	4,830.00
Puebla	460	460	0	391.3	0.85	34,659.61	13,562.31
San Luis Potosí	20	4	16	1	0.25	24,000.00	24
	<b>16,721.00</b>	<b>16,515.00</b>	<b>206</b>	<b>9,548.14</b>	<b>0.58</b>	<b>44,061.13</b>	<b>420,701.81</b>

(SIAP, 2016)

La producción nacional de chía del año 2015 se muestra en el Cuadro 7 del año agrícola Otoño-Invierno más Primavera-Verano en la modalidad Riego más Temporal. Los estados interesados fueron: Aguascalientes, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Zacatecas.

A través de los años el interés por el cultivo de la chía va incrementando. En los Cuadros 2 al 7 observamos que en el año 2010 y 2011 solo Jalisco y Puebla eran productores de chía, para el año 2013 aparte de Jalisco y Puebla, Sinaloa se une con 80 hectáreas sembradas, sin embargo según datos del SIAP Sinaloa tiene un rendimiento de 6.5 ton/ha, se desconoce si este dato es verídico ya que es un rendimiento muy elevado.

Para el año 2014, son seis Estados productores, entre ellos se encuentra: Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Puebla y San Luis Potosí. En el Cuadro 6 se puede apreciar que Guanajuato en el año 2014 tiene una superficie sembrada de 150 hectáreas, mismas que fueron siniestradas por lo que no se obtuvo cosecha; las razones se desconocen. Mientras tanto el Estado de Nayarit tiene una superficie sembrada de 281 ha y 20 ha siniestradas y San Luis Potosí de 20 ha sembradas, solo obtiene 4 ha cosechadas debido a que sumaron 16 ha siniestradas, los motivos de dicha pérdida se desconocen.

El Cuadro 7 nos permite apreciar que cada año son más los Estados interesados en la producción de chía; en el año 2015 participan: Aguascalientes, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Puebla, Sinaloa, Tlaxcala y Zacatecas, siendo que Jalisco es el primer Estado productor de chía con una producción de 6,164.07 ton, en segundo lugar Puebla con 307.18 ton, en tercer lugar Sinaloa con 234.43 ton. Sin embargo, los Estados con mejor rendimiento de ton/ha son: Tlaxcala, Zacatecas y Hidalgo, con 1.3, 0.84 y 0.83 ton/ha respectivamente.

**Cuadro 7. Estados de la República Mexicana productores de chía en 2015.**

Año Agrícola OI + PV 2015							
Estado	Sup. Sembrada	Sup. Cosechada	Sup. Siniestrada	Producción	Rendimiento	PMR	Valor Producción
	(ha)	(ha)	(ha)	(ton)	(ton/ha)	(\$/ton)	(Miles de Pesos)
Aguascalientes	27	27	0	12	0.44	25,500.00	306
Hidalgo	71	71	0	58.9	0.83	75,618.68	4,453.94
Jalisco	11,904.30	11,854.30	50	6,164.07	0.52	49,183.48	303,170.43
Michoacán	91	91	0	42.4	0.47	24,917.45	1,056.50
Nayarit	146	63	83	23.46	0.37	34,471.10	808.69
Puebla	387	387	0	307.18	0.79	22,868.40	7,024.72
Sinaloa	403.5	401.5	2	234.43	0.58	18,089.11	4,240.63
Tlaxcala	10	10	0	13	1.3	27,000.00	351
Zacatecas	125	125	0	105.5	0.84	30,000.00	3,165.00
	<b>13,164.80</b>	<b>13,029.80</b>	<b>135</b>	<b>6,960.94</b>	<b>0.53</b>	<b>46,628.32</b>	<b>324,576.91</b>

(SIAP, 2016)

## 2.7 Comparación entre la Composición de la Semilla de Chía y la de otras Fuentes Vegetales

La composición de la chía es comparable con la de otros cinco mejores cereales del mundo. Sus componentes son significativamente más altos en proteína, lípidos y fibra, al compararlo con lo de otros cultivos. Cabe mencionar que el contenido de lípidos de la chía es excelente como fuente de ácidos grasos omega-3 (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Composición nutrimental de la semilla de chía y la de distintas fuentes vegetales**

Fuente	Proteína %	Lípidos %	Carbohidratos %	Fibra %
Arroz	6.50	0.52	79.15	2.8
Cebada	12.48	2.30	73.48	17.3
Avena	16.89	6.90	66.27	10.6
Trigo	13.68	2.47	71.13	12.2
Maíz	9.42	4.74	74.26	3.3
Chía	20.70	30.4	40.29	27.5

(Departamento de Agricultura de los Estados Unidos; Weber, 1991; Ayerza y Coates, 2003).

La fracción proteínica de la semilla de chía varía de un 19 a 24 %, este porcentaje es comparablemente favorable con el de las oleaginosas, leguminosas y cereales. Se ha determinado que los aminoácidos de la proteína de chía no tiene factores limitantes en la dieta de las personas adultas (Bushway y Col, 1981), Sin embargo recientes investigaciones han determinado que su calidad nutrimental como la única fuente de proteínas para niños de edad preescolar es pobre, ya que no cumple con los patrones de requerimientos en lisina establecidos por la FAO en 1985 (Olivos, 2005).

## 2.8 Chía: como una Empresa Productora

El capital social en los años recientes ha sido considerado por diferentes gobiernos y organismos internacionales como uno de los factores principales para mejorar las condiciones de vida y de marginación de las comunidades

rurales de los llamados países en vías de desarrollo. En esta perspectiva, las investigaciones realizadas no han sido pocas. En América Latina diversos trabajos sobre capital social se han llevado a cabo en comunidades rurales de países como Ecuador, Bolivia, México, Perú, Honduras, Guatemala y Chile (Durnston, 2002).

Para el análisis del estudio de caso se eligió una empresa rural productora de chía orgánica. Una de las razones de tal elección fue la posibilidad de analizar, en su proceso de creación y consolidación, el papel desempeñado por el capital social. Otra razón fue el crecimiento en la demanda de la chía, en particular la producida orgánicamente; diversas investigaciones recientes han puesto al descubierto sus cualidades nutricionales, principalmente su alto contenido en ácidos grasos, en particular  $\Omega$ -3, identificado como un importante antioxidante (Ayerza y Coates, 1999). Asimismo, Gómez *et al.* (2002), señalan que el interés de las personas por incluir productos orgánicos en su dieta ha ido en aumento, principalmente en algunos países de Europa, Estados Unidos, Canadá y Japón, resultado de una tendencia mundial de cambio de valores: de los materialistas (prioridad del crecimiento económico, consumo material, y seguridad legal y militar) hacia los posmaterialistas, que se basan en una mayor preocupación por la calidad de vida, el medio ambiente y la sociedad, la autorrealización, la democracia, etc. (Vera, 2012).

### **Proceso de Producción y Mercado**

En San Mateo Coatepec del municipio de Atzitzihuacán en el Estado de Puebla, el proceso de cultivo de la chía se realiza de manera orgánica y manual, con ayuda de la junta para arar el terreno. El proceso de producción está constituido por dos fases: la primera de ellas se refiere al cultivo y cosecha; la segunda al limpiado y empaclado.

El cultivo y cosecha de la chía es de ciclo anual y de temporal. Se sigue un proceso de producción orgánico, que básicamente consiste en colocar las semillas en la tierra por medio de una botella que las contiene, y aplicar abono orgánico de borrego, preparado con los residuos del alimento balanceado (maíz, sorgo y amaranto) y con el excremento del borrego (todo se produce en San Mateo Coatepec). La transición de la producción tradicional a la producción orgánica se inició en 2008, y fue posible gracias a la asesoría técnica proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Rural (SDR) y por el grupo de Cuernavaca. Asimismo, con apoyo de la SAGARPA se contrata a técnicos para el control de las plagas y la fertilización orgánica (Vera, 2012).

Respecto al proceso de envasado, éste es muy sencillo, pues consiste en limpiar la semilla, sanitizar el recipiente y envasarla. Para ello se requiere de un equipo muy simple: mallas (cribas de diferente grado) y ventiladores. Una vez limpia la semilla, y el recipiente debidamente sanitizado, es envasada en cantidades de 300 gramos, en frascos de material plástico reciclable. Se trata de un producto que ya cuenta con un diseño de marca y de etiqueta, hecho con apoyo de la Fundación Produce, con código de barras tramitado con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO), y con el registro de la Food and Drug Administration (FDA), tramitado con asesoría de Pymexporta (Vera, 2012).

## **2.9 Diferencias entre Chía Silvestre y Cultivada**

Hernández y Miranda (2008), compararon un grupo de chías silvestres del norte del país con las chías cultivadas del grupo de Acatic, Jalisco, de Puebla y de Centroamérica, se encontraron diferencias en 19 de las 23 características evaluadas. Las variables de mayor importancia en la diferenciación de ambos grupos son: ancho de corola (0.93), días a inicio de floración (0.93), largo de corola (0.85), exposición de corola (0.84), distancia entre verticilos (0.83), ancho del cáliz (0.75), peso de semilla (0.67) y número de verticilos/inflorescencia (0.60). Las chías cultivadas se caracterizan por desarrollar flores más grandes y corolas que sobresalen del cáliz, con inflorescencias compactas debido a un mayor número de verticilos y menor distancia entre ellos; también poseen un ciclo biológico más tardío y semilla de mayor tamaño. La característica que se considera más importante como el criterio de domesticación es la indehiscencia de la semilla; la pérdida de los mecanismos naturales de dispersión de la semilla hace que las variedades domesticadas sean más dependientes del cultivo por el ser humano para sobrevivir. En las chías cultivadas de Acatic, de Puebla y las de Centroamérica, el cáliz maduro permanece cerrado, lo que evita la dispersión de semillas; en contraste, en las chías silvestres el cáliz maduro es abierto.

Los mismos autores señalan que la chía a sufrido una pérdida de diversidad genética, al mismo tiempo que proponen valorar la diversidad actual con el objetivo de planificar mejor la conservación y aprovechamiento de ésta especie.

Los resultados anteriores concuerdan con los de Cahill (2005) quien indicó que la domesticación de la chía se caracteriza por la presencia de cáliz cerrados, semillas más grandes, inflorescencia más compacta y cierto grado de gigantismo de la flor, hoja y altura de planta. Además indica que en las plantas

de chíá cultivada, el proceso de domesticación ha permitido una ligera pérdida de la variabilidad genética y algunos esfuerzos para la selección de plantas ha sido a partir de una porción pequeña del total de dicha diversidad.

Según Harlan *et al.* (1973), la presión selectiva favorece a las plantas que maduran al final de la temporada de lluvias y al inicio de la época seca; es decir, se modifica la duración del ciclo biológico. En esta investigación, los cambios observados en días al inicio de floración y en duración del período de floración están relacionados con las condiciones ambientales prevalecientes en la región geográfica de procedencia de las muestras. El grupo de chíás silvestres es más precoz que las cultivadas, presumiblemente porque en el norte del país (20° a 27° LN y de 1100 a 2200 msnm), el ciclo biológico se reduce por la presencia de bajas temperaturas en otoño e invierno; en contraste, las chíás de Centroamérica tienen un ciclo de desarrollo más largo porque en su zona de origen (13° a 15° LN y de 700 a 1514 msnm), las temperaturas no son limitantes y no existe una época de sequía marcada (Hernández y Miranda, 2008).

Mazzani (1963) considera interesantes los aspectos siguientes:

- Al inicio de su desarrollo, la planta presenta un rápido crecimiento, lo que permite competir ventajosamente con las malas hierbas.
- Se facilita la cosecha mecánica, en virtud de que las ramas conservan su posición erguida durante todo el ciclo de la planta.
- Sus espigas se encuentran a una altura uniforme sobre el suelo aproximadamente entre 50 y 80cm.
- No hay pérdida de semilla por dehiscencia durante la maduración.
- La trilla de la semilla puede lograrse con mayor facilidad.
- Las plantas son uniformes en cuanto a su altura y número de ramas, sin embargo son muy variables en relación al número de espigas por planta y longitud de las mismas.

Este mismo autor menciona algunas características de la chíá como:

- ✓ Germinación de 3 a 5 días después de la siembra.
- ✓ Ciclo vegetativo de la siembra hasta la floración, de 58 a 64 días.
- ✓ Ciclo vegetativo de la siembra hasta la maduración, que es de 101 a 107 días.
- ✓ Altura de planta de 74 a 80 cm.
- ✓ Número de ramas por planta de 6 a 14.
- ✓ Número de espigas por planta de 10 a 92.
- ✓ Longitud de las espigas de 4 a 25 cm.



**Figura 4. Colores de semilla de chía, blanca y obscura**

### **2.10 Suplementación de Chía en la Alimentación de Conejos**

La cría de conejo en nuestro país, se ha desarrollado generalmente en pequeña escala para satisfacer solo el consumo familiar, tanto en el ámbito rural como el urbano, incluso los pocos programas gubernamentales para el fomento de la explotación de conejo, han sido mediante “paquetes familiares” cuyo propósito es alentar la cría a nivel de traspatio (Torres, 1995 mencionado por Flores, 2015).

La actividad cunicultura en México, ha adquirido en los últimos años un desarrollo productivo y tecnológico, siendo una fuente de ingresos para los productores dedicados a esta actividad, por lo que se buscan técnicas y métodos que favorezcan su producción (Juárez y Morales, 2002, mencionado por Flores, 2015).

En un experimento donde se comparó el efecto de la alimentación del conejo, con el alimento comercial; El suplementado con chía que es un producto de origen vegetal, los resultados del experimento no muestran efecto positivo en la ganancia de peso al incluir la chía como complemento (Flores, 2015).

### **2.11 Requerimientos Edafológicos**

La chía crece bien en suelos franco-arenosos y de moderada fertilidad, pero su desarrollo es mejor en aquellos de buena fertilidad, es tolerante a la acidez de los suelos. Lobo (2011) menciona que la chía crece lentamente al principio, por lo que los primeros 45 días son críticos en su establecimiento por su competencia con la maleza por la luz y nutrientes para su óptimo desarrollo.

En cuanto a condiciones de humedad para su establecimiento, la chía requiere de humedad en el suelo para germinar, pero una vez establecidas las plántulas estas pueden desarrollarse bien con limitantes de agua, pudiendo ser posible su cultivo en condiciones de secano con solo 400 mm hasta los 1100 mm de precipitación ([www.chiacorp.com](http://www.chiacorp.com)).

Según Ayerza y Coates (2006) es posible el cultivo de la chía en condiciones tropicales y subtropicales donde no haya presencia de heladas durante su desarrollo.

El crecimiento de esta especie se logra con temperaturas mínimas y máximas que van de 11°C hasta 36°C respectivamente; su rango óptimo se presenta entre 16 y 26°C; no tolera las heladas y no crece ni fructifica en la sombra. Requiere una humedad relativa entre 40 y 70 %; Se establece y se desarrolla mejor en suelos areno-limosos pero también se adapta a otras clases texturales que presenten buen drenaje y que contengan una amplia variedad de niveles de nutrientes (Coates y Ayerza, 2006).

### **Etapas Fenológicas de la Chía**

Coates y Ayerza (2006), mencionan que la germinación de las semillas de chía ocurre aproximadamente a las dos semanas después de su siembra en suelo húmedo. Después de que se hayan establecido las plántulas puede crecer bajo un amplio rango de precipitaciones.

La ramificación del cultivo de la chía comienza entre los 30 a 40 días dependiendo de la altura sobre el nivel del mar. Las primeras espigas aparecen a partir de los 60 días con presencia de dominancia apical y uniformidad en estos dos periodos (Cahill, 2005).

La maduración de la flor central ocurre tempranamente mientras que muchas inflorescencias de ramas laterales permanecen verdes; lo anterior dificulta las labores de la cosecha mecánica por lo tanto hay que esperar a que todas la semillas estén secas aunque esto implica algunos riesgos de pérdidas cuando se presentan condiciones climáticas adversas como la lluvia y vientos fuertes. Debido a que las semillas que maduran primero pueden permanecer en la planta por un período extenso, otra causa que ocasiona pérdidas de semilla de chía son los pájaros. La maduración ocurre normalmente a 120 días después de la siembra cuando las espigas presentan un color característico (Ayerza y Coates, 2006).

Lobo (2011) menciona que la chía es un cultivo sensible al fotoperiodo, siendo ésta una especie de días cortos, por lo que su crecimiento y fructificación depende de la latitud donde se siembre.

La fecha de siembra constituye un elemento relevante, misma que determina la duración del período del crecimiento vegetativo al ocurrir la floración que es determinada por el fotoperiodo (Lobo *et al.*, 2011). En relación con lo anterior, el mismo autor señala que fechas de siembra muy tardías, con fotoperiodos cercanos al umbral de inducción de la floración, podrían repercutir en un período de crecimiento demasiado corto que se traduce en una menor producción; en este sentido también fechas de siembra tempranas que presentan un mayor largo del día, provocan un crecimiento vegetativo que se extiende a través del tiempo, generando plantas de gran altura con bajo índice de cosecha (IC) y bajos rendimientos.

## **2.12 Plagas y Enfermedades**

### **Plagas**

Las plantas de chía se deben proteger de plagas y enfermedades cuando son pequeñas y tiernas, después ellas mismas se protegen por un aceite esencial que producen y que sirve de repelente contra las plagas, acompañado de un manejo correcto y biológico.

Tallos y hojas repelen a los insectos, siendo utilizados en productos como repelentes. Sin embargo Miranda (2012) citado por Nieves (2015) asegura que ha observado que la chía posee plagas como babosas, las cuales son tratadas con cebos atrayentes, limpiezas 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 citado por Nieves, 2015).

### **Hormigas (*Hymenoptera formicoidea*)**

Observaciones en campo indican que las hormigas pueden ser un problema en la siembra ya que generalmente se alimentan de la semilla. Las hormigas pueden controlarse aplicando insecticidas en polvo en los senderos que conduzcan a los nidos comunales (FAO, 2000, citado por Nieves, 2015).

Para el control de hormigas e insectos cortadores, se pueden usar algunos productos naturales, como caldo biosulfocálcico, biofertiliser, que son insecticidas y fertilizantes. Se trata de un rubro que no requiere de la aplicación de agro defensivos, dado que no cuenta aún con el ataque de plagas y enfermedades, por lo que se obtiene un producto inocuo (Centurión, 2012).

### **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 un aparato bucal masticador, que ataca a la chíá, cuando aparecen sus cotiledones.

## **Enfermedades**

### **Hongos**

En las zonas arriba de 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).

### **Bacterias**

En zonas abajo de 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 asperjada en toda la planta (Miranda, 2012).

### **Maleza**

La chíá es un cultivo muy sensible a la competencia con maleza, en los primeros 45 días el desarrollo es muy lento, por esta razón es necesario el control previo de la maleza, y no se tiene información suficiente del uso de herbicidas para su control químico. El cultivo necesita del control de malezas mediante dos o tres carpidas según el estado de enmalezamiento del suelo (Ayerza, 2006).

## **2.13 Labores Culturales para el Cultivo de Chía**

### **Labores Culturales**

La chía es tolerante a la sequía, no necesita demasiada humedad, para su crecimiento y posterior desarrollo. Tampoco le afectan las lluvias, pero si en el momento de la floración se produce una intensa, puede afectarla, pues provoca el lavado de las flores, lo que puede causar el aborto de las mismas (Centurión, 2012).

De acuerdo con Miranda (2012), lo recomendable para antes de la siembra es hacer labores de limpieza de terreno con el fin de que la semilla tenga buen contacto con la humedad del suelo, recomienda una preparación del terreno en forma convencional y conservacionista que incluye:

- a) Arado profundo, un mes antes de la siembra.
- b) Rastreo para uniformizar la superficie del suelo.
- c) Los terrones del suelo deben ser pequeños para facilitar la emergencia de las plántulas.
- d) Realizar un rolado de la vegetación existente un mes antes de la siembra.

En la etapa de pre siembra, para el control de malezas, se recomienda aplicar antes de la siembra herbicida post emergente (Glifosato) entre las 8:00 am y 1:00 pm, regulando el pH con ácido cítrico o reguladores comerciales.

Con labores de limpieza del terreno para evitar al máximo hospederos o plagas del suelo como babosas (*Ariolimax ater*) gusano alambre (*Agriotes sp*) gallina ciega (*Phyllophaga sp*) y hormigas; eliminar hierbas o rastrojo con la intención de que la semilla, también tenga buen contacto con la humedad del suelo.

La semilla apta para la siembra deberá tener un porcentaje no menor al 80% de germinación, que haya sido seleccionada y limpia para ser tratada con fungicidas para protegerla de plagas, principalmente de hongos y bacterias, para lo cual se utiliza Vitavax y el CRUISER 35 FS.

### **Método de Siembra**

La siembra debe ser a chorrillo y mateado, quedando la semilla a no más de 1 cm de profundidad para lograr una buena germinación.

Es conveniente efectuar el aporque para arrimar la tierra alrededor de las plantas con el objetivo de aumentar el sistema radicular, nutrición del cultivo y

que no se acame. Esto se debe realizar entre los 30 o 40 días después de la siembra (Miranda, 2012).

### **Época de Siembra**

Si la siembra se adelanta a los meses de diciembre y enero, el crecimiento de las plantas puede llegar de 1.70 m a 2.0m de altura. En cambio, si se siembra en los meses de febrero, marzo o abril, la altura llega a 1.00 m. En base a sus características genéticas, la altura promedio de la planta varía entre 1.00 m a 1.70 m.

La época recomendable para la siembra deberá realizarse en fechas que estén fuera de posibles heladas, los meses de febrero y marzo que propician mejores rendimientos, en virtud del mejor aprovechamiento de luz y temperaturas (Miranda, 2012).

Otra técnica de siembra puede ser por trasplante, lo que implica producir plántulas en semilleros o almácigos, la densidad de siembra es de suma importancia ya que una óptima densidad de plantas mantiene una estrecha relación con las actividades de la planta durante su ciclo de desarrollo (Miranda, 2012).

### **Cosecha**

La cosecha se inicia alrededor de los cuatro meses de la siembra, de acuerdo al estado de madurez de las mismas. No conviene excederse mucho de este tiempo, porque si se dejan más tiempo, las semillas maduras se caen al suelo. Como la cosecha es intensiva y en pequeñas superficies, se realiza en forma manual con machete.

Se recomienda hacer el corte de mañana hasta las 9:00 horas, porque con el golpe se caen las semillas, lo cual disminuye el rendimiento del cultivo.

Las semillas se desarrollan en ramilletes, que normalmente siguen floreciendo, pero queda un 20 % del largo del ramillete que se mantiene en estado vegetativo (verdoso). Entonces, lo que está por debajo de ese 20 % está en condiciones de ser cosechado y tiene un color amarillento. El productor que observa este estado de madurez de los ramilletes y con un color amarillento en el 80 % de su extensión puede dar inicio a la cosecha. En cada ramillete hay varias cápsulas, cada una de las cuales contiene de tres a cuatro semillas, lo que equivaldría a un peso de 3g a 4g por cápsula (Centurión, 2012).

## **Fertilización**

Aunque no se cuenta aún con un paquete tecnológico sobre la fertilización de este cultivo, deberá considerarse la aplicación al suelo de fertilizante N-P-K y complementar con micronutrientes por vía foliar.

Puede considerarse además la aplicación de abono orgánico durante el desarrollo del cultivo y en una segunda aplicación en el segundo deshierbe, abono foliar orgánico preparado a partir de estiércol de vaca y otros materiales orgánicos.

Una deficiencia intensa por falta de nitrógeno permite que se presente una clorosis o amarillamiento de las hojas viejas o basales, su área foliar se ve disminuida y su crecimiento es lento. La falta de luz también produce clorosis debido a la falta de clorofila que no es estimulada por esta fuente de energía (Souza y Fernández, 2008).

Según Ayerza y Coates (2006) las observaciones de campo indican que la chía se desarrolla bien en suelos con amplia variedad de nutrientes, sin embargo un bajo contenido de nitrógeno constituye una barrera significativa para obtener buenos rendimientos de semilla. Las recomendaciones de fertilización para chía se basan en estudios realizados en otros países, por lo que es necesario generar información local.

Por otra parte la deficiencia de fósforo produce plantas de color verde oscuro sin brillo. La deficiencia intensa detiene el crecimiento de ápice, dando una coloración pardo rojiza por acumulación de antocianina, pigmentos que se expresan cuando la planta altera su crecimiento, en particular la deficiencia de fósforo en la chía produce fructificación pobre y espigas de tamaño pequeño (Epstein y Bloom, 2005).

En cuanto al K contribuye a la formación de enzimas, aminoácidos y proteínas puede afectar la tasa de transpiración mediante el cierre y apertura estomática jugando un papel importante en la absorción de agua; además ayuda a resistir los ataques de patógenos. Este elemento controla hasta cierto punto el vigor y rigidez de la planta (Epstein y Bloom, 2005).

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 (Epstein y Bloom, 2005).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del Experimento**

El presente trabajo se llevó a cabo el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, unidad Saltillo; en la ex-hacienda de Buenavista, Municipio de Saltillo, a 7 km, al sur de la ciudad de Saltillo, sobre la carretera 54 a Zacatecas.

#### **Superficie:**

Esta unidad experimental cuenta con aproximadamente 32 ha de tierras agrícolas de riego, y tiene además terrenos de temporal y cerril donde se siembran cultivos de verano e invierno.

#### **Localización:**

Se localiza entre las coordenadas geográficas 25° 22" de Latitud Norte y 101° 02" Longitud Oeste y a una altitud de 1742 msnm.

#### **Clima:**

Muy seco, semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano. La precipitación total anual media 350-400 mm; régimen de lluvias: la temporada lluviosa es de junio a octubre. El mes con lluvias más abundante es julio, y marzo es el mes más seco con una precipitación invernal superior al 10% del total anual.

#### **Temperatura:**

La temperatura media anual de 19.8 °C. Las heladas comienzan en noviembre, no son muy severas en noviembre y diciembre, son más intensas en enero (hasta - 10°C). Terminan en marzo, mes que no son muy intensas, ni se presentan frecuentemente, en algunas ocasiones, pueden presentarse ligeras heladas en abril.

#### **Suelo:**

El suelo es de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio (Dirección de Investigación UAAAN, 2011).

### 3.2 Material Genético

El material genético utilizado en este experimento fueron: cinco colectas de semilla de chíá; cuatro de ellas provenientes del Estado de Puebla y una de Acatic, Jalisco; las colectas son las siguientes:

Tratamiento	Colecta
1	Colecta en San Miguel Xicoxingo, Puebla, México (Productor, Felipe García)
2	Colecta en San Miguel Xicoxingo, Puebla, México (Productor, Nicolás Cerezo)
3	Colecta en San Pedro Tecatepec, Puebla, México (Productor, Humberto Martínez)
4	Colecta en San Juan Cueso, Puebla, México (Productor, Aurelio Canales Tejeda)
5	Colecta en Acatic, Jalisco, México

### 3.3 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue Bloques Completos al Azar, con cinco tratamientos (colectas de chíá) y seis repeticiones. Las parcelas experimentales fueron cuatro surcos de 5m de largo a una distancia de 0.90m entre surcos, se utilizó una densidad de siembra de 6 kg/ha; La parcela útil fue de un metro de cada surco central.

El modelo estadístico para este diseño es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

$\mu$  media general

$\tau_i$  efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  efecto del j-ésimo bloque

$\epsilon_{ij}$  error experimental en la unidad j del tratamiento i

$\epsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma^2)$ .

### 3.4 Actividades del Cultivo

La siembra se realizó a chorrillo el 28 de abril de 2014. El primer riego se aplicó el 30 de abril para la emergencia de la planta, posteriormente el segundo riego de auxilio el 13 de mayo y el último riego de auxilio el 20 de mayo. A partir de esta fecha el experimento quedo bajo condiciones de temporal. Después de la emergencia se realizaron dos deshierbes, con la finalidad de mantener libre de maleza y competencias de plantas nocivas sobre las plántulas de chíá donde se encuentra el experimento.

Durante el desarrollo del experimento se observó la presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y chapulín (*Tettigonia viridíssima*) y se aplicó insecticida (Paratión metílico) para su control.

Es importante señalar que durante la conducción del experimento no se aplicó ningún tipo de herbicidas ni fertilizante químico, solo humus líquido de lombriz en forma foliar; 10 litros por hectárea en dos aplicaciones.

### 3.5 Variables Evaluadas

Las variables evaluadas fueron:

Días a Floración: Esta variable se tomó cuando el 50% de las plantas de la parcela iniciaban la floración.

Días a Madurez: Se tomó desde la siembra hasta que la semilla llegó a su madurez fisiológica.

Altura de Planta: Esta variable se tomó desde la base hasta el ápice de la la inflorescencia.

Número de Espigas por Planta: Se identificaron plantas individuales y se contó el número de espigas por planta.

Longitud de Espigas: Se midió la longitud de las espigas con una regla, no se tomaron en cuenta aquellas espigas menores de 1.5 cm.

Peso de 1000 semillas: Esta variable se tomó pesando 100 semillas en cinco repeticiones.

Rendimiento por hectárea: El rendimiento de semilla se determinó en 1m de la parcela útil y los datos se convirtieron a kg/ha por medio de una regla de tres simple.

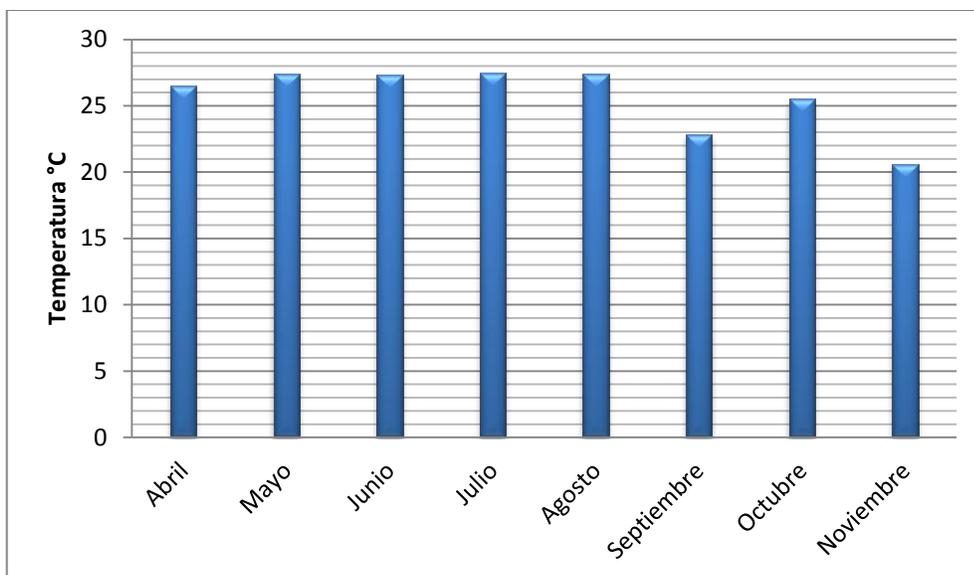
### 3.6 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa InfoStat; Software de aplicación general desarrollado bajo la plataforma de Windows. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficas para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado. En los casos en que el análisis de varianza detectó diferencias significativas, las medias se compararon con la prueba de Tukey ( $\alpha 0.05$ ).

En el Cuadro 9 y Figura 5, se observa el mes de noviembre con temperatura media como la más baja con 20.6°C y de abril a agosto, las temperaturas fueron muy similares, en septiembre se presentó una temperatura un poco menor con 22.8°C (27.4 - 27.5 ° C).

**Cuadro 9. Temperatura media del mes de abril–noviembre 2014. Saltillo, Coah.**

Mes	Temperatura °C
Abril	26.5
Mayo	27.4
Junio	27.3
Julio	27.5
Agosto	27.4
Septiembre	22.8
Octubre	25.5
Noviembre	20.6



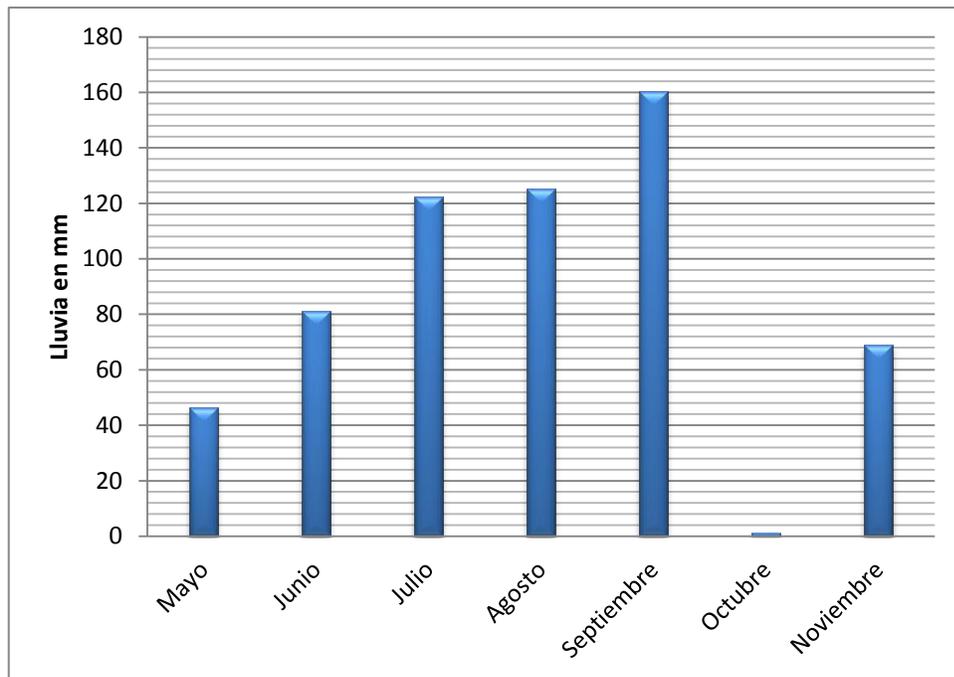
**Figura 5. Grafica de comportamiento de temperatura media del periodo abril – noviembre 2014.**

Fuente: Departamento de Agrometeorología, UAAAN, 2014

Las lluvias que se presentaron durante el periodo de desarrollo de la chíá, en el Cuadro 10, se muestra la distribución de lluvias del mes de abril a noviembre del 2014.

**Cuadro 10. Distribución de la lluvia (mm) mayo – noviembre 2014.**

Mes	Precipitación mm
Mayo	46.6
Junio	81.1
Julio	122.3
Agosto	125.5
Septiembre	160.6
Octubre	1.4
Noviembre	69
<b>TOTAL</b>	<b>606.5</b>



**Figura 6. Gráfica de la distribución de lluvia del periodo mayo – noviembre 2014.**

Fuente: Departamento de Agrometeorología, UAAAN, 2014

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado el experimento y la obtención de datos, se procedió a realizar análisis de varianza de los mismos para obtener el comportamiento de cada una de las variables de crecimiento y rendimiento de las cinco colectas de chíá.

En el Cuadro 11, se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza, de las variables consideradas en el experimento, se observa que existe diferencia significativa solo en la variable número de espigas por planta, en el resto de las variables como altura de planta, días a madurez, días a floración, largo de espigas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea, los análisis de varianza no detectaron diferencias significativas entre las colectas.

En relación a los coeficientes de variación, podemos señalar como bajos los coeficientes correspondientes a las características de: altura de planta (9.35%), en días a floración (1.75%), días a madurez (1.36%) y el peso de 1000 semillas (8.59%); lo que nos indica confiabilidad en estos resultados. Los coeficientes de variación más altos corresponden a las variables: número de espigas (31.76%) y rendimiento por hectárea (30.60%) considerándose todavía como aceptables.

En el Cuadro 12 se observan los promedios de las variables evaluadas en este estudio.

### **Altura de Planta**

En la altura de planta, las colectas presentan un comportamiento similar, el rango fue de 122.90 a 139.12cm para las colectas 1 y 5 respectivamente, con un rango entre el valor más bajo y alto de 16.22cm y un valor promedio de 134.08 cm.

### **Días a Floración**

Respecto a los promedios de días a floración hay una diferencia del tratamiento 1 de 1.5 días respecto al tratamiento 5 estadísticamente iguales. Esto nos indica que los materiales de chíá indican la floración en un promedio de 157.57 días después de la siembra.

### **Días a Madurez**

Los días a madurez nos indican que presentan un comportamiento semejante, el tratamiento 1 con menor número de días en relación con el tratamiento 5 y 4 con la mínima diferencia de 1.5 días.

**Cuadro 11. Análisis de varianza de altura de planta, días a floración, días a madurez, número de espigas, longitud de espigas, peso de 1000 semillas y rendimiento por hectárea de cinco colectas de chí. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2014.**

		Cuadrados Medios						
Fuentes de variación	Grados de libertad	Altura de planta (cm)	Días a floración	Días a madurez	Número de espigas	Longitud de espigas (cm)	Peso de 1000 semillas (g)	Rendimiento de semilla (kg/ha)
<b>Bloques</b>	5	915.52 *	32.11 *	32.11 *	152.97 *	2.10 NS	0.01 NS	187074.88 *
<b>Tratamientos</b>	4	254.44 NS	2.88 NS	2.88 NS	133.13 *	2.39 NS	0.01 NS	22589.82 NS
<b>Error Exp.</b>	20	157.06	7.56	7.56	28.00	1.42	0.01	39123.46
<b>Total</b>	29							
<b>C.V.</b>		9.35%	1.75%	1.36%	31.76%	16.29%	8.59%	30.60%

**NS=** No significativo

**\*Significativo**

**\*\* Altamente significativo**

## **Número de Espigas por Planta**

En algunas especies el número de espigas es considerado el componente principal del rendimiento de semilla. En el Cuadro 12 se observan diferencias significativa entre los tratamientos el valor más alto (24.47 espigas/planta) lo obtuvo el tratamiento 5, que fue estadísticamente igual al tratamiento 1 con 17.4 espigas pero diferente estadísticamente a los tratamientos 2, 3 y 4 con valores de 12.47, 14.8 y 14.17 respectivamente, los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí. El rango entre el valor más alto y más bajo fue de 10.53 espigas por planta.

## **Longitud de Espigas**

Para la variable longitud de espigas, el tratamiento 1 obtuvo el valor más alto (8.05cm), mientras que el tratamiento 2 con 6.63 cm obtuvo el valor más bajo, con una diferencia de 1.42 cm. La longitud de espiga promedio obtenida en las cinco colectas fue de 7.31cm.

## **Peso de 1000 Semillas**

El peso de 1000 semillas es una característica importante al momento de seleccionar un material. En esta variable, la diferencia que existe entre un tratamiento a otro es mínimo y muy semejantes los valores obtenidos. El valor máximo lo obtuvo tratamiento 3 (1.12g), como mayor peso en relación al tratamiento 1 (1.03g) con el peso más bajo. El valor promedio en las cinco colectas fue de 1.07g

En este experimento se incluyó un material con origen de Acatlic Jalisco como testigo para las comparaciones en producción considerando este material como el más utilizado en siembras en México y que otros países como Argentina también lo utilizan en sus campos de producción.

Al no haber encontrado diferencias significativas entre colectas en la mayoría de las variables consideradas, existe la posibilidad de que por su sistema de polinización altamente autógeno, según lo mencionan Haque y Ghoshal, (1981) los materiales considerados en este experimento sean muy parecidos genotípicamente. Sin embargo en el rendimiento de semilla por hectárea se observan diferencias entre algunas colectas por ejemplo entre la colecta 3 con 715.37 kg/ha y la colecta 2 con 553.8 kg/ha dada la diferencia de 161.57 kg/ha, representa económicamente mayor ganancia en pesos de acuerdo al precio comercial de la chía.

La colecta de Acatlic Jalisco al demostrar mucha similitud por su producción en kg/ha con la colecta número 3, sigue siendo una buena alternativa para recomendar su explotación a nuevas áreas de producción, dirigidas un poco más hacia el norte del país respecto a la región de Acatlic, Jalisco.

Por la uniformidad que presentan en general las colectas podemos considerar que en la especie existe escasa variabilidad genética, coincidiendo en parte con Cahill (2004) quien señala que la chía ha sufrido una ligera pérdida de variabilidad genética durante su proceso de domesticación.

Dada la gran semejanza entre colectas observadas en el presente estudio y a la información de Hernández y Miranda (2008), donde mencionan que la chía presenta una reducida diversidad genética podemos revalorar esa diversidad actual como lo proponen dichos autores.

**Cuadro 12. Promedio de características agronómicas y rendimiento de cinco genotipos de chíá en Buenavista, Saltillo, Coahuila 2014**

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura de planta (cm)</b>	<b>Días a floración</b>	<b>Días a madurez</b>	<b>Número de espigas</b>		<b>Longitud de espigas (cm)</b>	<b>Peso de 1000 semillas (g)</b>	<b>Rendimiento por hectárea (kg/ha)</b>
<b>1</b>	122.90	156.67	201.67	17.4	AB	8.05	1.03	662.59
<b>2</b>	134.02	157.83	202.83	12.47	B	6.63	1.04	553.8
<b>3</b>	137.18	157.00	202.00	14.8	B	7.41	1.12	715.37
<b>4</b>	137.18	158.17	203.17	14.17	B	6.70	1.11	623.43
<b>5</b>	139.12	158.17	203.17	24.47	A	7.77	1.06	677.05
<b>Media</b>	134.08	157.57	202.57	16.66		7.31	1.07	646.45

<sup>1.</sup> *Columnas con letras diferentes son estadísticamente diferentes entre si Tukey (P>0.05)*

## 5. CONCLUSIONES

Con base en los objetivos planteados, y la metodología utilizada en este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

Los análisis de varianza muestran que no existe diferencia significativa entre las colectas consideradas en este estudio.

Solo en la característica número de espigas se encontró diferencia significativa, mostrándose con mayor número de espigas el tratamiento o colecta número 5 correspondiente a la colecta de Acatic, Jalisco y semejante a la colecta 1 de San Miguel Xicoxingo, Puebla.

La diferencia en rendimiento kg/ha entre las colectas 3 (Colecta en San Pedro Tecatepec, Puebla) y la colecta número 2 fue de 161.57 kg, que aunque no es estadísticamente significativa, es conveniente tomarse en cuenta para experimentos futuros.

Es notable el número de días a floración y madurez en la que se desarrollan las colectas incluidas en este estudio con una diferencia aproximada de 50 días respecto a las que se cultivan en Acatic, Jalisco y en el Estado de Puebla.

Se recomienda que en futuros experimentos con esta especie ampliar el número de colectas y localidades para su evaluación, dada la información existente sobre la escasa variabilidad genética que a grandes rasgos mencionan algunos de los autores considerados en ésta investigación.

## 6. LITERATURA CITADA

- Ahmed, M. T. and I. Scora R. (1994).** Leaf oil composition of *Salvia hispanica* L. from three geographical areas. *J. Essentials Oil Res.* 6:223-228.
- Ayerza, R. and 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. and 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. and Coates W. (2001).** The omega-3 enriched eggs: the influence of dietary linolenic fatty acid source combination on egg production and composition. *Can. J. Animal Sci.* 81:355-362.
- Ayerza, R. and Coates W. (2005).** Chía (*Salvia hispánica*) University of Arizona, pp. 67-70.
- Ayerza, R. and Coates W. (2006).** Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los Aztecas. Cuarta edición. Editorial del Nuevo Extremo. Buenos Aires, Argentina. pp. 45-47, 102-108.
- Barros, C. y Buenrostro M. (1997).** Chía, fuente maravillosa de sabor y salud. Grijalbo, México.
- Bushway, A., Belyea P. and Bushway R. (1981).** Chía seed as source of oil, polysaccharide, and protein. *J. Food Sci.* 46:1349- 1350.

- Cahill, J. P.** (2003). Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. *Econ. Bot.* 57:604-618.
- Cahill, J. P.** (2004). Genetic diversity among varieties of chia (*Salvia hispanica* L.). *Gen. Res. Crop Evol.* 51:773-781.
- Cahill, J. P.** (2005). Human selection and domestication of chia (*Salvia hispanica* L.). *J. Ethnobiol.* 25:155-174.
- Calderón, S.** (1941). Flora Salvadoreña. Lista Preliminar de Plantas de El Salvador. 2a ed. Imprenta Nacional, San Salvador, El Salvador, C. A. 442 p.
- Centurión, C.** (2012). El cultivo de chía, Recuperado de <http://www.abc.com.py/articulos/el-cultivo-de-chia-354585.html> [Consultado el 09 de agosto de 2016].
- ChiaCorp,** Acerca de Chía. (en línea) Recuperado de <http://www.chiacorp.com/index.php/2aboutchia#omega3> [Consulta el 20 de julio de 2015].
- Coates, W. and Ayerza R.** (1996). Production potencial of chia in northwestern Argentina. *Indust. Crops Prod.* 5:229-233.
- Crettaz, J.** (2006-2016). La chía, una semilla con historia y futuro. *La Nación*. Recuperado de [www.lanacion.com.ar/815349-la-chia-una-semilla-con-historia-y-futuro](http://www.lanacion.com.ar/815349-la-chia-una-semilla-con-historia-y-futuro) [Consultado el 1 de agosto de 2016].
- Dirección de Investigación UAAAN.** (2011). Campos Experimentales. Saltillo, Coahuila, México. Recuperado de: [http://www.uaaan.mx/investigacion/comeaa/Campos\\_Experimentales\\_2011.pdf](http://www.uaaan.mx/investigacion/comeaa/Campos_Experimentales_2011.pdf) [Consultado el 1 de agosto de 2016].

- Di sapio**, O. Bueno, M. Busilacchi, H. Quiroga. and M. Severin, C. (2012). Caracterización morfoanatómica de hoja, tallo, fruto y semilla de *Salvia hispánica* (*Lamiaceae*). Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas. Pp: 249-268.
- Donnell**, E.D. (1958). Inheritance of white flower color in common vetch, *Vicia sativa*. Agronomy Journal 50: 763-764.
- Durston**, J. (2002). El capital social campesino en la gestión del desarrollo rural. Diadas, equipos, puentes y escaleras. Santiago de Chile, CEPAL.
- El Universal**. (2013). SAGARPA propone cultivo de chíá en Puebla, Recuperado de <http://www.unionpuebla.mx/articulo/2013/12/29/economia/puebla/sagarpa-propone-cultivo-de-chia-en-puebla> [Consultado el 6 de julio de 2016].
- Epstein**, E. y J.A. Bloom, (2005). Mineral nutrition of plants: Pinciples and Perspectives. 2° Edition. Sinauer Ass. Press. USA. Pp: 35-38.
- FAO**. (1978). Las Grasas y aceites en la nutrición humana. Informe de Expertos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 90p.
- Fernald**, M. L. (1907) Diagnoses of new spermatophytes from Mexico. Proc. Amer. Acad. Arts 43:63.
- Fernández**, M. (2010-2016). Elbazarnatural, Semillas de chíá, Recuperado de <http://www.semillasdechia.com/> [Consultado el 4 de julio de 2016].
- Flores**, G. (2015). Suplementación de chíá (*Salvia hispánica* L.) en la alimentación de conejos (*Oryctolagus cuniculus*); del destete al

sacrificio, a los 70 días de edad. Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp: 6, 48.

**Fonnegra, R.** y Jiménez S. (1996). Plantas medicinales aprobadas en Colombia. 2 ed. Colombia. Universidad de Antioquia. pp: 72-74.

**Gillet, H.** (1981). Le chia, graine mucilagineuse mexicaine, fait son apparition en France. J. Agric. Trad. Bot. Appl. 28:183-187.

**Gómez, M., L. Gómez y R. Schwentesius** (2002). Dinámica del mercado internacional de productos orgánicos y las perspectivas para México. Movimiento Económico. Núm 120, México, pp. 54-68.

**Haque, M. S. and Ghoshal, K.K.** (1981) Floral biology and breeding system in the genus *Salvia* L. Proc. Indian Nat. Sci. Acad. B47:716-724.

**Harlan, J., R. Wet and J. Price** (1973). Comparative evolution of cereals. Evolution 27:311-325.

**Hernández, G. J. A. y Miranda C. S.** (2008). Caracterización morfológica de chía (*Salvia hispánica*). Revista Fitotecnia Mexicana, 31 (2): 109-110.

**Hurtado de Mendoza, J. M.** (1946) La relación de Chiepetlán, Guerrero (1777). Mem. Acad. Mex. Historia 5:239-256.

**Mueller, J., Lamas, H. y Rigalt F.** (2011). Contribución del Programa Nacional Fibras Animales del agregado de valor en origen. INTA.

**Iñurrategui, C.** (2013). Presentación realizada en “Primer Foro de la Chía Nicaragüense”, Consultor, ex director Banco de Alimentos de Tucumán.

- Juárez, A. M. y Morales A. M. A. (2002).** Casos clínicos de diarrea en granjas cunicolas en México. Memorias de II Ciclo Internacional de Conferencias en Cunicultura Empresarial. UACH. México.
- Lobo, R., M. Alcocer, F. Fuentes, W. Rodríguez; M. Morandini y M. Devani. (2011).** Desarrollo de cultivo de chía en Tucumán, República Argentina. EEAOC Avance Agroindustrial 32(4): 27-30.
- Mazzani, V. (1963).** Plantas oleaginosas. Salvat Editores. Barcelona Madrid. Pp. 17-20.
- Miranda, C. S. (1969).** Estudio sobre la herencia de tres caracteres de frijol. Agrociencia. pp: 115-122.
- Miranda, C. S. (1978)** Evolución de cultivares nativos de México. Ciencia y Desarrollo 3:130-131.
- Miranda, F. (1952).** La vegetación de Chiapas. I Parte. Ediciones del Gobierno del Estado. Sección autográfica. Departamento de Prensa y Turismo. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. pp:311-312.
- Miranda, F. (2012)** Guía técnica para el manejo de del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) En Nicaragua. (en línea) recuperado en: [http://cecoopsemein.com/manual\\_de\\_produccion\\_de\\_chia\\_salvia\\_hispanica.pdf](http://cecoopsemein.com/manual_de_produccion_de_chia_salvia_hispanica.pdf) [consultado el 28 de abril de 2015].
- Nieves, L. (2015).** La chía (*Salvia hispánica* L.) cultivo y alimento de los aztecas con nuevo potencial. Monografía de Licenciatura. Saltillo, Coahuila, México. p. 66.
- Norma, C. (2010).** Propiedades medicinales de la chía (*Salvia hispánica*), Tlahui Medic, Cuernavaca, Morelos, México. p. 45.

- Nomiux,** (2016). Conociendo plantas, Recuperado de <http://nomiuxnomiux.blogspot.mx/2015/05/clasificacion-taxonomica-especie-salvia.html> [Consultado el 25 de mayo de 2016].
- Olivos, B.** (2005). Estudio de las propiedades térmicas, funcionales y nutritivas de la fracción proteínica de la semilla de Chía (*Salvia hispánica*) Tesis de Licenciatura. UAEM, México D.F.
- Premium Mexican Chía Seed.** (2016). Chíatic. Acatic, Jalisco. Recuperado de <http://www.prolea.com.mx/chiahistoria.php?leng=ESP> [Consultado el 10 de junio de 2016].
- Pronamed** (2016). Productos naturales, Información de la chía, Santiago de Chile, Recuperado de <http://www.pronamed.cl/chia.html> [Consultado 17 de mayo de 2016].
- Ramamoorthy, T. P.** (1985). Flora Fanerógama del Valle de México. Volumen II, México. pp. 298–310.
- Ramamoorthy, T. P. and Elliot, M.** (1998). Lamiaceae de México: diversidad, distribución, endemismo y evolución. In: Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución. T P Ramamoorthy, R Bye, A Lot, J Fa (eds). Primera ed. en español. Universidad Autónoma de México, México, D. F. pp: 501-526.
- Rojas, R. M. T.** (1983) La Agricultura Chinampera. Compilación Histórica UACH, Dirección de Difusión Cultural. Colección Cuadernos Universitarios, Agronomía # 7. Chapingo, México. pp:181-203.
- Rulfo, J. M.** (1937). La chía. Agricultura (México) 1:28-37.

- SIAP.** (2008). Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera. Producción agrícola (en línea) Recuperado en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>. [Consulta el 29 de abril de 2015].
- SIAP.** (2016). Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP), México. Recuperado de <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/> [Consultado el 17 de julio de 2016].
- Souza, S.R., Fernández, M.E.** (2008). Nitrogenio. In Sociedade Brasileira de Ciencia de Solo, Fernández, M.S. (ed.) Nutricao Mineral de Plantas. Vicosá, MG.BR. p. 216.
- Taga, M. S. Miller, E.E. and Pratt, D.E.** (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. J. Am. Oil Chem. Soc. 61:928- 931.
- Torres, S.J.** (1995). Estudio de factibilidad económica para la instalación de una granja productora de carne de conejo. Tesis de Licenciatura. UNAN. México. pp 30-40.
- Vera, G.** (2012). Capital social y empresa rural, una visión regional desde México: el caso de una empresa productora de chía orgánica. Nueva Antropología, 25 (77): 18-22.
- Weber, C. W. Gentry, y H. S., Kohlhepp, E. A. and McCrohan, P.R.** (1991) The nutritional and chemical evaluation of chia seeds. Ecol. Food Nutr. 26:119-125.

## **7. ANEXOS**

**Cuadro 13. Análisis de varianza para la altura de la planta (cm) de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F calculada</b>
<b>Bloques</b>	5	4577.60	915.52	5.83
<b>Tratamientos</b>	4	1017.75	254.44	1.62
<b>Error Exp</b>	20	3141.19	157.06	
<b>Total</b>	29	8736.54		

**C.V. = 9.35%**

**Cuadro 14. Análisis de varianza, días a floración de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F calculada</b>
<b>Bloques</b>	5	160.57	32.11	4.25
<b>Tratamientos</b>	4	11.53	2.88	0.38
<b>Error Exp</b>	20	151.27	7.56	
<b>Total</b>	29	323.37		

**C.V. = 1.75%**

**Cuadro 15. Análisis de varianza, días a madurez de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F calculada</b>
<b>Bloques</b>	5	160.57	32.11	4.25
<b>Tratamientos</b>	4	11.53	2.88	0.38
<b>Error Exp</b>	20	151.27	7.56	
<b>Total</b>	29	323.37		

**C.V. = 1.36%**

**Cuadro 16. Análisis de varianza, de longitud de espigas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F calculada</b>
<b>Bloques</b>	5	10.48	2.10	1.48
<b>Tratamientos</b>	4	9.57	2.39	1.69
<b>Error Exp</b>	20	28.38	1.42	
<b>Total</b>	29	48.43		

**C.V. = 16.29%**

**Cuadro 17. Análisis de varianza, del número de espigas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F calculada</b>
<b>Bloques</b>	5	764.86	152.97	5.46
<b>Tratamientos</b>	4	532.51	133.13	4.76
<b>Error Exp.</b>	20	559.92	28.00	
<b>Total</b>	29	1857.29		

**C.V. = 31.76%**

**Cuadro 18. Análisis de varianza, rendimiento por hectárea de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

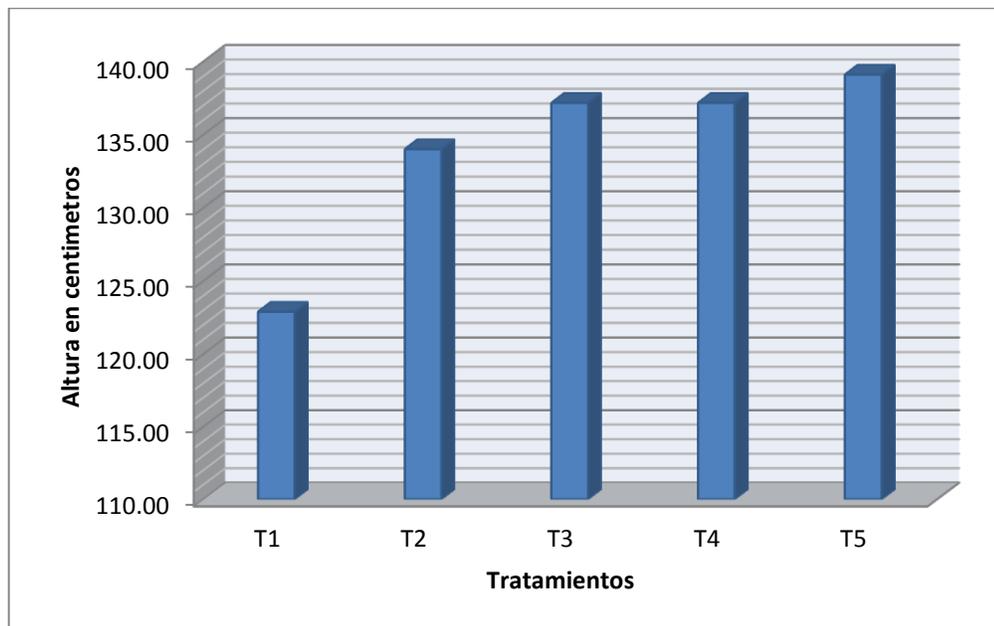
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F calculada</b>
<b>Bloques</b>	5	935374.42	187074.88	4.78
<b>Tratamientos</b>	4	90359.27	22589.82	0.58
<b>Error Exp.</b>	20	782469.22	39123.46	
<b>Total</b>	29	1808202.91		

**C.V.=30.60%**

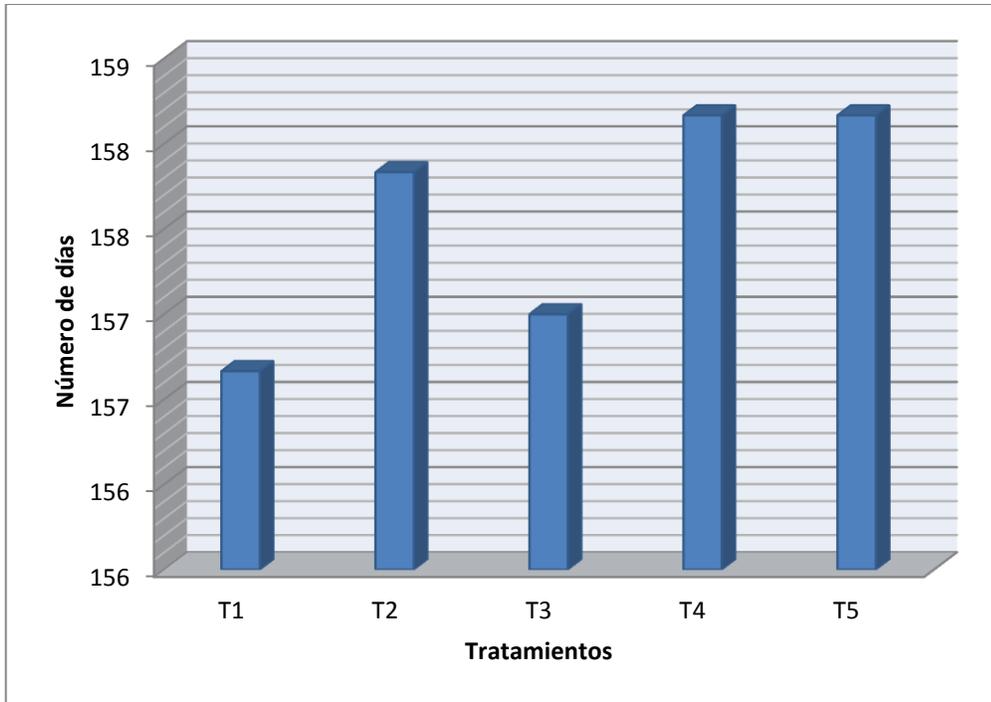
**Cuadro 19. Análisis de varianza, peso de 1000 semillas de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah. 2014.**

FV	GL	SC	CM	F calculada
<b>Bloques</b>	5	0.05	0.01	1.18
<b>Tratamientos</b>	4	0.04	0.01	1.09
<b>Error Exp.</b>	20	0.17	0.01	
<b>Total</b>	29	0.26		

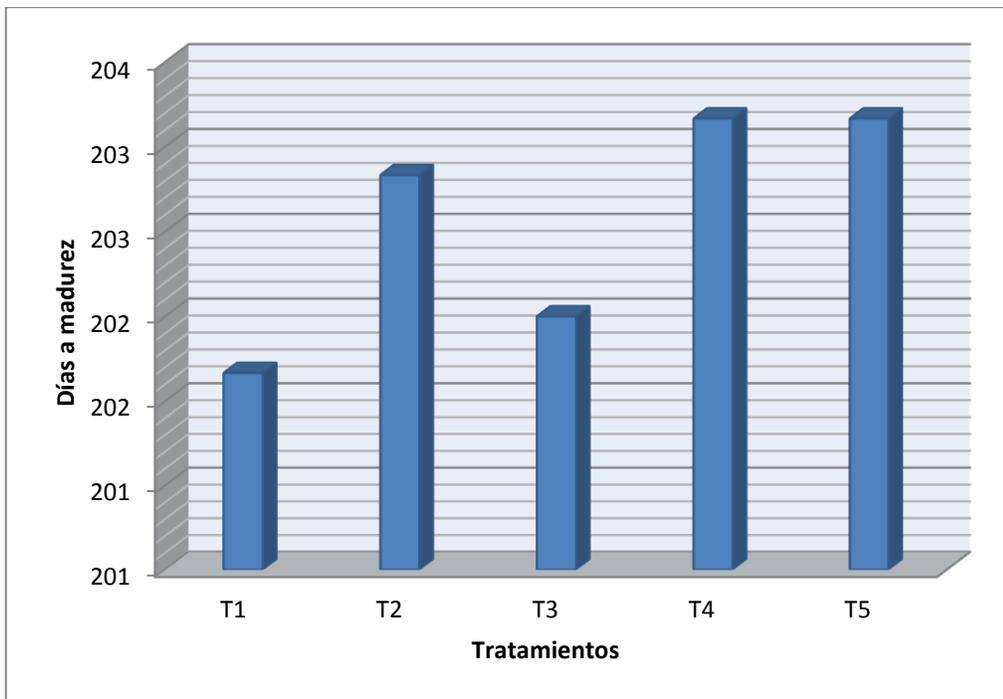
**C.V.=8.59%**



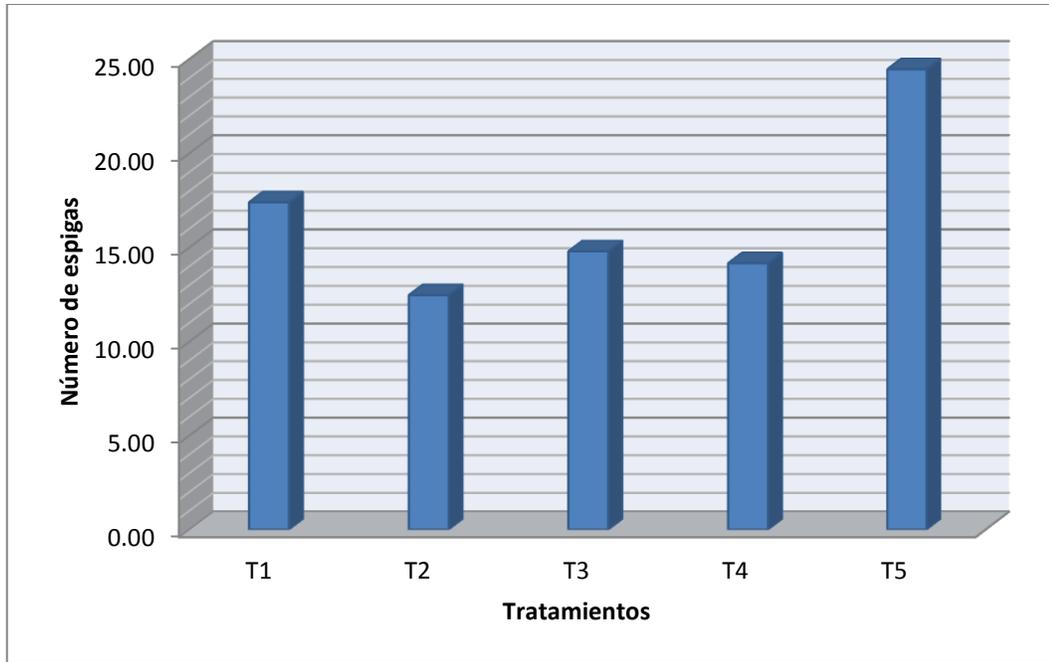
**Figura 7. Desarrollo de la planta de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.**



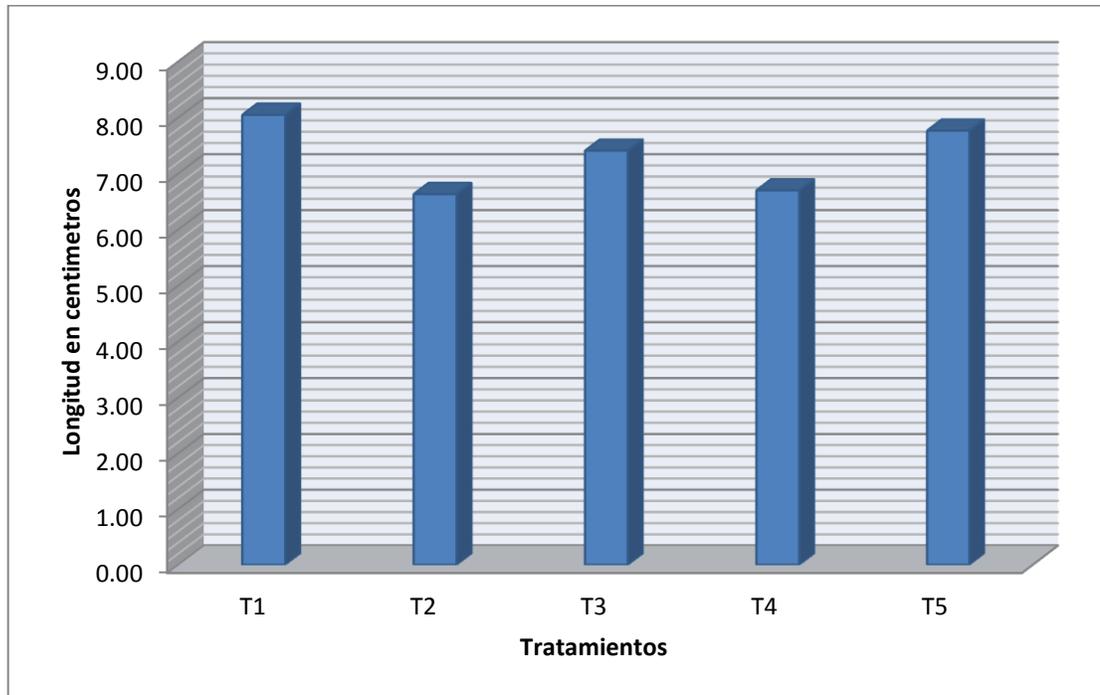
**Figura 8. Días a floración de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.**



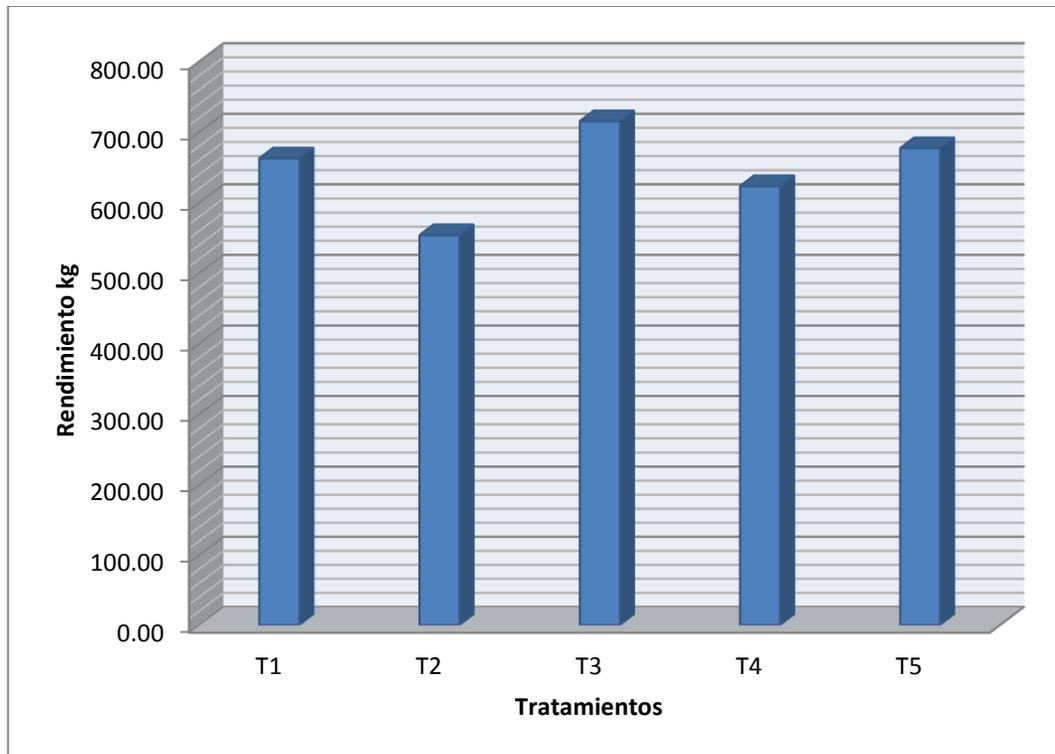
**Figura 9. Días a madurez de cinco colectas de chía, Saltillo, Coah.**



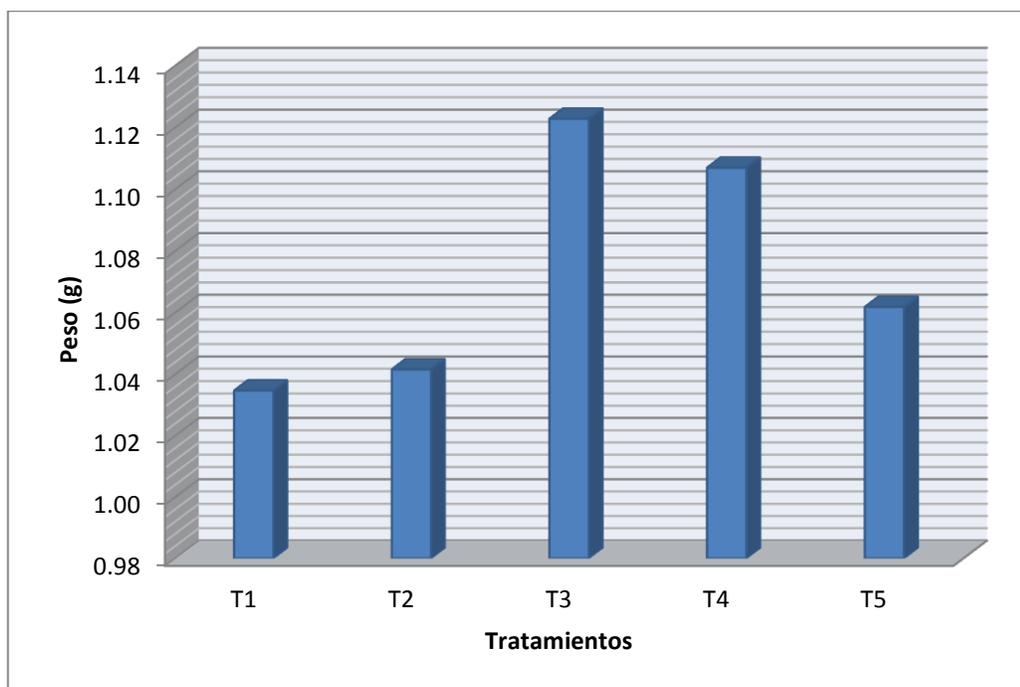
**Figura 10. Número de espigas por planta de cinco colectas de chíá, Saltillo, Coah.**



**Figura 11. Longitud de espigas de cinco colectas de chíá, Saltillo, Coah.**



**Figura 12. Rendimiento kg/ha de cinco colectas de chíá, Saltillo, Coah.**



**Figura 13. Peso de 1000 semillas (g) de cinco colectas de chíá, Saltillo, Coah.**