

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica* L.)
A LA APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE ORGABIOL EN
LA ZONA EN LA IRRIGACIÓN LA YARADA, REGIÓN TACNA

TESIS

Presentada por:

Bach. NOÉ PANIAGUA CAHUANA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Agronomía

TESIS

**COMPORTAMIENTO DEL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica* L.)
A LA APLICACIÓN DEL BIOESTIMULANTE ORGABIOL EN
LA ZONA EN LA IRRIGACIÓN LA YARADA, REGIÓN TACNA**

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 30 DE MARZO DEL 2016,
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE:



MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya

SECRETARIO:



Dr. Martín Eloy Casilla García

VOCAL:



Ing. Rodi David Alferez García

ASESOR:



MSc. Magno Santos Robles Tello

DEDICATORIA

A mis Padres Eulogio y Manuela, por guiar mis pasos y brindarme el apoyo para culminar mis estudios y la realización del presente trabajo de tesis.

A mis profesores, compañeros de la universidad y a todos quienes me prestaron su ayuda incondicional en la preparación de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la vida y permitirme cumplir con mis propósitos en esta vida.

Mi especial agradecimiento a mi asesor MSc. Magno Robles Tello, por su orientación a encaminar esta investigación.

A mis jurados; MSc. Arístides Choquehuanca Tintaya, Dr Martín Eloy Casilla García, Ing. Rodi David Alférez García, por sus recomendaciones.

A mis compañeros de estudio y amigos, por permitirme compartir experiencias y vivencias durante los cinco años de formación profesional.

Gracias a mis padres y hermanos por apoyarme incondicionalmente en la realización de mi investigación y estar a mi lado cuando más los necesite.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Formulación y sistematización del problema	5
1.2.1 Interrogante principal	5
1.2.2 Interrogantes secundarias.....	5

1.3 Delimitación de la investigación.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Limitaciones.....	8
CAPÍTULO II: OBJETIVOS E HIPÓTESIS	10
2.1 Objetivos.....	10
2.1.1 Objetivo general	10
2.1.2 Objetivos específicos	10
2.2 Hipótesis.....	10
2.2.1 Hipótesis general	10
2.2.2 Hipótesis específicas	11
2.3 Variables.....	11
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	13
3.1 Conceptos generales y definiciones	13
3.1.1 Ubicación sistemática y características botánicas	13
3.1.2 Suelo.....	18

3.1.3	Los requerimientos nutricionales.....	19
3.1.4	Requerimientos climáticos	20
3.1.5	Época de siembra	23
3.1.6	Cosecha	24
3.1.7	Aspectos nutricionales de la semilla de chía	25
3.1.8	Rendimientos	27
3.1.9	Principales plagas del cultivo de chía	27
3.1.10	Hongos.....	28
3.1.11	Bacterias	28
3.2	Enfoques teóricos – Técnicos.....	29
3.2.1	Fitorreguladores y sustancias orgánicas en los bioestimulantes	29
3.3	Marco referencial.....	32
3.3.1	Antecedentes	32
3.3.2	Precios	35

3.3.3	Mercados	35
3.3.4	Oportunidades.....	36
3.3.5	Uso comercial	37
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		40
4.1	Tipo de investigación.....	40
4.1.1	Características climáticas.....	41
4.1.2	Características del Suelo	42
4.1.3	Historia del campo experimental.....	42
4.1.4	Materiales.....	43
4.1.5	Tratamientos	43
4.1.6	Utilización.....	44
4.1.7	Composición Orgabiol.....	44
4.2	Diseño experimental.....	46
4.3	Características del campo experimental.....	46
4.4	Análisis de datos	47

4.5	Conducción del experimento	47
4.6	Instrumentos de medición.....	51
CAPÍTULO V: TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS.....		52
5.1	Resultados y discusión	52
5.1.1	Altura de planta (cm).....	52
5.1.2	Número de ramificaciones.....	55
5.1.3	Peso unitario de semilla (g).....	57
5.1.4	Peso de 1 000 semillas (kg)	60
5.1.5	Rendimiento (kg/ha).....	62
CONCLUSIONES		65
RECOMENDACIONES.....		656
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		667
ANEXOS.....		74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	12
Tabla 2. Temperaturas registradas en el campo experimental.....	41
Tabla 3. Análisis físico químico del suelo	42
Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta (cm)	52
Tabla 5. Prueba de significación de Duncan de altura planta (cm).....	54
Tabla 6. Análisis de varianza de número de ramificaciones	55
Tabla 7. Prueba de significación de Duncan de número de ramificaciones	57
Tabla 8. Análisis de varianza de peso unitario de semilla (g).	57
Tabla 9. Prueba de significación de Duncan peso unitario (g) de semillas	58
Tabla 10. Análisis de varianza de peso de 1 000 semillas (kg)	60

Tabla 11. Prueba de significación de Duncan peso de 1 000 semillas (kg).....	60
Tabla 12. Análisis de varianza de rendimiento (kg/ha)	62
Tabla 13. Prueba de significación de Duncan rendimiento (kg/ha)	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Altura de planta (cm).....	53
Figura 2. Número de ramificación	56
Figura 3. Peso de semilla unitario.....	59
Figura 4. Peso de 1 000 semillas (g)	61
Figura 5. Rendimiento (kg/ha) en relación a dosis de Orgabiol	63

RESUMEN

La presente investigación titulada “Comportamiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) a la aplicación del bioestimulante Orgabiol en la zona en la irrigación la Yarada, región Tacna”. se realizó durante el mes de noviembre del 2013 a febrero del 2014, con el objetivo de evaluar el comportamiento del cultivo de la chía (*Salvia hispánica* L.) a la aplicación del bioestimulante orgabiol, cuyos tratamientos fueron: $t_0:0,0$; $t_1:0,200$; $t_2:0,250$; $t_3:0,300$ y $t_4:0,350$ l/ha, para ello se utilizó el diseño experimental de bloques completos aleatorios con 4 repeticiones, para el análisis de datos se utilizó el análisis de varianza y la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01, las comparaciones de medias se realizó con la prueba de significación de Duncan con un nivel de significación de 0,05, los resultados determinaron que con el tratamiento $t_4: 0,350$ l/ha se logró el mayor rendimiento de grano de chía con 878,655 kg/ha.

Palabras clave: Bioestimulante, comportamiento, orgabiol.

ABSTRACT

This research titled "Behavior crop chia (*Salvia hispanica* L.) to the application of bioestimulante Orgabiol in the irrigation area in the Yarada, Tacna region". It was conducted during November 2013 to February 2014, with the objective of evaluating the behavior of the cultivation of chia (*Salvia hispanica* L.) to the application of orgabiol bioestimulante, whose treatments were: t_0 : 0,0; t_1 : 0,200; t_2 : 0,250; t_3 : 0,300 and t_4 : 0,350 l / ha, for which the experimental design of randomized complete block with 4 replications, for data analysis was used the analysis of variance and F test at a significance level of 0 was used, 05 and 0,01, comparisons of means was done with Duncan significance test with a significance level of 0,05, the results showed that treatment with t_4 : 0,350 l / ha the highest grain yield was achieved chia with 878,655 kg / ha.

Keywords: Biostimulant, behavior, orgabiol.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, la creciente expansión del cultivo de Chía (*Salvia hispánica* L.) en las diferentes regiones puede representar un aporte tendiente a la diversificación de la producción agrícola con el consecuente impacto socioeconómico en dicha región.

Su gran potencial está relacionado con la producción de un tipo de aceite a nivel de semillas, que posee el mayor porcentaje natural de ácido alfa linolénico (60 a 63% por gramo de semillas) en comparación a otras semillas vegetales y/o especies animales, este es esencialmente un tipo de ácido graso insaturado Omega 3. Estos ácidos son muy importantes para la nutrición humana y deben ser suplementados en la alimentación porque no son sintetizados en el organismo humano. Diversos estudios han demostrado que suplementos, a largo plazo, con Chía, han atenuado factores de riesgo cardiovascular mas allá de la terapia convencional y mantiene un buen control glucémico y de lípidos en personas con diabetes tipo 2 (Vuksan et al., 2007).

Tal vez los factores limitantes para una mayor difusión del consumo de la chía sean, por el momento, son el desconocimiento de sus virtudes y el apremiante factor económico. Dado que no se trata de una semilla

oleaginoso 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.

Las semillas de chía (*Salvia hispanica* L.) pertenecen a un grupo de plantas de la familia *Labiatae* que eran ampliamente usadas como ingrediente alimenticio y medicinal por los habitantes precolombinos de México y Guatemala. Su cultivo era únicamente superado por el maíz y frijol, lo cual denota la importancia que representaba (Cahill, 2003).

En base a lo anterior la presente investigación pretende evaluar el efecto de la aplicación foliar de bioestimulantes foliares a base de hormonas vegetales, extractos vegetales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El cultivo de chía (*Salvia hispánica L*) es considerado entre uno de los cultivos de suma importancia a nivel mundial, para la agricultura y sus diferentes derivados. En nuestra región no existe conocimiento acerca del cultivo de chía debido a que su producción se enfoca de una manera ancestral, motivo por el cual sus bondades gastronómicas no son aprovechadas. Esta especie particularmente no es de gran interés para el ámbito culinario, su fuente nutritivo, proteico y altos contenidos de omega 3, además tolerancia a la sequia, resistencia al ataque de plagas y enfermedades entre otros, siendo esto una pauta para motivar la siembra del cultivo de Chía en nuestra zona (Salazar, 2007).

Actualmente Corea sería el nuevo mercado de la chía para este año, sumándose a los mercados ya consolidados como Australia y Nueva Zelanda, con la expectativa de poder enviar más de 500 toneladas del producto hacia estos destinos. En tal sentido en el presente año se han

instalado 300 hectáreas de chía en los departamentos de Lambayeque (Chongoyape) y la Libertad (Chepén), sin desestimar el incremento de las hectáreas en Cuzco, Andahuaylas y Apurímac (MINAG, 2013).

El interés por los granos de chía crece en demanda a nivel mundial. La chía (*Salvia hispánica* L.) es un cultivo de origen americano, cuyas semillas son conocidas por sus propiedades benéficas para el organismo, ya que, entre otras bondades, la presencia de ácidos grasos Omega 3, antioxidantes y fibra dietética retardan el envejecimiento celular y previenen enfermedades cardiovasculares. (Salazar, 2007).

Uno de los problemas que tienen los productores del cultivo de la Chía es el bajo rendimiento que han obtenido en el cultivo, esto debido a los cambios que se están dando en los factores ambientales externos a la planta, como temperatura, luz y humedad, que han ido cambiando constantemente, debido al cambio climático que se está dando en el planeta tierra. Para que la planta de Chia tenga un buen desarrollo fisiológico y pueda asimilar los nutrientes que el agricultor le proporciona, esta tiene que estar en condiciones ambientales externas adecuados, si esto no ocurre, tiende a disminuir su desarrollo fisiológico, permitiéndole entrar en un estado de estrés, lo cual se ve reflejado en la calidad de la semilla y en el rendimiento del cultivo (Ramamoorthy, 1985).

En los últimos años en el mercado agrícola se han desarrollado productos llamados: bioestimulantes, los cuales se utilizan para aumentar la calidad en tamaño, color, forma e incrementar el rendimiento en los cultivos, activando el desarrollo de diferentes órganos (raíces, frutos, hojas, entre otros) y reducir los daños causados por el estrés (fitosanitarios, enfermedades, frío, calor, entre otros). El cultivo de Chía es un cultivo de agro exportación que en los últimos años se ha llevado productos a distintos países, esto implica que el agricultor busque tecnologías mejores y acordes a requerimientos de mercado de destino que generalmente buscan más ecológicos, en tal sentido en el presente trabajo se hizo uso de producto orgánico a base de bioestimulante (Ramamoorthy, 1985).

1.2 Formulación y sistematización del problema

1.2.1 Interrogante principal

¿Cómo será el comportamiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) a la aplicación del bioestimulante Orgabiol en la zona de la irrigación la Yarada, región Tacna?

1.2.2 Interrogantes secundarias

¿Cuál de la dosis de Orgabiol tendrá mayor efecto en el rendimiento del cultivo de chía en la zona en la irrigación la Yarada, región Tacna?

¿Cómo afectará el bioestimulante Orgabiol en el comportamiento agronómico del cultivo de Chia en la zona en la irrigación la Yarada, región Tacna?

1.3 Delimitación de la investigación

- **Espacio geográfico:** Se analizó en el espacio jurisdiccional de la zona de la Yarada.

El presente trabajo se ejecutó en el sector 5 – 6 de la zona de la Yarada, parcela 81-A, cuya ubicación geográfica es:

- **Ubicación geográfica:**

Latitud sur : 17° 30' 20"

Latitud oeste : 70° 40' 32"

Altitud : 142 m.s.n.m.

- **Sujetos de observación:** los sujetos de observación fueron plantas de de Chia.
- **Tiempo:** El período de análisis fue registrado a la fecha de recolección de datos que se realizó de noviembre del 2013 a febrero 2014. Las cifras, datos y percepciones medidas fueron

tomados en base a la información provista a esa fecha y referidos a ese momento.

1.4 Justificación

La búsqueda de nuevas fuentes de alimentos que además de proporcionar los nutrientes necesarios para el organismo tengan propiedades funcionales, es cada vez más importante. Dentro de esta tendencia de alimentos saludables, los frutos y las semillas ocupan un lugar clave.

El déficit de fuentes de Omega-3 en el país, ha obligado buscar especies vegetales con altos niveles de estos aceites, es por esto que la Chía (*Salvia hispanica* L.) se establece como una especie potencial dado su alto nivel de Omega-3 (60-63%) en sus semillas. Estudios avalan las riquezas nutricionales de las semillas de Chía, sin embargo, existe escasa información sobre el manejo agronómico del cultivo, así mismo, el control de malezas es un aspecto de interés por ser una especie de poca capacidad competitiva con las malezas y altamente sensible a herbicidas utilizados.

La composición química de la chía y su valor nutricional le confieren un gran potencial para la alimentación. Estas semillas ofrecen una nueva

oportunidad para mejorar la nutrición humana, siendo una fuente natural de ácidos grasos ω -3, antioxidantes, proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética (Coates y Ayerza, 1996).

La chía es un nuevo cultivo que tiene gran potencial para ser explotado y puede servir para reemplazar cultivos tradicionales no rentables en el país, que los hay y son muchos. Es ideal para enriquecer gran cantidad de productos como fórmulas para bebés, alimento para animales, barras nutritivas, entre otros.

En la actualidad la chía se está cultivando en países como Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Paraguay y Perú entre otros, encontrándose las mayores plantaciones en el norte argentino en las provincias de Catamarca, Salta y Tucumán y en Bolivia en la zona de Santa Cruz. Las semillas de chía contienen una cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante: miricetina, quercetina, kaemperol, y ácido cafeico. Estos compuestos son antioxidantes primarios y sinérgicos y contribuyen a la fuerte actividad antioxidante de la chía como fuente de Omega-3, elimina la necesidad de utilizar antioxidantes artificiales como las vitaminas.

1.5 Limitaciones

No se puede generalizar los resultados, para otros sectores productivos, debido a que hay diversos factores técnicos, sociales y económicos que lo impiden como son: disponibilidad de mano de obra, insumos, técnicos agrícolas, créditos agrícolas, demanda y costumbre del mercado. Otra limitación es la falta de información básica de los productores; ya que no existen estudios anteriores fundamentados estadísticamente, por parte de los proyectos de desarrollo en los distritos.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) a la aplicación del bioestimulante orgabiol en la irrigación la Yarada, región Tacna.

2.1.2 Objetivos específicos

Determinar la dosis apropiada de orgabiol que influye más en el rendimiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) en la irrigación la Yarada, región Tacna.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

Las dosis del bioestimulante Orgabiol influye positivamente en el rendimiento del cultivo de Chia (*Salvia hispánica* L) en la irrigación la Yarada, región Tacna.

2.2.2 Hipótesis específicas

Una de la dosis de orgabiol influye más en el rendimiento del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.) en la irrigación la Yarada, región Tacna.

El bioestimulante orgabiol tiene un efecto positivo sobre los parámetros agronómicos del cultivo de Chia (*Salvia hispánica* L.) en la irrigación la Yarada, región Tacna.

2.3 Variables

Variable dependiente (Y) Comportamiento agronómico

Variables independientes (X) Dosis de orgabiol

x_0 : 0

x_1 : 0,200l/ha

x_2 : 0,250 l/ha

x_3 : 0,300 l/ha

x_4 : 0,350 l/ha

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES
Variable independiente X	Tratamientos	0,200 l/ha
Dosis del bioestimulante		0,250 l/ha
Orgabiol l/ha		0,300 l/ha
		0,350 l/ha
Variable dependiente Y	<ul style="list-style-type: none">• Altura de plantas	(cm)
Comportamiento agronómico	<ul style="list-style-type: none">• Peso de promedio de semillas	(g)
	<ul style="list-style-type: none">• Peso de 1000 semillas x planta	(g)
	<ul style="list-style-type: none">• Rendimiento	t/ha

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 Conceptos generales y definiciones

3.1.1 Ubicación sistemática y características botánicas

a) Origen

Salvia hispanica L. es una especie originaria de Mesoamérica cuya mayor diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico, siendo nativa de las áreas montañosas del oeste y centro de México. *S. hispanica* L. es comúnmente conocida como chía, siendo esta palabra una adaptación española al término nahua chían o chien (plural), término que en náhuatl significa “semilla de la que se obtiene aceite” (Beltrán-Orozco & Romero, 2003).

Existen evidencias que demuestran que la semilla de chía fue utilizada como alimento hacia el año 3500 a.C., siendo cultivada en el Valle de México entre los años 2600 y 900 a.C. por las civilizaciones teotihuacanas y toltecas. Asimismo, fue uno de los

principales componentes de la dieta de los aztecas junto con la quinoa, el amaranto, el maíz y cierta variedad de porotos (Rodríguez, 1992).

Según la clasificación taxonómica propuesta por Linneo, la posición sistemática de la chía (*Salvia hispanica* L.) es la siguiente:

Reino: Vegetal o Plantae

División: Magnoliophyta o Angiospermae

Clase: Magnoliopsida o Dicotyledoneae

Orden: Lamiales

Familia: Lamiaceae

Subfamilia: Nepetoideae

Tribu: Mentheae

Género: *Salvia*

Especie: *hispanica* (Salazar- Vega, 2007).

La descripción de la morfología floral de *S. hispanica* fue abordada por Las flores son hermafroditas, púrpuras o blancas, pedunculadas y se encuentran reunidas en grupos de seis o más, en verticilos sobre el raquis de la inflorescencia (Ramamoorthy, 1985).

Si bien no se conoce con precisión el mecanismo de polinización en *S. Hispánica*, algunos autores indican que es una especie alógama de polinización entomófila, lo cual se ve favorecido por el color de los pétalos, la morfología floral y la presencia de néctar en la base del ovario, así como por la existencia de mecanismos que promueven la fecundación cruzada tales como la protandria. (Salazar & Vega, 2007).

El tallo es ramificado, de sección cuadrangular con pubescencias cortas y blancas. Las hojas son opuestas, con los bordes acerrados, tienen un pecíolo de hasta 40 mm de largo, poca pubescencia blancuzca y muy corta, y miden de 80 – 100 mm de longitud y de 40 a 60 mm de anchura (FAO, 1997).

Las flores se producen en espigas terminales o axilares, en grupos protegidos por pequeñas brácteas con largas extremidades puntiagudas. El pedúnculo es corto, el cáliz persistente en forma de tubo, abultado, estriado, con bello blanco, y tres dientes agudos uno algo más largo que los otros dos, con un diámetro similar al de los otros dos juntos. La corola es tubular de color azul, con cuatro estambres, dos de los cuales son más grandes y estériles. El ovario es discoideo y el estigma bifido. 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

(transfieren polen de la antera de la flor de la planta al estigma de las flor de una planta genéticamente diferente) y entomófila (polinizada por insectos) (Coates & Ayerza, 2006).

Es una planta con flores bisexuadas purpúreas a blancas que crece en una forma de rama en el alto del tallo produciendo un capullo que produce de 20 a 30 flores por planta (Martínez, 1994). La semilla es oval, suave y brillante, de un color negro grisáceo con manchas irregularidades tirando a un color rojo oscuro, se presenta en grupos de cuatro y miden entre 1,5 a 2,0 mm (Coates, 1996).

El fruto, al igual que otras especies de la familia Lamiaceae, es típicamente un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar mericarpios parciales denominados núculas, comúnmente conocidos como “semillas”, los cuales son monospermicos, ovales, suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares marrones en su mayoría y algunos blancos (Ayerza et al 2005).

Las características morfológicas y fenológicas que diferencian a las variedades domesticadas de las silvestres de *S. hispanica* son: cálices cerrados semillas de mayor tamaño, inflorescencias más compactas, flores más largas, presencia de dominancia apical y uniformidad en los

periodos de floración y maduración (Cahill, 2005). Como en la mayoría de las plantas cultivadas, en la chía ha existido una ligera pérdida de variabilidad genética en el proceso de domesticación. En la actualidad, los esfuerzos se han dirigido hacia la selección de plantas domesticadas, a partir de una porción pequeña del total de la diversidad genética (Cahill, 2004).

La chía es originaria de México. Es un cultivo precolombino, que ya los aztecas lo conocían: pagaban tributos con la producción de sus semillas y obtenían volúmenes de hasta 15 toneladas. A Paraguay, la semilla de esta planta llegó gracias a la Dra. Celsi Benavides, que pertenece a la ONG Sociedad de Estudios Rurales y Cultura Popular (SER). El primer cultivo de chía en el país se realizó con una cantidad mínima de 10 g de semilla, prácticamente a partir de referencias sobre la planta, mediante consultas con técnicos extranjeros y otras vía internet. Las semillas cosechadas de esta prueba se distribuyeron entre productores interesados. Este fue el inicio del cultivo, que se realizó en el departamento de Caaguazú con la organización SER y también en el de San Pedro; además de algunas empresas que se interesaron en el rubro para difundirlo entre los pequeños productores, como rubro alternativo en particular para el invierno, que es cuando existen menos alternativas de producción en las fincas campesinas (Ramamoorthy et al 1993).

3.1.2 Suelo

Crece bien en suelos franco-arenosos y también en aquellos de moderada fertilidad. Es tolerante a la acidez de los suelos. Por supuesto que crece mejor en aquellos de buena fertilidad. En cuanto al nivel de humedad, la chíá es también tolerante a la sequía, no necesitando de muchas lluvias 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 (Chiacaps, 2007).

La preparación del suelo se puede hacer en forma convencional con arada y rastreada; o bien con enfoque de labranza mínima para siembra directa, que es lo más recomendable, pues contribuye a la conservación del suelo. Si se aplica la siembra directa, se prepara la cobertura; se abren pequeños surcos y se depositan las semillas en forma superficial, pues las semillas tienen un tamaño de 2 a 3 milímetros. La siembra se hace "a chorrillo". En un metro lineal deben distribuirse de 20 a 25 semillas; y entre hileras, hay que dejar una distancia de 60 cm. Para una hectárea serían suficientes 2 kg de semillas. Pero como se está en una etapa de conocimiento y experimentación del rubro, hoy día, se emplean 3 kg de semillas (Cahill, 2005).

3.1.3 Los requerimientos nutricionales

Los siguientes: Materia Orgánica 70 %, pH 6.5 7.0, Nitrógeno 2,8 % a 3 %, Fósforo 2,3 a 2,5, Potasio 2,6 a 3, Calcio de 2,5 a 3 %, Magnesio 0,6 a 0,8 %, Azufre 0,42 a 0,6 % ,Boro 40 a 56 ppm, Zinc 250 a 280 ppm, Cobre 50 a 68 ppm, Manganeso 340 a 470 ppm (Ayerza & Coates, 1998).

La maduración se hace presente a los 120 días lo cual demuestra su color característico café en las espigas la semilla debe tener un porcentaje no menor al 80 % de germinación La profundidad de la siembra debe ser no mayor a 3 cm. La cantidad de semilla que se usa es de 8 kg/ha; La siembra en surcos es a chorro continuo separada a 60 cm entre surcos (Coates & Ayerza 2006).

Los mismo valores manifiestan que la siembra se la realiza con máquinas de chorro fino es decir chorro continuo en hilera, a distancia de 0.60 m a una profundidad de 3 cm. La planta de chia elabora un aceite el cual repele plagas y agentes causales de enfermedades, por lo que se supone que hasta el momento no se ha encontrado plagas, menos enfermedades (Coates & Ayerza 2006).

3.1.4 Requerimientos climáticos

- **Temperatura:** la chía requiere abundante sol, sin embargo no tolera temperaturas sobre 33°C ya que esto afecta la polinización por resequedad. No es tolerante a heladas y no crece ni fructifica en sombra. (Miranda, 2012).
- **Luz:** la planta de chía es sensible al fotoperiodo, la estación de crecimiento depende de la latitud en la cual se realice el cultivo.

La inducción, iniciación y el desarrollo de la floración en muchas especies esta sincronizada temporalmente durante el año por la duración de la noche, es decir la floración es fotoperiódica (Garner & Allard, 1920).

En el género *Salvia*, la respuesta a la duración del día es diversa y varía entre especies (Zanin & Erwin, 2006).

De acuerdo a Ayerza & Coates (2006), la fase reproductiva de *Salvia hispanica* L. responde al fotoperiodo y esta ocurre cuando el alargamiento de la noche sobrepasa un umbral determinado, por lo tanto, corresponde a una planta de día corto (PDC). El germoplasma de chía domesticada presenta un fotoperiodo de inducción floral de 12 horas aproximadamente, por lo que en el

hemisferio norte la chía comienza a florecer en el mes de octubre y en el hemisferio sur en abril.

En la actualidad se desconoce la existencia de germoplasma de chía silvestre o domesticado competente para florecer en condiciones de día largo. Sin embargo, poblaciones domesticadas de chía procedentes de Nicaragua, presentan una respuesta al fotoperiodo atípica, la inducción floral ocurre con un fotoperiodo de alrededor de 10,5 horas, pero carecen de uniformidad en la madurez (Cahill, 2005).

La oscuridad requerida por la chía debe ser consolidada, impulsos de luz artificial a mitad de la noche, en condiciones de fotoperiodo de día corto, determina que la floración de la planta no pueda comenzar. Plantas con respuesta al largo del día pueden también subdividirse en cualitativa, cuando la presencia del estímulo es vital para comenzar la fase reproductiva o cuantitativa, si la presencia del estímulo no es esencial para inducir la floración y solo determina la aceleración del proceso (Thomas & Vince-Prue, 1997).

Este aspecto en *Salvia hispanica* L. todavía no es investigado. Con el material vegetal existente, la dispersión del cultivo para

producción de semillas está restringido a los paralelos 22°55´ norte y 25°05´ sur, en países como: Argentina, Bolivia, Colombia, México y Perú (Hildebrand et al., 2013).

En latitudes mayores como 39°11´ sur y 32°14´ norte aproximadamente, la probabilidad de llevar a término el cultivo es escasa, debido a que el cultivo muere por las heladas antes de florecer (Ayerza & Coates, 2006).

Por tal motivo, se han realizado esfuerzos por obtener chíá con un fotoperiodo mayor a 12 horas, sin embargo los estudios han fracasado (Cahill, citado por Jamboonsri et al., 2012).

En la búsqueda de material genético que pueda ser producido fuera de las latitudes antes mencionadas, debido al interés comercial que ha generado la chíá a nivel mundial, Hildebrand et al., (2013), crearon un mutante de chíá genéticamente modificada, el cual se caracteriza por tener una floración temprana, es decir, comienza su fase reproductiva en áreas donde el fotoperiodo es de al menos 12 horas, en algunos casos, las plantas alcanzaron dicha etapa con al menos 13, 14 o 15 horas.

- **Precipitaciones:** el cultivo de chía debe establecerse en zonas que al menos presenten una lluvia por semana o un promedio de 800 a 900 mm por año.
- **Viento:** se recomienda colocar en sectores con vientos menores a 20 km/hr. Debido a que la planta se tiende. (Miranda, 2012).

3.1.4.1 Fotosíntesis y Transpiración

En chía el proceso de fijación y asimilación de CO₂ atmosférico y la formación de este en compuestos orgánicos ocurre a través de una cadena de reacciones químicas llamadas ciclo de Calvin-Benson, las especies vegetales en donde ocurre este proceso se denominan plantas C-3, llamado así porque el fosfoglicerato, primer compuesto orgánico que incorpora el dióxido de carbono, tiene una estructura de tres carbonos. La enzima catalizadora de una parte del ciclo de Calvin-Benson es la ribulosa 1,5 bifosfato carboxilasa/oxidasa, abreviada RuBisCO, los genes que codifican esta proteína han sido secuenciados parcialmente en *Salvia hispanica* L. (Kharazian, 2013).

3.1.5 Época de siembra

Si la siembra se adelanta a los meses de diciembre y enero, el crecimiento de las plantas puede llegar de 1,7 a 2,0 m de altura de planta.

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 planta varía entre 1,00 m a 1,70 m. (Solís, 2006).

Cuando la planta crece, también puede ser atacada por langostas. No se observaron ataques de enfermedades fungosas o virósicas. (Solís, 2006).

Con referencia a cuidados culturales, el cultivo necesita del control de malezas mediante dos o tres carpidas según el estado de enmalezamiento del suelo. 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 agrodefensivos, dado que no cuenta aún con el ataque de plagas y enfermedades, por lo que se obtiene un producto inocuo. (Solís, 2006).

3.1.6 Cosecha

El corte de plantas 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. Conviene

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. (Cahill, 2004).

3.1.7 Aspectos nutricionales de la semilla de chía

La semilla de chía es una buena fuente de vitaminas investigaciones recientes muestran que el bajo nivel de vitamina B en la sangre está asociado a un aumento en el riesgo de sufrir una enfermedad cardiocoronaria fatal y apoplejía (American Heart Association, 1999). La comparación del contenido de vitaminas de la chía con respecto a la de otros cultivos tradicionales muestra que el nivel de niacina 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 y riboflavina son similares a las del arroz y el maíz, aunque menores que las de soja y de cártamo (Ayerza et al 2005).

Además de su excelente contenido en Omega-3, la chía tiene también otros componentes muy interesantes para la nutrición humana: antioxidantes, fibra, proteínas, vitaminas B1, B2, B3, y minerales tales como fósforo, calcio, potasio, magnesio, hierro, zinc y cobre. La semilla de chía es considerada suplemento dietético por la FDA (Food and Drug Administration, USA). Además, completa los exigentes cánones de

contenido de nutrientes alimenticios establecidas por esta organización para ser un alimento saludable. (Ayerza et al 2005).

La semilla de chía es una buena fuente de vitamina B. Recientes descubrimientos muestran que los niveles bajos de vitamina B en la sangre están ligados a un riesgo creciente de sufrir una enfermedad cardiocoronaria fatal y apoplejía. La comparación del contenido de vitaminas de la chía con otros cultivos tradicionales muestra que tienes más niacina que el maíz, la soja, el arroz y el cártamo, pero menos vitamina A que el maíz. El contenido de tiamina y riboflavina es similar al del arroz y el maíz, pero menor que el de la soja y el cártamo. (Beltrán, 2006).

La cosecha se la realiza con máquina estacionaria, con máquina cosechadora combinada con cabezal de molinete. Una vez obtenido el grano es aconsejable realizar ventilaciones con aire caliente no mayor a 40 °C ya que de ser superior puede sufrir daños la proteína que contiene se recomienda guardar el grano en lugares secos a una humedad relativa no mayor del 60 % (Cahill, 2003).

Las semillas de chia contienen una gran cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante: miricetina, quercetina, kaemperol, y ácido cafeico. Estos compuestos son antioxidantes primarios y sinérgicos que

contribuyen a la fuerte actividad antioxidantes de la chia. Como fuente de omega 3, elimina la actividad de utilizar antioxidante artificial como vitaminas que anulan los efectos protectores de las drogas cardiovascular (Brown, 2001).

La planta de chia superior a otras fuentes vegetales y marinas de Omega3, contiene más proteínas, lípidos, energía y fibra que el arroz, la cebada, la avena, el trigo o maíz, con menos carbohidratos. Es una excelente fuente de calcio, fósforo, magnesio, potasio, hierro, zinc y cobre. Las civilizaciones precolombinas usaban la semilla de chía como materia prima para elaborar medicinas, compuestos nutricionales y como fuente energética para lograr mayor resistencia física (Coates, 1996)

3.1.8 Rendimientos

El rendimiento promedio de esta especie en plantaciones comerciales es de alrededor de 500-600 kg/ha, aunque se han logrado obtener hasta 1260 kg/ha (Coates & Ayerza, 1998).

3.1.9 Principales plagas del cultivo de chía

Según Ayerza (2012) tallos y hojas repelen a los insectos, siendo utilizados en productos como repelentes.

Sin embargo, Miranda (2012) asegura que en Nicaragua se ha observado que la chíá 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 chíá son gallina ciega (*Phyllophaga* sp), zompopo (*Atta cephalotes*), gusano peludo (*Estigmene acrea*), gusanos cortadores, langostas (complejo *Spodoptera* sp).

3.1.10 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).

3.1.11 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).

3.2 Enfoques teóricos – Técnicos

3.2.1 Fitorreguladores y sustancias orgánicas en los bioestimulantes

3.2.1.1 Fitorreguladores

Los fitorreguladores en pequeñas cantidades inhiben, promueven o modifican algunos procesos fisiológicos y fitohormonas de los compuestos producidos por las propias plantas generalmente en un punto distinto al que actúa (Bietti, & Orlando, 2003).

Los fitorreguladores auxínicos, los fitorreguladores giberélicos que regulan el tamaño y el rendimiento, los citocínicos que influyen en la estimulación de la germinación, el crecimiento de algunos frutos y el retardo de la secuencia de diferentes órganos; por otro lado las citoquininas también interactúan con las auxinas y giberelinas para regular el crecimiento y diferenciación de las plantas (Bietti & Orlando, 2003).

- **Auxinas**

La principal auxina es el ácido indol acético (AIA) y se sintetiza a partir del triptófano, se sintetiza básicamente en los meristemos y en tejidos jóvenes, es transportado especialmente como AIA – inositol su movimiento es basipetalo a través del floema conjuntamente con los productos fotosintetizados. En los lugares de acción se deslinda del inositol y en forma libre se adhiere a la proteína de membrana receptora para iniciar su acción cuando se sintetiza en el ápice radicular, tiene un movimiento acropetalo (Bietti & Orlando, 2003).

- **Giberelinas**

Se sintetizan básicamente, en las hojas jóvenes y en las semillas. El nivel de giberelinas aumenta conforme se desarrolla el embrión y luego se estaciona cuando madura la semilla. Las giberelinas son muchas, apareciendo en las plantas superiores unas 40, sin embargo, todas ellas tienen la misma estructura anillada básica derivada de las vías de síntesis de los isoprenoides. (Weaver, 1980)

- **Citoquininas**

Este grupo de hormonas tiene evidencias de que se forman en las raíces y se transportan a las hojas y tallos, a pesar de que no se mueven en la planta con tanta facilidad como las giberelinas y auxinas. La hormona parece transportarse por el xilema; hay cierta evidencia que las citoquininas se mueven, a hacia la fuente de auxina; sin embargo que debe notarse que muchos experimentos han demostrado que cuando las citoquininas se aplica a una hoja o a un tejido no se mueve sino que permanece donde se aplicó. (Weaver, 1980)

3.2.1.2 Sustancias orgánicas

El proceso de fermentación anaeróbica de la materia orgánica, que se realiza por medio de microorganismos, la materia prima utilizada es transformado en vitaminas, ácidos y minerales los cuales pueden ser absorbidos y utilizados por la planta, además de ser también una fuente de energía. A continuación se mencionan las sustancias que generalmente se encuentran en los biofertilizantes: La tiamina – vitamina B1, piridoxina – vitamina B6, ácido nicotínico, ácido pantoténico, riboflavina – vitamina B2, cobalaminas - vitamina B12, ácido ascórbico, ácido fólico, pro – vitamina A, ergosterol – vitamina E, alfa – amilasa, anino

– acilaza, aminoácidos, ácidos orgánicos como carólico, cítrico, fúlvico, fumárico, láctico, etc (Weaver, 1980).

3.3 Marco referencial

3.3.1 Antecedentes

La Chía (*Salvia hispánica*) es una planta anual de verano que pertenece a la familia de las Labiatae. Nativa de las áreas montañosas que se extienden desde el oeste central de México hasta el norte de Guatemala (Beltrán, 2006).

La *Salvia hispánica* cuenta con varios nombres comunes: *Salvia Española*, *Artemisa Española*, *Chía Mexicana*, *Chía Negra* o simplemente *Chía*. Son características generales de la especie hispánica poseer una altura de un metro, de tallos cuadrangulares. Las hojas son ovaladas y dentadas alrededor de todo su borde, miden aproximadamente 10 cm. de largo, las flores van del color azul al morado. Crecen en suelos arcillosos o arenosos que estén bien drenados incluso en zonas áridas, no toleran las heladas ni crecen en la sombra. Esta planta requiere climas tropicales y subtropicales para crecer, es resistente a enfermedades, plagas y sequías (Salazar, 2007).

En la época precolombina, la Chía era uno de los alimentos básicos de las civilizaciones de América Central, antes que el amaranto y después del maíz y los porotos. Tenochtitlán, la capital del Imperio Azteca, recibía entre 5 000 y 15 000 toneladas por año como tributo de los pueblos conquistados. La semilla de Chía fue utilizada no sólo como alimento, sino también como ofrendas a los dioses aztecas (Pallaro et al , 2004).

El uso de la Chía en las ceremonias religiosas paganas fue el motivo por el cual los conquistadores españoles trataron de eliminarla y reemplazarla con especies traídas del Viejo Mundo. El maíz y los porotos fueron una excepción, sobrevivieron a los 3 esfuerzos de los conquistadores y hoy son dos de los cultivos más importantes de la humanidad (Pallaro et al 2004).

La investigación científica y el desarrollo tecnológico han dado una excelente oportunidad de ofrecer al mundo un “nuevo antiguo” cultivo, la Chía, la cual posee un potencial nutricional significativo para la industria alimentaria (Pallaro et al 2004).

El análisis básico la semilla de Chia muestra que tiene en promedio 21,1% de proteínas, 32,2% de grasas, 27,7% de fibra y 4,8% de cenizas (Solís, 2006).

Esta composición refleja en sí misma un alto contenido de proteína y de grasas, superior en cantidad a muchos de los alimentos de origen agrícola que mayormente consumimos en la actualidad; pero además tales estudios señalan que la Chía es una fuente completa de proteínas puesto que presenta un perfil notable al tener casi todos los aminoácidos esenciales (Solís, 2006). Con respecto a las grasas esta semilla tiene el contenido natural conocido más elevado de ácido α -linolénico o ácido graso omega tres, que es aproximadamente de 58,7% (Salazar & Vega, 2007).

Además la semilla de Chía contiene una cantidad de compuestos con potente actividad antioxidante, entre los más importantes se encuentran el ácido clorogénico, el ácido cafeico, miricetina, quercetina y kaempferol (Ayerza, 2001).

La importancia de los compuestos antioxidantes radica en su protección frente a la oxidación lipídica que afecta tanto la calidad de los alimentos como la salud de los consumidores, con el posible deterioro de las características organolépticas, funcionales y nutricionales (Salazar Vega, 2007).

3.3.2 Precios

A nivel internacional se cotiza a 2000 US\$ la tonelada, dependiendo del tipo de producción, que puede ser mecanizado, manual o una combinación de ambos (INTA. 2014).

3.3.3 Mercados

El mercado más grande actualmente es el de Estados Unidos, el año pasado ingreso a Europa como nuevo alimento, se aprovechó la oportunidad de vender la Chía en Europa y se vendió mucho, Canadá, China, Malacia, Singapur y Filipinas son otros mercados muy interesantes (INTA. 2014).

El interés por los granos de chía crece en demanda a nivel mundial. La chía (*Salvia hispánica*) es un cultivo de origen americano, cuyas semillas son conocidas por sus propiedades benéficas para el organismo, ya que, entre otras bondades, la presencia de ácidos grasos Omega 3, antioxidantes y fibra dietética retardan el envejecimiento celular y previenen enfermedades cardiovasculares.

La superficie productiva destinada al cultivo de la chía en el mundo en 2013 se estima en 250.000 has, de las cuales casi el 50% son de la Argentina. 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. 2014).

Aunque prácticamente no existen estadísticas oficiales, la demanda actual estimada por algunos referentes se ubica en torno a las 30 a 40 mil toneladas anuales. De acuerdo a referentes de las principales firmas que operan en el comercio internacional de chía, esa demanda está en expansión. El aumento de precios registrado en los últimos años indica que por el momento, la oferta es insuficiente. Los principales productores de chía son México, Bolivia, Argentina, Paraguay, Australia, Nicaragua y Perú (ADEX, 2014).

3.3.4 Oportunidades

El futuro de la chía es muy grande. En EEUU, por ejemplo, la chía no es un suplemento, sino, es una comida. No es un simple nutriente, sino que es una comida y no hay límites en lo que la gente pueda consumir. Algunas personas consumen 1 taza por día y no hay problema, reemplazado a la semilla de Linaza, que tiene algunas limitaciones y representa para las personas algunos problemas. Este cultivo también se

ha extendido a América del Norte donde ha habido un renovado interés en el mismo por ser una excelente fuente de ácidos grasos omega 3 y de fibra dietaria para llevar una alimentación saludable. Los países que más producen en el mundo son Argentina, Paraguay, Bolivia, Australia y México. Hay otros países que también están produciendo en menor escala como son: Ecuador, Nicaragua y Guatemala (ADEX, 2014).

El principal mercado es Estados Unidos, pero Europa se está convirtiendo también en mercado importante, así como Canadá. También son mercados a considerar China, Malasia, Singapur y Filipinas. El futuro de la chía es muy grande. En Estados Unidos, es una comida. La Chía ha tendido a reemplazar a la semilla de Linaza. Con las políticas económicas del Gobierno del Presidente Daniel Ortega el futuro de la producción de la chía es muy prometedor (ADEX, 2014).

3.3.5 Uso comercial

Uso comercial En el periodo prehispánico los usos de *Salvia hispanica* L. fueron diversos, se utilizaban prácticamente todas las partes de la planta para otorgarle un uso medicinal, culinario, artístico y religioso (Cahill, 2003).

En la actualidad, la chía es utilizada como ingrediente de productos para alimentación humana. En países como Estados Unidos, Canadá,

Australia y Latinoamérica se utiliza la semilla de chía para confeccionar pan, cereales, galletas, barras de granola y bebidas (Kummer & Phillips, 2012), (Iglesias, 2013).

Debido a la gran cantidad de estudios que avalan las características nutricionales de la chía, la Autoridad Europea de seguridad alimentaria emitió un dictamen, sobre la inocuidad de las semillas enteras y trituradas, además autorizó el uso en productos de panaderías con un contenido máximo de 5% (EFSA, 2009).

A nivel nacional, la semilla de chía entera está ampliamente distribuida en supermercados, de forma empaquetada y a granel. También se comercializa como producto "nutaceuticals", formulada en cápsulas de aceite.

En la industria de la producción animal, la chía es usada como alimentación para gallinas ponedoras, con la finalidad de enriquecer el huevo con omega 3 (Ayerza & Coates, 2001).

Según Ayerza & Coates (2000), al agregar dosis de chía en la dieta de gallinas "white leghorn" y gallinas híbridas rojas, aumenta el nivel de omega 3, ácidos grasos poliinsaturados y decrece el nivel de colesterol en

los huevos tratados, en comparación con los huevos control. Después del éxito visto en la adición de chía en gallinas ponedoras.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación fue experimental al incluir procedimientos para obtener las diferencias entre los tratamientos por medio de la formación de grupos al azar y la manipulación de la variable de tratamiento (independiente).

El presente experimento se realizó en la parcela 81-A, ubicada en el sector 5-6 del distrito La Yarada los Palos, en la provincia y Región Tacna, ubicada geográficamente a 17° 30' 20" latitud sur, 70° 40' 32" latitud oeste a una altitud de 142m.s.n.m.

4.1.1 Características climáticas

Tabla 2. Temperaturas registradas en el campo experimental.

Meses	Promedios de temperaturas			humedad relativa %
	T° Media	T° Máxima	T° Mínima	
Diciembre	21,1	26,8	15,3	77,5
Enero	21,5	27,8	15,2	78,0
Febrero	23,1	29,3	16,9	76,5
Marzo	21,8	27,8	15,5	79,0
Abril	18,5	25,2	11,8	80,0

Fuente: Senamhi TACNA (2013-2014)

La tabla 2 muestra las temperaturas durante la etapa de la investigación, el cultivo de chía requiere abundante sol, sin embargo no tolera temperaturas sobre 33°C ya que afecta la polinización por resequedad (Miranda, 2012). No es tolerante a heladas y no crece ni fructifica en sombra, por lo tanto, las bajas temperaturas pueden afectar su crecimiento y desarrollo de las flores, los datos registrados de temperatura durante la etapa de la investigación están dentro de los rangos que requiere el cultivo, Coates y Ayerza (2006). La temperatura mínima es de 11.8 ° C y la máxima de 39.3 ° C.

4.1.2 Características del Suelo

Tabla 3. Análisis físico químico del suelo

ANÁLISIS FÍSICO	RESULTADOS
Arena	79 %
Limo	18 %
Arcilla	3 %
Clase textural	Franco arenoso
ANÁLISIS QUÍMICO	RESULTADOS
pH	7,73
C.E. ms/cm	7,12
Materia orgánica	0,05%
Fosforo	5,50 ppm
Potasio	545 ppm

Fuente: Laboratorio de instituto de investigación agraria INIA – Puno (2015)

La tabla 3 muestra el análisis físico químico del suelo el cual fue franco arenoso con un pH de 7,73 con un contenido de fósforo de 5,50 ppm considerado normal, con una conductividad eléctrica de 7,12 siendo un suelo salino; en contenido de materia orgánica fue de 0,05%. el contenido de potasio fue de 545 ppm.

4.1.3 Historia del campo experimental

El campo de la parcela experimental donde se instaló el cultivo tiene como antecedentes:

Campaña 2010: papa

Campaña 2011: maíz chalero

Campaña 2012: maíz chalero

4.1.4 Materiales

Los materiales que se usaron para llevar a cabo el experimento fue la variedad de chia negra, especie que pertenece a la familia de las Lamiaceae y el bioestimulante Orgabiol.

4.1.5 Tratamientos

Los tratamientos fueron seis dosis de orgabiol y son:

t₀: 0,0 l/ha

t₁: 0,200 l/ha

t₂: 0,250 l/ha

t₃: 0,300 l/ha

t₄: 0,350 l/ha

El orgabiol es un bioestimulante orgánico de última generación cuya función principal es la construcción hormonal a base de aminoácidos activados, los que actúan en los mecanismos de traducción del mensaje genético a nivel celular, optimizando todas las rutas metabólicas bloqueadas por efectos del estrés ambiental y del manejo del cultivo que interfieren en la formación natural de enzimas y hormonas, logrando activar al máximo el potencial genético de los cultivos para el incremento significativo de los niveles de productividad. Se recomienda aplicar en todas las etapas de desarrollo de los cultivos.

4.1.6 Utilización

- Favorece la creación de humus, mejorando la estructura del suelo, hace más sueltos los suelos arcillosos y compacta los arenosos.
- Aumenta la permeabilidad, la capacidad de retención de agua, y la capacidad de intercambio catiónico.
- Aporta microelementos y contribuye a desbloquear los elementos minerales presentes en el suelo, poniéndolos a disposición de la planta, evitando así la pérdida de nutrientes.

4.1.7 Composición Orgabiol

Materia orgánica total.....	40,0-50,0% p/p
Nitrógeno total (N).....	2,0% p/p
Nitrógeno orgánico.....	1,8% p/p
Pentóxido de fósforo (P ₂ O ₅) total.....	4,0% p/p
Óxido de potasio (K ₂ O) total.....	4,0% p/p
Carbono (C) orgánico.....	21,0-25,0% p/p
Calcio (Ca).....	11,0% p/p
Relacion C/N.....	6-7
Extracto húmico total.....	10-16,0% p/p
Humedad máxima.....	14 %

pH: 7-8

Dosis: 250-500 ml/cilindro 200 l.

4.3. Variables de Respuesta

a. Altura de planta (cm)

Para medir la altura de planta se tomó como referencia la parte basal de la planta y el ápice de la hoja terminal. Este dato se determinó en 10 plantas tomadas al azar del área útil de cada parcela.

b. Número de ramificaciones (Unidades)

Este dato se obtuvo tomando 10 plantas al azar de cada uno de los tratamientos en forma aleatoria.

c. Peso promedio de semilla por planta (g)

Se tomaron muestras aleatorias de 10 plantas de cada tratamiento, de todas las unidades experimentales.

d. Peso de 1000 semillas (g)

De los granos cosechados en cada parcela se seleccionaron 1000 granos sanos y completamente desarrollados. Estas se pesaron y expresaron en gramos.

e. Rendimiento total (kg/ha)

El rendimiento total del grano obtenido se determinó relacionando el rendimiento por área útil proyectado a hectárea. Se expresó en Kg. /ha.

4.2 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques completos aleatorios con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

4.3 Características del campo experimental

a. Área total

Largo de campo experimental : 36 m

Ancho de campo experimental : 16 m

Área del campo experimental : 576 m²

b. Área de bloques

Largo : 36 m

Ancho : 4 m

Área total : 144 m²

b. Área de la unidad experimental

Largo de unidad experimental : 7,2 m

Ancho de unidad experimental : 4 m

Área de la unidad experimental : 28,8 m²

Distancia entre líneas : 2 m

Distancia entre plantas : 0,30 m

Número de tratamientos : 5 u

4.4 Análisis de datos

Los resultados se analizaron mediante la técnica del análisis de varianza utilizando la prueba de F a un nivel de significación de 0,05 y 0,01 para la comparación múltiple de medias se utilizó la prueba de significación de Duncan. Para establecer la relación entre las variables se empleó el análisis de regresión simple.

4.5 Conducción del experimento

a) Preparación de terreno

Primeramente se removió el suelo a una profundidad 0,35 m. aproximadamente, con el fin de conseguir una buena porosidad del suelo, realizando una aplicación de estiércol de gallina (gallinaza) a razón 10 t/ha, posteriormente se realizara un riego constante por una semana para acelerar la descomposición de la materia orgánica antes de la siembra.

b) Siembra

Después de la preparación del terreno y la demarcación del área experimental se procedió a la distribución del material a evaluar. La semilla previa a la siembra se trató con Rhizolex – T a una dosis de 0,5 a 1 kg/15 kg de semilla. La siembra se realizó en forma directa a razón de 2, a 4 semillas por golpe según la distribución de cada uno de los tratamientos, el distanciamiento entre plantas de 20 cm y a 1 m entre líneas.

c) Riego:

Los riegos se realizaron por el sistema de goteo y fue en forma periódica de acuerdo a las necesidades de la planta para su desarrollo, siendo los primeros días los más importantes para la germinación, luego la frecuencia de riego se fue determinando

mediante el análisis visual de la superficie y la humedad en profundidad, esto se llevó a cabo gracias a muestras tomadas con lampa a una profundidad de aproximadamente 20 cm en distintas partes del sitio experimental.

d) Aplicación del bioestimulante orgabiol

Las aplicaciones que se efectuaron mediante aspersiones foliares, durante el desarrollo de cultivo de Chia y fueron las siguientes:

1. Aplicación 30 días después de la siembra cuando haya alcanzado los 10-15 cm de altura. (21 Noviembre 2013).
2. Aplicación después de 7 ó 15 días de la primera aplicación (4 noviembre 2013).
3. Aplicación antes de la floración (18 enero 2014).
4. Aplicación durante el llenado de granos (28 enero 2014).
5. Aplicación durante el cuajado y crecimiento de granos. (06 febrero 2014).

e) Fertilización

La dosis de fertilización se aplicó de acuerdo a la siguiente dosis de fertilización: 220 -138 - 228 kg/ha de NPK fue de N - 120, P₂O₅ - 100 y el K₂O 80.

f) Control de malezas

Los deshierbos se realizaron en forma manual removiendo el suelo, con el cual se le dió buenas condiciones de aireación y humedad para un mejor desarrollo de la planta. Estas labores se realizaron en forma constante cada 7 días totalizándose 6 deshierbos durante la ejecución del ensayo. Las principales malezas encontradas fueron las siguientes:

<i>Portulaca oleracea:</i>	<i>Verdolaga</i>
<i>Amaranthus hybridus:</i>	<i>Yuyo</i>
<i>Malva spp:</i>	<i>Malva</i>
<i>Taraxacum officinale:</i>	Diente de león

g) Control de plagas y enfermedades

Para la presencia de plagas y enfermedades, se aplicaron insecticidas y fungicidas específicos. Se presentaron las siguientes plagas y enfermedades:

- *Spodoptera spp* para su control se utilizó karathe a una Dosis ml por 100 L.
- *Cercospora sp*, para su control se utilizó el fungicidas de acción preventiva Mancozed, a una dosis de 2 kg/ha.

h) Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica en cada parcela experimental. Para esto se procedió al arranque de las plantas y luego a la limpieza de los granos.

4.6 Instrumentos de medición

Los instrumentos utilizados para recolectar fueron:

- Ficha de observación.
- Vernier digital.
- Cámara fotográfica.

CAPÍTULO V
TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultados y discusión

5.1.1 Altura de planta (cm)

Tabla 4. Análisis de varianza para altura de planta (cm)

F. V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	15,511	5,170	0,380	3,490	5,950	ns
Tratamientos	4	1297,250	324,313	23,846	3,260	4,410	**
Error	12	163,200	136,600				
Total	19	1475,961					

CV: 6,050%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3 del análisis de varianza para altura la planta, señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que los bloques fueron homogéneos. Para tratamientos hubo diferencias estadísticas altamente significativas, es decir, al menos uno de los tratamientos tuvo mayor promedio. El coeficiente de variabilidad fue de 6,050 % lo que indica que es confiable para el experimento en campo.

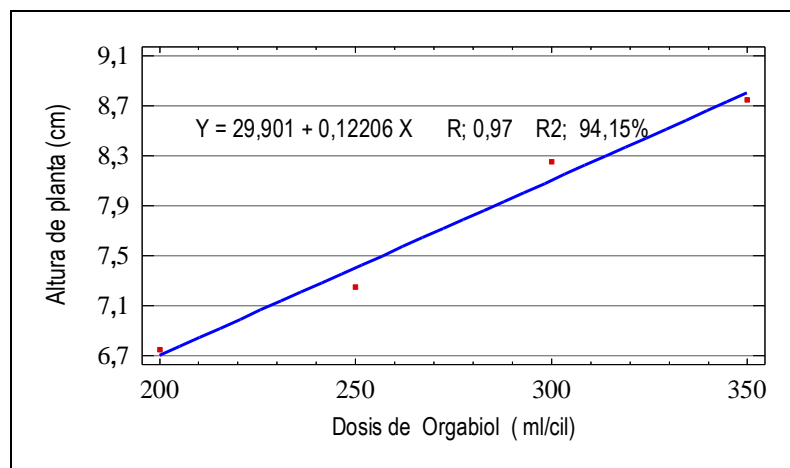


Figura 1. Altura de planta (cm).

Fuente: Elaboración propia

La figura 1 muestra que existe una fuerte correlación entre la dosis de Orgabiol y la altura de planta puesto que el coeficiente de correlación de Pearsón fue de 0,97. El coeficiente de determinación R^2 indica que el 94,15% de la altura de planta es atribuible a la dosis de Orgabiol, la ecuación de regresión señala que por cada unidad en ml de Orgabiol, la altura de planta se va incrementar en 0,122 cm.

Tabla 5. Prueba de significación de Duncan de altura planta (cm).

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	t ₄ : 0,350 l/ha	74,24	a
2	t ₃ : 0,300 l/ha	65,05	b
3	t ₂ : 0,250 l/ha	58,50	c
4	t ₁ : 0,200 l/ha	56,08	c d
5	t ₀ : Testigo	50,89	d

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 de la prueba de Duncan para determinar la altura de la planta señala que el tratamiento t₄: 0,350 l/ha logró el mayor promedio con 74,54 cm siendo superior estadísticamente; en el segundo lugar se ubicó el tratamiento t₃: 0,300 l/ha con 65,05 cm; en tercer lugar el t₂: 0,250 l/ha con 58,50 cm, y finalmente en el último lugar se ubicó el t₀: 0 con 50,89 cm, sin embargo, en su investigación Santa Ana (2013) determinó que la mayor altura promedio fue 69,5 cm y el menor valor se registró en los tratamientos con 63,25 cm estos promedios son similares a los tratamientos t₄: 0,350 l/ha y t₃: 0,300 l/ha obtenidos en la presente investigación

5.1.2 Número de ramificaciones

Tabla 6. Análisis de varianza de número de ramificaciones

F. V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,550	0,1833	0,423	3,490	5,950 ns
Tratamientos	4	30,000	7,500	17,307	3,260	4,410 **
Error	12	5,200	0,433			
Total	19	35,750				

CV: 9,080%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 5, del análisis de varianza del número de ramificaciones, señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que los bloques fueron homogéneos. Entre tratamientos hubo diferencias estadísticas altamente significativas, es decir, al menos uno de los tratamientos fue diferente en el número de ramificaciones, con un coeficiente de variabilidad de 9,080 % en campo.

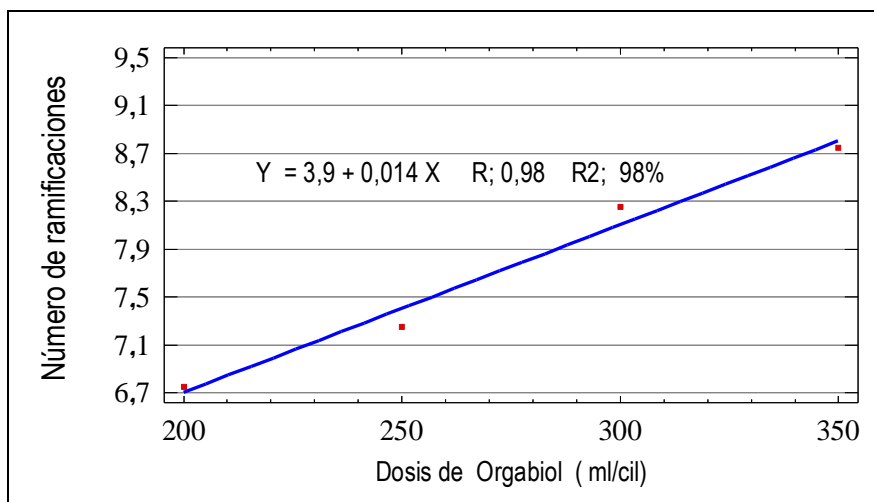


Figura 2. Número de ramificación

Fuente: Elaboración propia

La figura 2, muestra que existe una correlación fuerte entre la dosis de Orgabiol y la altura de la planta puesto que el coeficiente de correlación de Pearsón fue de 0,98. El coeficiente de determinación indica que el 98,00% del número de ramificaciones es atribuible a la dosis de Orgabiol, la ecuación de regresión señala que por cada unidad en ml de Orgabiol el número de ramificaciones se va incrementar en 0,01.

Tabla 7. Prueba de significación de Duncan de número de ramificaciones

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	t ₄ : 0,350 l/ha	8,75	a
2	t ₃ : 0,300 l/ha	8,25	ab
3	t ₂ : 0,250 l/ha	7,25	bc
4	t ₁ : 0,200 l/ha	6,75	c
5	t ₀ : Testigo	5,25	d

Fuente: Elaboración propia

La tabla 6 de la prueba de Duncan para el número de ramificaciones señala que los tratamientos t₄: 0,350 l/ha y t₃: 0,300 l/ha lograron el mayor promedio con 8,75 y 8,25; en tanto, en el último lugar se ubicó el t₀:0,0 testigo con 5,25. Cabe indicar que la ramificación en el cultivo de la chíá empieza a los 30 o 40 días dependiendo de la altura a la que esté sembrada. Las primeras espigas se forman los 60 días (Martínez, 1994).

5.1.3 Peso unitario de semilla (g)

Tabla 8. Análisis de varianza de peso unitario de semilla (g).

F. V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α	
					0,05	0,01
Bloques	3	0,003	0,001	0,363	3,490	5,950 ns
Tratamientos	4	0,802	0,200	41,044	3,260	4,410 **
Error	12	0,058	0,004			
Total	19	0,863				

CV: 7,957%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7, del análisis de varianza de peso de semilla, señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que los bloques fueron homogéneos. Para tratamientos hubo diferencias estadísticas altamente significativas, es decir, al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio de peso unitario. Su coeficiente de variabilidad fue de 7,957 % en campo.

Tabla 9. Prueba de significación de Duncan peso unitario (g) de semillas

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	t ₄ : 0,350 l/ha	1,17	a
2	t ₃ : 0,300 l/ha	1,02	b
3	t ₂ : 0,250 l/ha	0,86	c
4	t ₁ : 0,200 l/ha	0,74	d
5	t ₀ : Testigo	0,60	e

Fuente: Elaboración propia

La tabla 8, de la prueba de Duncan de peso unitario de semilla señala que todos los tratamientos difieren estadísticamente entre sí, observándose que el tratamiento t₄:0,350 l/ha logró el mayor promedio con 1,17g, estadísticamente superior al resto de los tratamientos, le sigue el t₃:0,300 l/ha con 1,02 g, en el tercer lugar el t₂:0,250 l/ha con 0,86 g, y en el último lugar se ubicó el tratamiento testigo con 0,60.

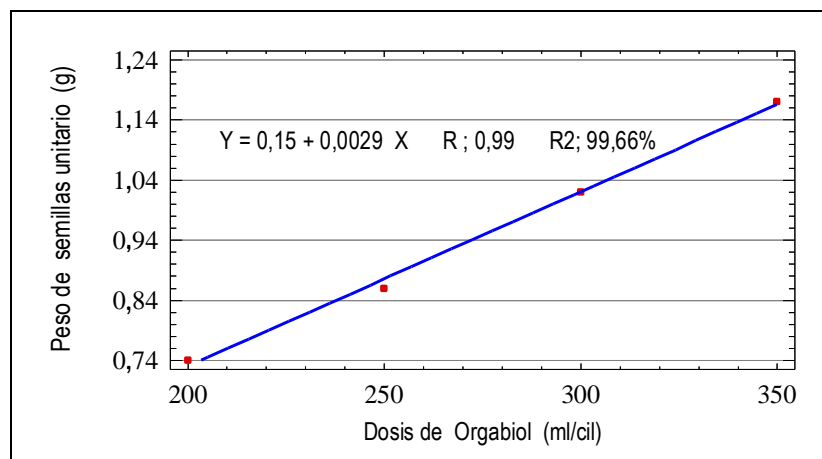


Figura 3. Peso de semilla unitario

Fuente: Elaboración propia

La figura 3 muestra que existe una correlación altamente significativa entre la dosis de Orgabiol y el peso de semilla unitario puesto que el coeficiente de correlación de Pearsón fue de 0,99. El coeficiente de determinación indica que el 99,99 % del peso de la semilla es atribuible a la dosis de Orgabiol, la ecuación de regresión señala que por cada unidad en ml de Orgabiol el peso unitario de semilla se va incrementar en 0,0029 g.

5.1.4 Peso de 1 000 semillas (kg)

Tabla 10. Análisis de varianza de peso de 1 000 semillas (kg)

F. V.	G.L	S.C.	C.M	F.C.	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	0,0192	0,0064	2,124	3,490	5,950	ns
Tratamientos	4	0,1698	0,0424	14,084	3,260	4,410	**
Error	12	0,0361	0,0030				
Total	19	0,2251					

CV: 6,459%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9, del análisis de varianza de peso de 1000 semillas indica que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que los bloques fueron homogéneos. Para tratamientos se halló alta significación estadísticas, es decir, al menos uno de los tratamientos tiene mayor promedio en el peso de 1000 semillas. Su coeficiente de variabilidad fue de 6,459% en campo.

Tabla 11. Prueba de significación de Duncan peso de 1 000 semillas (kg)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	t ₄ : 0,350 l/ha	0,961	a
2	t ₃ : 0,300 l/ha	0,948	a
3	t ₂ : 0,250 l/ha	0,837	b
4	t ₁ : 0,200 l/ha	0,771	b c
5	t ₀ : Testigo	0,732	c

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10 de la prueba de Duncan de peso de 1000 semillas señala que los tratamientos t_4 : 0,350 l/ha y t_3 : 0,350 l/ha obtuvieron el mayor promedio con 0,961 y 0,948 kg superando estadísticamente al resto de tratamientos; seguido del t_2 : 0,250 l/ha con 0,837 kg, los de menor promedio fueron el t_1 : 0,200 l/ha y el tratamiento testigo con 0,771 kg y 0,732 kg respectivamente.

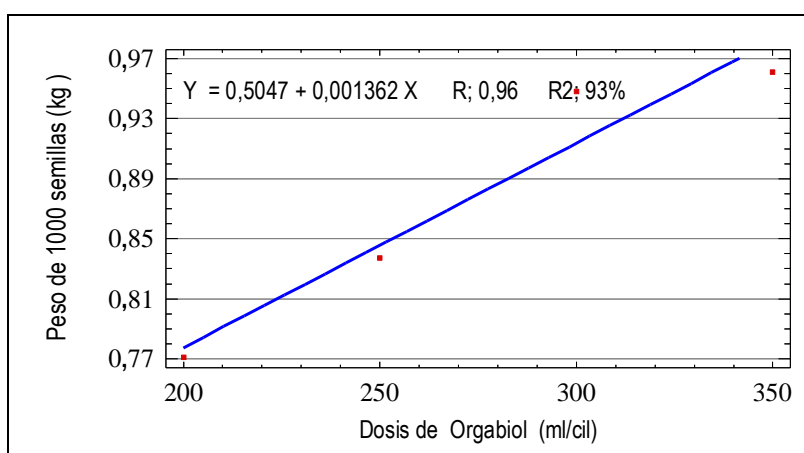


Figura 4. Peso de 1 000 semillas (g)

Fuente: Elaboración propia

La figura 4 muestra que existe una correlación altamente significativa entre la dosis de Orgabiol y el peso de semilla de 1000 semillas puesto que el coeficiente de correlación de Pearsón fue de 0,96. El coeficiente de determinación indica que el 93,00% del peso de 1000 semillas es atribuible a la dosis de Orgabiol, la ecuación de regresión señala que por

cada unidad en ml de Orgabiol el peso de 1000 semillas se va incrementar en 0,001362 kg.

5.1.5 Rendimiento (kg/ha)

Tabla 12. Análisis de varianza de rendimiento (kg/ha)

F. V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F α		
					0,05	0,01	
Bloques	3	7464,20	2488,067	1,232	3,490	5,950	ns
Tratamientos	4	188518,00	47129,50	23,422	3,260	4,410	**
Error	12	24228,80	2019,067				
Total	19	220211,00					

CV: 6,373%

Fuente: Elaboración propia

La tabla 11, del análisis de varianza de rendimiento (t/ha) señala que no existen diferencias estadísticas entre bloques, lo cual indica que los bloques fueron homogéneos. Se hallaron diferencias altamente significativas en los tratamientos, es decir, al menos uno de los tratamientos difiere de los demás sobre la variable de estudio. El coeficiente de variabilidad fue de 6,373% en campo.

Tabla 13. Prueba de significación de Duncan rendimiento (kg/ha)

Orden de mérito	Tratamientos	Promedio	Significación $\alpha = 0,05$
1	t ₄ : 0,350 l/ha	878,655	a
2	t ₃ : 0,300 l/ha	734,922	b
3	t ₂ : 0,250 l/ha	672,747	bc
4	t ₁ : 0,200 l/ha	633,605	c
5	t ₀ : Testigo	605,298	c

Fuente: Elaboración propia

La tabla 12 de la prueba de Duncan de rendimiento (kg/ha) señala que el tratamiento t_4 :0,350 l/ha logró el mayor promedio con 878,655 kg/ha estadísticamente superior al resto de tratamientos, le siguen los tratamientos t_3 :0,300 l/ha y t_2 :0,250 l/ha con 734,922 y 672,747 kg/ha, los de menor promedio fueron el t_1 y el tratamiento testigo con 633,605 y con 605,298 kg/ha, en su investigación Santa Ana (2013) con variedad comercial proveniente de Argentina.

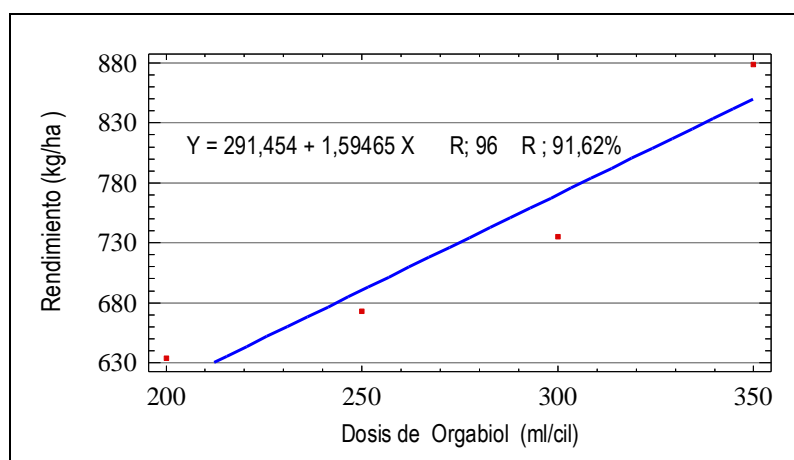


Figura 5. Rendimiento (kg/ha) en relación a dosis de Orgabiol

Fuente: Elaboración propia

La figura 5 muestra que existe una correlación altamente significativa entre la dosis de Orgabiol y el rendimiento, el coeficiente de correlación de Pearsón fue de 0,96. El coeficiente de determinación indica que el 91,62 % del rendimiento es atribuible a la dosis de Orgabiol, la ecuación

de regresión señala que por cada unidad en ml de Orgabiol el rendimiento del cultivo se incrementa en 1,54465 kg/ha.

Respecto al rendimiento, que finalmente es la variable de mayor interés para el productor, se confirma que algunos de los tratamientos aplicados permitieron aumentar dicha variable, Sin embargo, considerando que las investigaciones vinculadas con este cultivo son muy escasas, resulta muy positiva la prueba realizada y los resultados obtenidos pueden ser tomados en consideración en futuros trabajos experimentales. Las elevadas diferencias registradas dentro de las variables morfológicas medidas se atribuyeron a factores estadísticos. El análisis estadístico realizado a las variables evaluadas determinó que los factores que intervienen sobre el crecimiento de cultivo mostraron diferencias estadísticas, lo cual es previsible ya se demostró que a mayor de dosis Orgabiol mayor es la respuesta de las variable conocen distanciamiento mínimos o adecuados en siembras comerciales.

CONCLUSIONES

Primera:

El mayor rendimiento del cultivo de la chia con la aplicación del bioestimulante Orgabiol lo obtuvo el tratamiento t_4 : 0,350 l/ha con 878,655 kg/ha y segundo lugar se ubicó el t_3 :0,300 l/ha con 734,922 kg/ha.

Segunda:

El peso unitario de semilla de Chía el tratamientos t_4 :0,350 l/ha logró el mayor promedio con 1,17 g. El peso de 1000 semillas el tratamiento t_4 : 0,350 l/ha y el t_3 : 0,300 L/ha obtuvieron promedios de 0,961 y 0,948 kg respectivamente.

RECOMENDACIONES

Primera:

Se recomienda utilizar la dosis de 0,350 l/ha que logró el mayor efecto.

Segunda:

Repetir el ensayo en otras áreas de producción de la chia en nuestras región.

Tercera:

Se recomienda elevar la dosis de Orgabiol a fin de obtener la dosis óptima.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEX (2014) Asociación de exportadores. Lima –Perú

Ayerza, R., & Coates W.. (2001). Chia seeds: new source of omega-3 fatty acids, natural antioxidants, and dietetic fiber. Southwest Center for Natural Products Research & Commercialization, Office of Arid Lands Studies, Tucson, Arizona, USA, 3 p.

Ayerza, R., & Coates W.. (2006). Chía, redescubriendo un olvidado alimento de los aztecas (1 ed). Buenos Aires.

Ayerza, R. (2012). Seed composition of two chia (*Salvia hispanica* L.) genotypes wich differ in seed color. Emirates journal of food and agricultural. 25(7): 495-500.

Beltrán, O. (2006) La Chía, alimento milenario”,Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos, E. N. C. B., I. P. N.

Beltrán-Orozco W. & Romero M. (2003). Chía, alimento milenario. Rev Ind Alim.

- Benavides, A.; R. Hernandez; H. Ramirez & A. Sandoval. (2010). Plantas útiles sin fines alimentarios: plantas utilizadas como especias y sustancias aromáticas (Cap. 3, pp 1 – 44)
- Bietti, S. y Orlando J. (2003); Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos. disponible en <http://www.triavet.com.ar/insumos.htm>
- Brown, (2001). Dietary omega-3 fatty acids for women. *Biomedicine and pharmacotherapy*
- Cahill, J. (2003). Ethnobotany of chia, *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). *Economic botany* 57(4): 604–618.
- Cahill J P (2005). Human selection and domestication of chía (*Salvia hispanica* L.). *Gen Res Crop Evol*, 51: 773-781
- Coates, W., & Ayerza, R. (2006). Production potential of chia in northwestern Argentina. *Industrial Crops and Products*, 5(3), 229-233.
- Chiacaps (2007). Chia la mayor fuente vegetal de omega tres.
- Condon, A.; R. Richards & G. Farquhar. (1990). Genotypic variation carbon isotope discrimination and transpiration efficiency in wheat.

Leaf gas exchange whole plant studies. Australian Journal Plant Physiology. 17:9-22.

Di Sapia, O.; M. Bueno; H. Busilacchi & C, Severin. (2008). Chía: importante antioxidante vegetal. Agromensajes 56: 11-13.

Domínguez, A. (1990). *El abonado de los cultivos*. Libros Mundi-Prensa. Madrid.

EFSA (European food safety authority). (2009) . Scientific opinion of the panel on dietetic products nutrition and allergies on a request from the European Commission on the safety of 'chia seed (*Salvia hispanica*) and ground whole chia seed' as a food ingredient. The EFSA Journal 996: 1–2.

FAO/WH (1997) Food Agricultural Organization/World Health Organization of the United Nations Food and nutrition paper n° 57. Fats and oils in human nutrition report of a joint expert consultation FAO/OMS. L

Fuentes A. (1999) . El suelo y los fertilizantes. Madrid – España

Garner, W. and H. Allarda. (1920) . Effect of the relative length of day and night and other factors of the environment on growth and reproduction in plants. J. Agric. Res. 18: 553– 607

Guerrero A. (2000) El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos.
Mundi – Prensa. Madrid- España

Hildebrand, D.; W. Jamboonsri and T. Phillips. (2013). Early flowering chia
and uses thereof. University of Kentucky research foundation. US
20130007909 A1. 800/276; 800/298; 435/419. Estados Unidos:
[s.l.]. 30 de octubre de 2009. 12p.

INTA (2014) cultivo de Chia. Buenos Aires Argentina.

Iglesias, E. (2013). Mejora del valor nutricional y tecnológico de productos
de panadería por incorporación de ingredientes a base de chía
(*Salvia hispanica* L.). Tesis Master en ciencias e ingeniería de los
alimentos. Valencia, España: Universidad politécnica de Valencia.
21h.

Kummer, C. and T. Phillips. (2012) . Chia. Kentucky, Estados Unidos:
operative extensión service, Universidad de Kentucky. 3p.

Kharazian, N. (2013) . Karyotypic study of some *Salvia* Lamiaceae species
from Iran. Journal of applied biological sciences 5(3): 21-25.

Martínez, M. (1994). Catálogo de nombres vulgares y descripción botánica
de de *Salvia* sp (chía). Mexico D.F.

- Ministerio de Agricultura (2013) Oficina de información agraria
- Miranda, E. (2012). Guía Técnica del manejo de la Chía en Nicaragua
- Pallaro, A. & Nora, Feliu, M , Vidueiros, S. (2004) Estudio de la calidad proteica de una fuente no tradicional, The University of Arizona.
- Pascual, M.; & E. Correal; E. Molina; J. Martinez; E. Lopez & F. Aguirre. (1997). Evaluación y selección de especies vegetales productoras de compuestos naturales con actividad insecticida.
- Ramamoorthy T (1985). Salvia L. En Flora Fanerógama del Valle de México. Volumen II (Dicotiledóneas). Eds. J Rzedowski, GC De Rzedowski, Instituto Politécnico Nacional de México, DF (México) pp. 298-310.
- Rodríguez J. (1992). Historia de la agricultura y de la fitopatología, con referencia especial a México. Colegio de Post-graduados en Ciencias Agrícolas, Ciudad de México (México)
- Salazar-Vega , y Rosado, R.J.G, (2007) cultivo de Chia. Facultad de Ingeniería Química. • Universidad Autónoma de Yucatán.

Salazar, V. (2007). *Salvia hispánica*. Royal Botanic Gardens, Kew: World Checklist of Selected Plant Families. Consultado el 14 de abril de 2010.

Silva, A, (2010). evaluación y selección de especies vegetales productoras de compuestos naturales con actividad insecticida.

Santa Ana, E. (2009). Cultivo de Chia. Argentina

Solís F (2006) "Al rescate de la Chía, una planta alimenticia prehispánica casi olvidada" Revista de divulgación científica y Tecnológica de la Universidad

Thomas, B. and D. Vince-Prue. (1997). Photoperiodic control of flower initiation. (Cap. 1, pp. 1-28). En su: Photoperiodism in plants. 2a. ed. California, Estados Unidos: Academic press. 415p.

Vuksan, V. Dana. J, & Jenkins L. (2007). Supplementation of Conventional Therapy With the Novel Grain Salba (*Salvia hispanica* L.) Improves Major and Emerging Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes. *Diabetes care*, 30(11), 2804 - 2810.

Weaver J. (1980); Reguladores de crecimientos en plantas en la Agricultura 5ta. Reimpresión 1987.. México. 322 Pág. Editorial Trillas

Zanin, G. and J. Erwin. (2006). Photoperiod and irradiance effects on *Salvia elegans*, *S. gregii*, and *S. patens* flowering, height and branching. *Acta Horticulturae* 723: 367- 371.

ANEXOS

ANEXO 1. Altura de planta

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4
T0	55,60	50,01	49,50	48,44
T1	56,74	50,45	57,74	59,41
T2	57,52	58,12	59,62	58,74
T3	68,41	69,65	60,75	61,47
T4	72,50	75,42	78,52	70,52

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2. Número de ramificaciones

	BLOC 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4
T0	6	5	4	6
T1	7	7	6	7
T2	7	7	8	7
T3	8	8	9	8
T4	9	9	8	9

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3. Peso promedio de de semilla

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4
T0	0,63	0,62	0,55	0,59
T1	0,74	0,66	0,78	0,80
T2	0,81	0,85	0,89	0,91
T3	0,95	0,98	1,05	1,08
T4	1,15	1,32	1,09	1,12

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4. Peso de 1000 semillas

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4
T0	0,710	0,690	0,715	0,811
T1	0,841	0,650	0,745	0,851
T2	0,890	0,754	0,863	0,842
T3	0,990	0,994	0,895	0,915
T4	0,945	0,941	0,965	0,995

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5. Rendimiento

	BLOQUE 1º	BLOQUE 2º	BLOQUE 3º	BLOQUE 4
T0	650,17	653,41	562,14	555,47
T1	700,10	600,20	618,25	615,87
T2	720,15	717,25	625,18	628,41
T3	735,15	744,25	732,15	728,14
T4	847,52	848,8	957,18	861,12

Fuente: Elaboración propia