



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÒMICA.**

TRABAJO DE TITULACION

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE  
TITULACION COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL  
TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO

**TEMA**

“EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE DIFERENTES DOSIS DE  
PRODUCTOS ORGÁNICOS FIJADORES DE NITRÓGENO  
ATMOSFÉRICO EN PRESENCIA DE TRES DENSIDADES DE  
SIEMBRA EN EL CULTIVO DE CHÍA (*Salvia hispánica* L.)”.

**AUTOR:**

ANGEL XAVIER ALDAZ RIERA

**TUTOR:**

Ing. Agr. MSc. MIGUEL AREVALO NOBOA

**BABAHOYO-LOS RIOS-ECUADOR**

# **AGRADECIMIENTO**

**Agradezco a mi tutor a mi tutor Ing. Miguel Arévalo Noboa por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad experiencia en un marco de confianza y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.**

**A la universidad técnica de Babahoyo por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.**

**Por ultimo a todas las personas que han formado parte de mi vida y me ayudaron de una u otra manera para salir adelante y poder llegar muy lejos. Gracias a todos.**

# **DEDICATORIA**

**El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que presentaban.**

**A mi madre que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, los consejos, oportunidad y recursos para lograrlo, a mi novia gracias por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome su amor, paciencia y comprensión y por ultimo a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.**

# Indice

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivos	4
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>6</b>
<b>3 MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>16</b>
3.1 Ubicación y descripción del campo experimental	16
3.2 Material Experimental	16
3.3 Factores estudiados	17
3.4 Métodos	17
3.5 Tratamientos	18
3.6 Diseño experimental	18
3.7 Manejo del ensayo	19
3.8 Datos Tomados	22
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>26</b>
<b>5 DISCUSIONES</b>	<b>44</b>
<b>6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>47</b>
<b>7 RESUMEN</b>	<b>50</b>
<b>8 SUMMARY</b>	<b>53</b>
<b>9 LITERATURA CITADA</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>59</b>

## I INTRODUCCION

La chía (*Salvia hispánica* L.), es una planta herbácea anual que puede alcanzar hasta 2 metros de altura. En la época precolombina, la

chía era uno de los cuatro alimentos básicos de las civilizaciones de América Central (Aztecas y Mayas); pertenece a la familia de las lamiáceas; es una de las especies vegetales con mayor concentración de ácido graso alfa – linolénico omega 3; por ello se cultiva para aprovechar sus semillas, que se utilizan como alimento.

Según CONABIO (2009), la semilla de chía contiene muchas propiedades como: proteínas, calcio, boro (mineral que ayuda a fijar el calcio de los huesos), potasio, hierro, ácidos grasos, antioxidantes y también oligoelementos tales como el magnesio, manganeso, cobre, zinc y vitaminas como la niacina entre otras; por las características que posee constituye un cultivo de mucha importancia para la especie humana.

En la actualidad en Ecuador se ha iniciado la siembra de la chía en pequeñas extensiones en la zona de Babahoyo, aprovechando la humedad residual que quedan en los suelos después de la estación invernal; es decir como un cultivo alternativo. Cabe indicar; que en todo cultivo es indispensable determinar la cantidad apropiada de semillas a utilizar en la siembra, con la finalidad de que las plantas tengan el espacio adecuado para que ellas no compitan por nutrientes, luz solar, humedad y nutrientes, lo cual incide positivamente en el rendimiento de la cosecha.

En ciertos países, como Nicaragua la chía se la siembra al voleo, determinando mejores rendimientos que la siembra a chorro continuo,

Miranda (2012), siempre y cuando exista una apropiada densidad por unidad de área, con una buena distribución de plantas por metro cuadrado; además, se comparará con la siembra a chorrillo en hileras.

Actualmente existe en el mercado biofertilizantes orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico como Noctin Azo y Nitragin, los cuales contienen microorganismos benéficos, prevaleciendo el género *Azospirillum brasilense*.

Noctin Azo está hecho de una solución concentrada de bacterias *Azospirillum brasilense* obtenidas a través de procesos modernos que garantizan la viabilidad y el establecimiento del cultivo; el efecto positivo del *Azospirillum brasilense* se debe a que la bacteria produce auxina, promueve la elongación de las raíces, aumentando la densidad y elongación de los pelos radiculares.

Nitragin contiene un promotor microbiano del crecimiento vegetal de la actividad rizosférica en interacción con diversos microorganismos benéficos; este promotor actúa sobre el desarrollo de las raíces y de las partes aéreas de los estadios tempranos de los cultivos, debido a un mejor desarrollo de las raíces y por ende mejor captación de nitrógeno y nutrientes, incidiendo en el rendimiento de la cosecha.

Por las razones expuestas, se justifica realizar la presente investigación; probando diferentes dosis de los biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico Noctin Azo y Nitragin en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.).

## **1.1 Objetivos.**

### **1.1.1 Objetivo General**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de chía (*Salvia hispanica* L.) en presencia de dos biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico, con tres densidades de siembra.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la densidad de siembra en hileras más apropiado para maximizar el rendimiento de semillas.
- definir el más apropiado de los productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico para maximizar el rendimiento de la chía por unidad de superficie.
- Análisis económico del rendimiento de semillas en función del costo de los tratamientos.



## 1.2 Hipótesis

Aplicando una adecuada dosis de los productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de densidades poblacionales de siembra apropiados, se incrementaría significativamente el rendimiento de grano en el cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.).

## II REVISION DE LITERATURA

La chía (*Salvia hispánica* L.) es una planta herbácea de crecimiento anual de la familia de las lamiáceas. Las plantas que pertenecen a esta

familia se caracterizan por poseer en todas las partes de las plantas aceites esenciales muy aromáticos. La chía es una planta arbustiva, mide entre 1 y 1.5 metros de altura. El tallo es cuadrangular acanalado y piloso. Sus hojas crecen opuestas, son simples, pecioladas (unidas al tallo por peciolo), ovaladas y serradas por la parte lateral o limbo. Estas hojas son de color verde pálido y presenta una pubescencia, es decir, una vellosoidad que retiene la humedad. La inflorescencia es una flor pedicelada que se encuentra en grupos de seis o más flores reunidas en el raquis de la inflorescencia. Las flores tiene el cáliz bilabiado. El fruto de la planta es un aquenio indehiscente, que en el interior reserva sus semillas. Las semillas tienen forma ovalada y son muy pequeñas; aproximadamente miden 1.5 mm de ancho y 2 mm de largo. Su color es variable según la variedad, y puede ser liso, blanco, pardo o negro; o moteado; de diferente color que varía de castaño, oscuro o pardo, crema, gris, negro y blanco, BOTANICAL (s.f.p.).

La chía (*Salvia hispánica* L.), es una planta herbácea de la familia de las lamiaceas, es nativa del centro y sur de México y Guatemala y junto con el lino (*Linun usitatissimum*) es una de las especies vegetales con la mayor concentración de ácido graso alfa-linoleico omega 3. Según Wikipedia, la chía presenta la siguiente clasificación científica.

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Mentheae
Género:	Salvia
Especie:	Salvia hispanica L.

Centurión (2012), indica que la chía crece bien en suelos franco – arenosos y también en aquellos de moderada fertilidad. Es tolerante a la acidez de los suelos, creciendo mejor en suelos de buena fertilidad. En cuanto a la humedad, la chía 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. En cuanto al rendimiento del cultivo, en Paraguay se lograron 600kg/ha; pero en Catamarca, Argentina, se han obtenido 1600kg/ha.

Ferlini *et al* (2005), menciona que la biofertilización como la manera de suministrar a las plantas algún nutriente que ellos necesitan para su crecimiento, mediante un proceso biológico en el que intervienen diferentes microorganismos. En la actividad existen diferentes tratamientos para lograr la biofertilización, así:

- La inoculación de leguminosas con bacterias endosimbióticas fijadoras de nitrógeno atmosférico, estos son microorganismos del género *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, etc, que efectúan una asociación simbiótica con la planta mediante la formación de nódulos.

- La inoculación de gramíneas con bacterias diazótrofes fijadoras de nitrógeno atmosférico, estos microorganismos del género *Azospirillum*, *Azotobacter*, etc., no forman una asociación simbiótica, sino que su accionar, se produce alrededor del área de las raíces (rizósfera), produciendo sustancias promotoras del desarrollo radicular (fitohormonas).

González *et al* (2011), evaluaron la respuesta de tres cultivares de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense* en presencia de cuatro dosis de nitrógeno; los resultados obtenidos determinaron que las dosis de nitrógeno 0,30, 60 y 90 kg/ha no aumentaron significativamente el rendimiento de grano. La inoculación con *Azospirillum brasilense* sólo incrementó el rendimiento de grano y disminuyó la duración del ciclo biológico del cultivo (2 días en floración masculina y madurez fisiológica). El rendimiento de grano disminuyó significativamente al aumentar el número de días a floración masculina, madurez fisiológica y la altura de planta. La combinación de VS-535, 60kg de nitrógeno por ha<sup>-1</sup> y

*Azospirillum brasilense* podría ser una alternativa viable para que los agricultores incrementen el rendimiento de grano.

Artenio *et al* (2004), establecieron un ensayo de inoculación con *Azospirillum brasilense* en el cultivo de maíz, un tratamiento fue el testigo sin inocular y el otro fue con inoculación. En base al análisis estadístico de los resultados experimentales se concluyó: 1) Estadísticamente no se manifestó significancia en los parámetros analizados: altura de planta, número de hojas, peso seco de raíces, peso seco de la parte aérea; 2) A nivel de rendimiento de grano, existió diferencia significativa; 3) Es conveniente repetir nuevos ensayos para contar con mayor información a fin de ratificar o rectificar esta práctica en estas condiciones.

García *et al* (2012), estudiaron el efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, pues el alto costo de fertilización del maíz en México reduce la rentabilidad del cultivo y genera la necesidad de la búsqueda de nuevas alternativas ecológicas y económicas de biofertilización basadas en la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Los resultados obtenidos no detectaron diferencias significativas, la inoculación de *A. brasilense* incrementó el rendimiento de grano en comparación al testigo no fertilizado ni inoculado en el segundo experimento desarrollado durante otoño – invierno y en promedio de los dos experimentos e incrementó la relación beneficio/costo en 56%.

Nitragin Maíz, es una formulación para el tratamiento biológico de semillas de maíz que contienen un promotor microbiano del crecimiento vegetal y de la actividad rizosférica en interacción con diversos microorganismos benéficos. Los principales efectos de este promotor de crecimiento son sobre el desarrollo de las raíces y de la parte aérea en los estadios tempranos del cultivo. Ello se debe a una importante mejora en la actividad de las raíces que provoca una más eficiente capacitación de nitrógeno, agua y otros nutrientes, junto con la producción de sustancias que favorecen la actividad de otros microorganismos benéficos en la rizósfera. Al mejorar el crecimiento en la etapa vegetativa, Nitragin permite incrementar la producción del número de granos con un consecuente aumento de rendimiento; esto lo convierte en el complemento ideal para desarrollar el mayor potencial del cultivo, Nitragin Maíz (2009).

El biofertilizante Noctin Azo está hecho de una solución concentrada de bacteria *Azospirillum brasilense* obtenida a través de procesos modernos que garantizan la viabilidad y el establecimiento del cultivo. El *Azospirillum brasilense* es un microorganismo fijador de nitrógeno no simbiótico, que vive en las zonas de las raíces de las plantas y muy asociada a las mismas. Estudios realizados demuestran que los efectos positivos del *Azospirillum brasilense* se debe a que la bacteria produce auxina que a su vez modifica el contenido de las diferentes fitohormonas de las plantas,

promoviendo elongación de las raíces, aumentando la densidad y longitud de los pelos radiculares, MASAGRO (2004).

Villalobos *et al* (2002), indican que el crecimiento de una población de plantas es proporcional a la densidad de población en los primeros estadios del desarrollo. Esta relación va desapareciendo con el tiempo conforme la competencia por recursos entre las distintas plantas aumenta, hasta llegar a un momento en que la tasa de crecimiento del cultivo es independiente de la densidad. Conforme es mayor la densidad inicial antes comienza la competencia por los recursos. Las variaciones en la densidad inicial se ven por tanto compensadas en gran medida por la variación en las tasas de crecimiento de las plantas individuales. Esto se ha verificado para muchas especies y se ha denominado 'Ley de la producción final constante'.

Miranda (2012), manifiesta que cuando la chíca se la siembra al voleo no hay preparación de suelos. Con este método de siembra se reportan más rendimientos en comparación con el método de siembra al chorreo, siempre y cuando exista una excelente densidad poblacional por área o mejor dicho buena distribución de plantas por metro cuadrado, se recomienda el menos 12 plantas por m<sup>2</sup> para obtener rendimientos de 12 a 15 quintales por manzana (7026 m<sup>2</sup>). Se utilizan 6 libras de semillas calculando 40 plantas por metro cuadrado, considerando un 10% de mortalidad de plantas por daños de insectos y factores ambientales.

Cuando la siembra se realiza al chorreo de la semilla, debe quedar bien distribuida por metro cuadrado. Se recomienda establecer un promedio de 20 plantas por metro cuadrado ya que cada planta alcanza 1.20 m de alto y 0.40 m de ancho para obtener una inflorescencia desde 7 hasta 8 pulgadas de longitud para alcanzar rendimientos de 15 quintales. Si la humedad del suelo es favorable la semilla emerge a los 8 días después de la siembra. Se recomienda utilizar 4 libras de semillas por manzana considerando un 10% de mortalidad de plantas por daños de insectos y factores ambientales, Miranda (2012).

Al establecer una producción de chía, es necesario conocer con claridad el objetivo del cultivo; puede encaminarse a la producción de la parte superior de la planta con destino a la herboristería, a la de aceite para el sector farmacéutico y de los licores, o están destinadas a la producción de semillas. En los primeros casos, las plantitas y los esquejes arraigados se planta a la distancia de 68 – 80 centímetros entre las filas, según las exigencias y las disponibilidades de mecanización, y de 20 centímetros en la fila, alcanzando una densidad de 75.000 plantitas por hectáreas aproximadamente. Para la producción de las hojas y flores sólo pueden adaptarse en cambio una plantación de mayor densidad, no siendo indispensable una amplia exposición de la planta a la luz como en el caso de la producción de aceite. La distancia podría ser de 40 centímetros entre las filas y de 20 centímetros en la fila (120.000



plantita/hectárea). Cuando el objetivo sea la producción de la semilla, las distancias serán de 80 – 100 centímetros entre las filas y 40 centímetros en la fila, INFOAGRO (2015).

Busilacchi *et al* (2013), evaluaron la *Salvia hispánica* L., en el sur de Santa Fe, Argentina, debido a la escasa información sobre el cultivo en diferentes regiones de Argentina, teniendo en cuenta su creciente demanda y su importancia como producto dietario medicinal. Se la sembró a 0.70m entre surcos, cuando el cultivo se realizó en condiciones de secano, se sembró en surcos y con siembra al voleo sobre cada surco. La siembra se efectuó con una densidad de 6 kilogramos por hectárea.

Cruz (2015), evaluó el efecto de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento de grano en el cultivo de maíz, con el empleo del Nitragin en dosis de 360 cc/ha se obtuvo el mayor rendimiento de grano de 7786 t/ha, superando en 7.57% al tratamiento testigo carente de biofertilizante. El Micro Asp, logró la mayor respuesta en rendimiento de 548 kg/ha al aumentar la dosis. Así mismo, el híbrido 'Iniap 601', alcanzó la mayor producción en presencia de Azostic 500g/ha con 7454 t/ha, superando en 8.63 % al testigo carente de biofertilizante.

Valencia (2013), estableció un ensayo en el cultivo de maíz con la finalidad de evaluar los efectos del biofertilizante Fertibacter en la zona de Babahoyo, lográndose los mayores rendimientos de grano con el híbrido

'30F35' fertilizado con 500 y 400 g/ha de Fertibacter, con promedios 10.028 y 9.905 t/ha, superando al testigo carente de Fertibacter en 20.34 % y 18.86 % en su orden; además obtuvieron las mayores utilidades económicas por hectárea.

Marko *et al* (2004), realizaron un ensayo con *Azospirillum* AZ39INTA e inoculante mixto comercial en el cultivo de soja. Los tratamientos T<sub>2</sub> 6ml, kg semilla<sup>-1</sup> de inoculante contenido 1 x 10<sup>9</sup>; y, T<sub>3</sub> 8g, kg semilla<sup>-1</sup> de inoculante contenido 1 x 10<sup>9</sup> UFC de Rizobin y Endogine sp 8 unidades de colonia x g en soporte dolomita, mostraron tendencias favorables en el primer muestreo realizado a los 20 días y en segundo muestreo realizado a los 50 días para raíces primarias. La inoculación con inoculante mixto comercial presento mayores ventajas para el cultivo, especialmente en lo que respecta a rendimientos de grano.

Pérez (2009), indica de *Azospirillum* es una de las bacterias empleadas para la formulación de los biofertilizantes (Azofer) de Bio-fulvica, es una bacteria con capacidad de fijación de nitrógeno, coloniza la superficie de las raíces de las plantas. Otra característica de esta bacteria es su capacidad para producir reguladores del crecimiento vegetal, favoreciendo el crecimiento radicular, permitiendo mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes disponibles en el suelo, incluyendo nutrientes y fertilizantes aplicados. En un ensayo realizado en México en el cultivo de maíz, cuando se aplicó Micorriza se obtuvo 3.1 t/ha; con

*Azospirillum brasilense* siendo 3.3 t/ha; y cuando se aplicó Miconiza + *Azospirillum brasilense* el rendimiento fue 3.4 t/ha; mientras que el promedio general fue 1.9 t/ha.

### **III MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación y descripción del campo experimental**

La presente investigación se estableció en los terrenos de la Granja “San Pablo”, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo; ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 79°32' de longitud Occidental y 01°49' de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 C; una precipitación anual de 2329,8 mm; humedad relativa de 82% y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual<sup>1</sup>.

El suelo es de topografía plana, textura franco – arcillosa y drenaje regular.

### **3.2. Material de siembra**

En el presente ensayo se utilizaron semillas de chíá negra (*Salvia hispánica L*), que son ricas en mucilago, fécula y aceite; tiene 2 mm de largo por 1,5 mm de ancho, es ovalado y lustrosa. Es una planta herbácea anual, tiene de hasta 1 m de altura que presenta hojas opuestas de 4 a 8 cm de largo y 3 a 5 cm de ancho.

---

<sup>1</sup> Estación Agrometeorológica “Babahoyo – Universidad”. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Las flores son hermafroditas, entre purpureas y blancas y brotan en ramilletes terminales.

### **3.3. Factores estudiados**

Los factores estudiados fueron: a) Productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico; y b) Densidades poblacionales.

Los productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico fueron: Noctin Azo en dosis de 600; 750 y 1000 cc/ha y Nitragin en dosis de 450; 600; 750 cc/ha. Además, se incluyó un testigo carente de biofertilizante.

Las densidades poblacionales fueron; 15; 20 y 25 plantas por m<sup>2</sup>.

### **3.4. Tratamientos y subtratamientos**

Los tratamientos estuvieron constituidos por las densidades poblacionales y los subtratamientos por las dosis de los biofertilizantes orgánicos fijadores de nitrógeno; detallados a continuación:

#### **Tratamientos y subtratamientos ensayados.**

<u>Tratamientos</u>	<u>Subtratamientos</u>
---------------------	------------------------

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )		Biofertilizantes orgánicos	Dosis cc/ha
1	15	Noctin Azo	600
2	15	Noctin Azo	750
3	15	Noctin Azo	1000
4	15	Nitragin	450
5	15	Nitragin	600
6	15	Nitragin	750
7	15	Testigo Sin Biofertilizantes	
8	20	Noctin Azo	600
9	20	Noctin Azo	750
10	20	Noctin Azo	1000
11	20	Nitragin	450
12	20	Nitragin	600
13	20	Nitragin	750
14	20	Testigo Sin Biofertilizantes	
15	25	Noctin Azo	600
16	25	Noctin Azo	750
17	25	Noctin Azo	1000
18	25	Nitragin	450
19	25	Nitragin	600
20	25	Nitragin	750
21	25	Testigo Sin Biofertilizantes	

### 3.5. Métodos

Se utilizaron los métodos: Deductivo – inductivo; Inductivo – deductivo , y el método experimental.

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental “Parcelas divididas” en tres repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a las

densidades poblacionales , y las dosis de los biofertilizantes como subparcelas experimentales.

El área de la subparcela experimental fue  $2\text{ m} \times 5\text{ m} = 10\text{ m}^2$ , estuvo constituida por 4 hileras de 5 m de longitud distanciadas a 0.50 m. El área útil de la subparcela experimental fue  $1\text{ m} \times 5\text{ m} = 5\text{ m}^2$ , es decir las dos hileras centrales, eliminándose una hilera a cada lado por efecto de bordes.

La separación entre repeticiones fue 2 m y entre parcelas principales 1.0 m y no existió separación entre subparcelas experimentales.

Para realizar las comparaciones entre las medias de los densidades poblacionales, dosis de biofertilizantes orgánicos e interacciones, se utilizó la prueba de significancia estadística de Tukey al 95% de probabilidad.

### **3.7. Manejo del ensayo**

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo, así:

### **3.7.1 Análisis de suelo**

Previo a la preparación del suelo se tomó una muestra compuesta del lugar donde se estableció el ensayo, para su respectivo análisis físico – químico del mismo.

### **3.7.2 Preparación del terreno**

Consistió en dos pases de rastra en sentido opuestos, lográndose un suelo suelto y mullido, con la cual se consiguió una buena germinación de las semillas.

### **3.7.3 Siembra**

La siembra se realizó en forma manual a chorro continuo en hileras separadas a 0,50 m; se hicieron surcos poco profundos, depositando las semillas, luego se las cubrieron.

### **3.7.4 Control de malezas**

Una vez realizada la siembra, se procedió a la aplicación del herbicida pre-emergente Pendimetalin en dosis de 2.5 l/ha para el control de gramíneas. Posteriormente, se realizaron dos deshierbas manuales a los 38 y 56 días después de la siembra



### **3.7.5 Riego**

El cultivo se realizó aprovechando la humedad residual del suelo. Posteriormente, se dieron dos riegos por aspersión a los 36 y 58 días después de la siembra.

### **3.7.6 Fertilización**

Previa a la siembra, se aplicaron 40 y 80 kg/ha de fósforo y potasio, utilizando los fertilizantes Superfosfato Triple al 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y Muriato de potasio al 60% de K<sub>2</sub>O, quedando incorporados. El fertilizante nitrogenado Urea al 46% de N se fraccionó en tres partes iguales y aplicados a los 20; 45 y 60 días después de la siembra.

### **3.7.7 Control fitosanitario**

A los 20, 36 y 52 días después de la siembra de la chíca, hubo presencia de gusano cortador *Spodoptera frugiperda*, se utilizó para su control Cypermetrina en dosis de 450 cc/ha.

Además, se realizaron controles preventivos para el control de enfermedades fungosas con el fungicida Phyton en dosis de 800 cc/ha.

### **3.7.8 Cosecha**

Se realizó en forma manual cuando el 80% del follaje de cada planta presenta pérdidas de color tornándose color oscuro dando la apariencia de sequedad o muerte, en cada una de las subparcelas. Las plantas se cortaron a ras del suelo, formando pequeños moños sobre el suelo para terminar su secado, una vez secada la planta se realizó el aporreo con ayuda de palos, luego se procede al limpiado de las semillas.

## **3.8 Datos tomados y forma de evaluación**

Para estimar los efectos de los tratamientos y subtratamientos, se tomaron los siguientes datos:

### **3.8.1 Altura de planta**

Estuvo determinada por la distancia comprendida desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta, a los 30 días después de la siembra y al inicio de la etapa reproductiva. Se tomaron 10 plantas al azar por subparcela experimental, su promedio se expresó en centímetros.

### **3.8.2 Número de inflorescencia por planta**

En 5 plantas tomadas al azar por subparcela experimental, se contaron las inflorescencias (espigas) por planta al momento de la cosecha.

### **3.8.3 Tamaño de la inflorescencia**

Se tomaron al azar 10 inflorescencias (espigas) por subparcela experimental, procediéndose a medir la longitud desde su base al ápice; el promedio se expresó en centímetros.

### **3.8.4 Peso de la inflorescencia**

Se procedió al peso de las diez inflorescencias o espigas en que se evaluó su longitud; se pesaron en una balanza de precisión, el promedio se expresó en gramos.

### **3.8.5 Madurez fisiológica**

Estuvo determinada por el tiempo transcurrido desde la germinación de las semillas hasta que estas lograron su madurez fisiológica en cada subparcela experimental.

### 3.8.6 Número de plantas a la cosecha

Al momento de la cosecha se procedió a contabilizar el número de plantas por m<sup>2</sup> dentro del área útil de cada subparcela experimental.

### 3.8.7 Rendimiento de grano (semillas)

Estuvo determinado por el peso de los granos (semillas) provenientes del área útil en cada subparcela experimental, sus pesos se transformaron a kilogramos por hectárea; ajustados al 14% de humedad, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$PU = \frac{Pa (100-ha)}{(100-hd)}$$

Dónde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada.

### **3.8.9 Análisis económico**

Se realizó en función al rendimiento de grano (semillas) y al costo de producción de los tratamientos.

## IV RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta a los 30 días después de la siembra

Los datos de altura de planta evaluada a los 30 días después de la siembra en el cultivo de chíá, se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para biofertilizantes, densidad poblacional e interacciones; cuyo coeficiente de variación es 5.71 %.

Las densidades poblacionales difirieron significativamente entre sí, sobresaliendo la densidad 25 pl/m<sup>2</sup> con 0.47cm, seguido de 20 y 15 pl/ha con promedios 0.44 y 0.42m, respectivamente. Los productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico Noctin Azo 1000 cc/ha y Nitragin 450 cc/ha, se comportaron superiores e iguales estadísticamente con promedios de 0.48 m, difiriendo estadísticamente con los restantes subtratamientos.

La interacción que incluye la densidad 25 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin 700 cc/ha, presentó las plantas de mayor altura con 0.52 m, difiriendo con los restantes interacciones. Se observó que los testigos carentes de los productos orgánicos presentaron las plantas de menor altura.

Cuadro 1.- Valores promedios de altura de planta a los 30 días después de la siembra en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chíca (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio (m)
15			0,42 c*
20			0,44 b
25			0,47 a
	Noctin Azo	600	0,44 b*
	Noctin Azo	750	0,45 ab
	Noctin Azo	1000	0,48 a
	Nitragin	450	0,48 a
	Nitragin	600	0,45 ab
	Nitragin	750	0,46 ab
	Testigo		0,34 c
15	Noctin Azo	600	0,44 bcd*
	Noctin Azo	750	0,42 cde
	Noctin Azo	1000	0,46 abcd
	Nitragin	450	0,49 abc
	Nitragin	600	0,41 de
	Nitragin	750	0,41 de
	Testigo		0,31 f
20	Noctin Azo	600	0,46 abcd
	Noctin Azo	750	0,46 abcd
	Noctin Azo	1000	0,48 abcd
	Nitragin	450	0,45 abcd
	Nitragin	600	0,45 abcd
	Nitragin	750	0,45 abcd
	Testigo		0,36 ef
25	Noctin Azo	600	0,42 cde
	Noctin Azo	750	0,48 abcd
	Noctin Azo	1000	0,51 ab
	Nitragin	450	0,51 ab
	Nitragin	600	0,49 abc
	Nitragin	750	0,52 a
	Testigo		0,36 ef
PROMEDIO			0,44
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			5,71

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

#### **4.2. Altura de planta al inicio de la etapa reproductiva**

En el Cuadro 2, se registran los promedios de altura de planta evaluada al inicio de la etapa reproductiva. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los factores ensayados; siendo el coeficiente de variación es 2.11 %.

De acuerdo a la prueba de Tukey, las densidades poblacionales 25; 20 y 15 pl/ha se comportaron diferentes estadísticamente entre sí, con promedios 1.29; 1.22 y 1.19m respectivamente. Los subtratamientos Nitragin en dosis de 600 y 750 cc/ha, obtuvieron las plantas de mayor altura 1.31 y 1.30 m en su orden, siendo iguales estadísticamente entre sí, difiriendo con los restantes subtratamientos. Cabe indicar que el testigo carente de biofertilizante, presentó las plantas de menor altura 1.01 m, siendo diferente estadísticamente.

La interacción formada por la densidad 25 pl/ha en presencia de Nitragin 600 cc/ha, se comportó superior y diferente estadísticamente a las restantes interacciones con plantas de 1.36 m de altura.



Cuadro 2.- Valores promedios de altura de planta al inicio de la etapa reproductiva en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chía (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio (m)	
15			1,19	c*
20			1,22	b
25			1,29	a
	Noctin Azo	600	1,21	c*
	Noctin Azo	750	1,25	b
	Noctin Azo	1000	1,28	ab
	Nitragin	450	1,28	ab
	Nitragin	600	1,31	a
	Nitragin	750	1,30	a
	Testigo		1,01	d
15	Noctin Azo	600	1,17	f*
	Noctin Azo	750	1,19	ef
	Noctin Azo	1000	1,21	def
	Nitragin	450	1,22	cdef
	Nitragin	600	1,27	bcde
	Nitragin	750	1,27	bcde
	Testigo		1,00	gh
20	Noctin Azo	600	1,18	f
	Noctin Azo	750	1,27	bcde
	Noctin Azo	1000	1,30	abc
	Nitragin	450	1,27	bcde
	Nitragin	600	1,30	abc
	Nitragin	750	1,30	abc
	Testigo		0,96	h
25	Noctin Azo	600	1,28	abcd
	Noctin Azo	750	1,30	abc
	Noctin Azo	1000	1,34	ab
	Nitragin	450	1,34	ab
	Nitragin	600	1,36	a
	Nitragin	750	1,35	ab
	Testigo		1,08	g
PROMEDIO			1,23	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2,11	

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

### **4.3. Plantas por metro cuadrado a la cosecha**

Los valores promedios del número de plantas por m<sup>2</sup> evaluada al momento de la cosecha, se registran en el Cuadro 3. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística sólo para las densidades poblacionales; cuyo coeficiente de variación es 3.65 %.

La prueba de Tukey, determinó diferencia estadística entre las densidades poblacionales ensayadas, con promedios 23.28; 18.05 y 14.09 pl/m<sup>2</sup> para los tratamientos 25.20 y 15 pl/m<sup>2</sup>, respectivamente. Los subtratamientos se comportaron iguales estadísticamente entre sí.

Las interacciones en cada densidad poblacional en presencia de los biofertilizantes Noctim Azo y Nitragin, se comportaron iguales estadísticamente entre si, difiriendo entre las densidades poblacionales.

### **4.4. Inflorescencia por planta**

En el Cuadro 4, se observan los valores promedios del número de inflorescencia por planta; existiendo significancia estadística para las densidades poblacionales y biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico. El coeficiente de variación es 7.96 %.

Cuadro 3.- Valores promedios de plantas por m<sup>2</sup> a la cosecha en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chíá (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio
15			14,09 c*
20			18,05 b
25			23,28 a
	Noctin Azo	600	18,33 a*
	Noctin Azo	750	18,67 a
	Noctin Azo	1000	18,33 a
	Nitragin	450	18,78 a
	Nitragin	600	18,67 a
	Nitragin	750	18,33 a
	Testigo		18,22 a
15	Noctin Azo	600	14,00 c*
	Noctin Azo	750	14,33 c
	Noctin Azo	1000	14,00 c
	Nitragin	450	14,33 c
	Nitragin	600	14,33 c
	Nitragin	750	13,67 c
	Testigo		14,00 c
20	Noctin Azo	600	18,00 b
	Noctin Azo	750	18,00 b
	Noctin Azo	1000	17,67 b
	Nitragin	450	18,33 b
	Nitragin	600	18,00 b
	Nitragin	750	18,33 b
	Testigo		18,00 b
25	Noctin Azo	600	23,00 a
	Noctin Azo	750	23,67 a
	Noctin Azo	1000	23,33 a
	Nitragin	450	23,67 a
	Nitragin	600	23,67 a
	Nitragin	750	23,00 a
	Testigo		22,67 a
PROMEDIO			18,48
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			3,65

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

Cuadro 4.- Valores promedios de inflorescencia por planta en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chía (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio
15			20,14 b*
20			23,05 a
25			20,67 b
	Noctin Azo	600	21,89 a*
	Noctin Azo	750	23,11 a
	Noctin Azo	1000	23,44 a
	Nitragin	450	21,78 a
	Nitragin	600	22,22 a
	Nitragin	750	22,44 a
	Testigo		14,11 b
15	Noctin Azo	600	20,00 bc*
	Noctin Azo	750	23,00 ab
	Noctin Azo	1000	22,33 ab
	Nitragin	450	19,33 bc
	Nitragin	600	20,67 abc
	Nitragin	750	22,00 ab
	Testigo		13,67 d
20	Noctin Azo	600	24,00 ab
	Noctin Azo	750	24,33 ab
	Noctin Azo	1000	25,67 a
	Nitragin	450	24,00 ab
	Nitragin	600	24,00 ab
	Nitragin	750	24,00 ab
	Testigo		15,33 cd
25	Noctin Azo	600	21,67 ab
	Noctin Azo	750	22,00 ab
	Noctin Azo	1000	22,33 ab
	Nitragin	450	22,00 ab
	Nitragin	600	22,00 ab
	Nitragin	750	21,33 ab
	Testigo		13,33 d
PROMEDIO			21,28
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			7,96

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

La densidad poblacional 20 pl/m<sup>2</sup> se comportó superior y diferente estadísticamente a las restantes densidades de 25 y 15 pl/ha, con promedios 23.05; 20.67 y 20.14 inflorescencia, en su orden. Los subtratamientos que incluyen a los biofertilizantes Noctin Azo y Nitragin, se comportaron iguales estadísticamente con promedios variando de 21.78 a 23.44 inflorescencias por planta; pero diferente al testigo carente de biofertilizante que obtuvo el menor promedio de 14.11 inflorescencias por planta.

La interacción constituida por la densidad 20 pl/m<sup>2</sup> acompañado de Noctin Azo 1000 cc/ha, presentó el mayor promedio con 25.67 inflorescencias por planta, difiriendo estadísticamente con las restantes interacciones. Mientras que los testigos carentes de biofertilizantes lograron los menores promedios, siendo iguales estadísticamente entre sí.

#### **4.5. Tamaño de la inflorescencia**

Los valores promedios del tamaño de la inflorescencia en el cultivo de chíá, se presentan en el Cuadro 5. Realizado el análisis de varianza se determinó alta significancia estadística para las densidades poblacionales y biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico; cuyo coeficiente de variación es 6.48 %.

Cuadro 5.- Valores promedios del tamaño de la inflorescencia en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chía (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio (cm)
15			29,81 b*
20			33,33 a
25			29,14 b
	Noctin Azo	600	32,78 a*
	Noctin Azo	750	31,67 a
	Noctin Azo	1000	32,89 a
	Nitragin	450	31,33 a
	Nitragin	600	33,33 a
	Nitragin	750	33,33 a
	Testigo		20,00 b
15	Noctin Azo	600	31,33 abc*
	Noctin Azo	750	29,00 bc
	Noctin Azo	1000	30,67 abc
	Nitragin	450	32,00 abc
	Nitragin	600	34,00 abc
	Nitragin	750	31,67 abc
	Testigo		20,00 d
20	Noctin Azo	600	35,00 ab
	Noctin Azo	750	36,00 a
	Noctin Azo	1000	35,67 a
	Nitragin	450	33,67 abc
	Nitragin	600	36,00 a
	Nitragin	750	35,67 a
	Testigo		21,33 d
25	Noctin Azo	600	32,00 abc
	Noctin Azo	750	30,00 abc
	Noctin Azo	1000	32,33 abc
	Nitragin	450	28,33 c
	Nitragin	600	30,00 abc
	Nitragin	750	32,67 abc
	Testigo		18,67 d
PROMEDIO			30,76
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			6,48

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

La densidad poblacional 20 pl/m<sup>2</sup>, se comportó superior y diferente estadísticamente a las restantes densidades con inflorescencia de 33.33 cm de longitud. Luego siguieron las densidades 15 y 25 pl/m<sup>2</sup> con promedios 29.81 cm y 29.14 cm en su orden, sin diferir estadísticamente entre sí. La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los subtratamientos formados por los biofertilizantes Noctin Azo y Nitragin en diferentes dosis, sobresaliendo Nitragin en dosis de 600 y 750 cc/ha con un mismo promedio 33.33 cm; pero difirieron con el testigo carente de biofertilizante que logró inflorescencia de 20.0 cm de longitud.

Las interacciones que incluye a la densidad de 20 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin 600 cc/ha, Noctin Azo 750 cc/ha, Noctin Azo 1000 cc/ha y Nitragin 750 cc/ha, lograron las inflorescencias de mayores tamaños con promedios 36.0; 36.0; 35.67 y 35.67cm, respectivamente; siendo iguales estadísticamente entre sí, pero diferentes a las restantes interacciones.

#### **4.6. Peso de la inflorescencia**

En el Cuadro 6, se registran los pesos promedios de la inflorescencia en la chíá. El análisis de varianza detectó significancia estadística para las densidades poblacionales y

Cuadro 6.- Valores promedios del peso de la inflorescencia en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chía (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio (g)
15			0,99 b*
20			1,14 a
25			1,02 b
	Noctin Azo	600	0,99 b*
	Noctin Azo	750	1,11 ab
	Noctin Azo	1000	1,23 a
	Nitragin	450	1,07 ab
	Nitragin	600	1,12 ab
	Nitragin	750	1,18 ab
	Testigo		0,67 c
15	Noctin Azo	600	1,00 abcd*
	Noctin Azo	750	1,13 ab
	Noctin Azo	1000	1,17 ab
	Nitragin	450	0,90 bcd
	Nitragin	600	1,10 abc
	Nitragin	750	0,97 bcd
	Testigo		0,70 cd
20	Noctin Azo	600	1,03 abcd
	Noctin Azo	750	1,20 ab
	Noctin Azo	1000	1,30 ab
	Nitragin	450	1,23 ab
	Nitragin	600	1,20 ab
	Nitragin	750	1,40 a
	Testigo		0,62 d
25	Noctin Azo	600	0,93 bcd
	Noctin Azo	750	1,00 abcd
	Noctin Azo	1000	1,23 ab
	Nitragin	450	1,07 abc
	Nitragin	600	1,07 abc
	Nitragin	750	1,17 ab
	Testigo		0,67 d
PROMEDIO			1,05
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			5,71

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.



biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico; cuyo coeficiente de variación es 12.45 %.

La densidad poblacional 20 pl/m<sup>2</sup> obtuvo el mayor peso de la inflorescencia con 1.14 gramos; difiriendo estadísticamente con las densidades 25 y 15 pl/m<sup>2</sup> con pesos de 1.02 y 0.99 gramos respectivamente; estas últimas no difirieron estadísticamente entre sí. El subtratamiento Noctin Azo 1000 cc/ha con promedio 1.23 gramos, se comportó superior y diferente estadísticamente a los restantes subtratamientos. Mientras que los subtratamientos Noctin Azo 600 cc/ha y testigo sin biofertilizante, obtuvieron los menores pesos de 0.99 y 0.67 gramos en su orden; siendo diferentes estadísticamente entre sí y con los demás subtratamientos.

La interacción formada por la densidad poblacional 20 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin 750 cc/ha con un peso de 1.4 gramos, se comportó superior y diferente estadísticamente a los restantes interacciones.

#### **4.7. Madurez fisiológica**

Los promedios de días a la madurez fisiológica de la chíá, se muestran en el Cuadro 7. El análisis de varianza reportó alta

Cuadro 7.- Valores promedios de días a la madurez fisiológica en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chíá (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio (días)
15			119,28 b*
20			120,38 ab
25			120,67 a
	Noctin Azo	600	120,11 a*
	Noctin Azo	750	121,11 a
	Noctin Azo	1000	120,44 a
	Nitragin	450	120,55 a
	Nitragin	600	121,33 a
	Nitragin	750	120,67 a
	Testigo		116,55 b
15	Noctin Azo	600	119,67 abc*
	Noctin Azo	750	120,67 abc
	Noctin Azo	1000	119,67 abc
	Nitragin	450	118,00 abc
	Nitragin	600	121,33 abc
	Nitragin	750	119,33 abc
	Testigo		116,33 c
20	Noctin Azo	600	121,00 abc
	Noctin Azo	750	122,00 ab
	Noctin Azo	1000	120,00 abc
	Nitragin	450	121,00 abc
	Nitragin	600	121,33 abc
	Nitragin	750	120,67 abc
	Testigo		116,67 bc
25	Noctin Azo	600	119,67 abc
	Noctin Azo	750	120,67 abc
	Noctin Azo	1000	121,67 abc
	Nitragin	450	122,67 a
	Nitragin	600	121,33 abc
	Nitragin	750	122,00 ab
	Testigo		116,67 bc
PROMEDIO			120,11
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			2,49

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

significancia estadística sólo para los subtratamientos; siendo el coeficiente de variación 2.49 %.

Cuando la chíá se sembró con 25 pl/m<sup>2</sup> se registró mayor número de días a la madurez fisiológica con 120.67 días; mientras que la densidad de 15 pl/m<sup>2</sup> al ciclo fue menor de 119.28 días, difiriendo estadísticamente. La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los subtratamientos que incluye diferentes dosis por hectárea de los biofertilizantes Noctin Azo y Nitrogiun; pero diferentes con el testigo carente de biofertilizante que presentó el menor promedio 116.55 días.

La interacción formada por la densidad poblacional 25 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin 450 cc/ha, se comportó superior y diferente estadísticamente a los restantes interacciones, con promedio de 122.67 días. Cabe indicar que los testigos carentes de biofertilizantes mostraron menores días a la madurez fisiológica.

#### **4.8. Rendimiento de grano**

En el Cuadro 8, se reportan los valores promedios del rendimiento de grano de la chíá. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los componentes de variación; cuyo coeficiente de variación es 5.32 %.

Cuadro 8.- Valores promedios del rendimiento de grano en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chíá (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos fijadores de nitrógeno	Dosis cc/ha	Promedio (kg/ha)	
15			1078,00	c*
20			1268,33	a
25			1191,52	b
	Noctin Azo	600	1135,67	c*
	Noctin Azo	750	1271,89	b
	Noctin Azo	1000	1232,11	b
	Nitragin	450	1283,11	b
	Nitragin	600	1271,89	b
	Nitragin	750	1393,11	a
	Testigo		667,22	d
15	Noctin Azo	600	1072,67	ef*
	Noctin Azo	750	1184,00	cdef
	Noctin Azo	1000	1160,00	cdef
	Nitragin	450	1171,00	cdef
	Nitragin	600	1151,67	def
	Nitragin	750	1186,67	cdef
	Testigo		620,00	g
20	Noctin Azo	600	1298,33	bcd
	Noctin Azo	750	1340,00	bcd
	Noctin Azo	1000	1273,67	bcd
	Nitragin	450	1355,00	bc
	Nitragin	600	1354,67	bc
	Nitragin	750	1553,33	a
	Testigo		703,33	g
25	Noctin Azo	600	1036,00	f
	Noctin Azo	750	1291,67	bcd
	Noctin Azo	1000	1262,67	bcde
	Nitragin	450	1323,33	bcd
	Nitragin	600	1309,33	bcd
	Nitragin	750	1439,33	ab
	Testigo		678,33	g
PROMEDIO			1179,28	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)			5,32	

\*Promedios con una misma letra en cada grupo de medias no difieren significativamente según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

Las densidades poblacionales 20; 25 y 15 plantas por m<sup>2</sup>, con rendimientos de grano de 1268.33; 1191.52 y 1078.0 kg/ha, respectivamente, difiriendo significativamente entre sí. El subtratamiento Nitragin 750 cc/ha, obtuvo el mayor rendimiento de grano de 1393.11 kg/ha, siendo diferente estadísticamente con respecto a los restantes subtratamientos. Mientras que el testigo carente de biofertilizantes logró el menor rendimiento de grano de 667.22 kg/ha, seguido de Noctin Azo 600 cc/ha con promedio de 1135.67 kg/ha, difiriendo estadísticamente entre sí. Los restantes subtratamientos se comportaron iguales estadísticamente.

La interacción que incluye la densidad poblacional de 20 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin 750 cc/ha, alcanzó el mayor rendimiento de grano de 1553.33 kg/ha; difiriendo estadísticamente con las restantes interacciones. Mientras que los testigos carentes de biofertilizantes lograron los menores rendimientos de grano, sin diferir estadísticamente entre sí.

#### **4.9. Análisis económico**

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de cada tratamiento y subtratamiento, se presentan en el Cuadro 9. Se observa que todos los tratamientos y subtratamientos, incluyendo al testigo sin biofertilizante obtuvieron

Cuadro 9.- Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de los tratamientos, en el ensayo de aplicación de diferentes dosis de productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico en presencia de tres densidades de siembra en el cultivo de chíá (*Salvia hispánica* L). Babahoyo. Los Ríos. 2016.

Densidades poblacionales (plantas/m <sup>2</sup> )	Productos orgánicos	Dosis cc/ha	Rendimiento de grano kg/ha	Costos variables						Costos de producción		Costo total de cada tratamiento	Beneficio	
				Costo de fertilizante	Costo de aplicación	Costos Biofertilizante	Costo de aplicación	Costo de tratamiento	Cosecha + Transporte	Costo variable	Costo fijo		Bruto \$	Neto \$
15	Noctin Azo	600	1072,67	146,80	17,56	72,00	12,00	248,36	117,99	366,35	913,00	1279,35	3775,80	2496,45
15	Noctin Azo	750	1184,00	146,80	17,56	90,00	12,00	266,36	130,24	396,60	913,00	1309,60	4167,68	2858,08
15	Noctin Azo	1000	1160,00	146,80	17,56	120,00	12,00	296,36	127,60	423,96	913,00	1336,96	4083,20	2746,24
15	Nitragin	450	1171,00	146,80	17,56	90,00	12,00	266,36	128,81	395,17	913,00	1308,17	4121,92	2813,75
15	Nitragin	600	1151,67	146,80	17,56	120,00	12,00	296,36	126,68	423,04	913,00	1336,04	4053,88	2717,84
15	Nitragin	750	1186,67	146,80	17,56	150,00	12,00	326,36	130,53	456,89	913,00	1369,89	4177,08	2807,19
15	Testigo		620,00						68,20	68,20	913,00	981,20	2182,40	1201,20
20	Noctin Azo	600	1298,33	146,80	17,56	72,00	12,00	248,36	142,82	391,18	913,00	1304,18	4570,12	3265,94
20	Noctin Azo	750	1340,00	146,80	17,56	90,00	12,00	266,36	147,40	413,76	913,00	1326,76	4716,80	3390,04
20	Noctin Azo	1000	1273,67	146,80	17,56	120,00	12,00	296,36	140,10	436,46	913,00	1349,46	4483,32	3133,86
20	Nitragin	450	1355,00	146,80	17,56	90,00	12,00	266,36	149,05	415,41	913,00	1328,41	4769,60	3441,19
20	Nitragin	600	1354,67	146,80	17,56	120,00	12,00	296,36	149,01	445,37	913,00	1358,37	4768,44	3410,07
20	Nitragin	750	1553,33	146,80	17,56	150,00	12,00	326,36	170,87	497,23	913,00	1410,23	5467,72	4057,49
20	Testigo		703,33						77,37	77,37	913,00	990,37	2475,72	1485,35
25	Noctin Azo	600	1036,00	146,80	17,56	72,00	12,00	248,36	113,96	362,32	913,00	1275,32	3646,72	2371,40
25	Noctin Azo	750	1291,67	146,80	17,56	90,00	12,00	266,36	142,08	408,44	913,00	1321,44	4546,68	3225,24
25	Noctin Azo	1000	1262,67	146,80	17,56	120,00	12,00	296,36	138,89	435,25	913,00	1348,25	4444,60	3096,35
25	Nitragin	450	1323,33	146,80	17,56	90,00	12,00	266,36	145,57	411,93	913,00	1324,93	4658,12	3333,19
25	Nitragin	600	1309,33	146,80	17,56	120,00	12,00	296,36	144,03	440,39	913,00	1353,39	4608,84	3255,45
25	Nitragin	750	1439,33	146,80	17,56	150,00	12,00	326,36	158,33	484,69	913,00	1397,69	5066,44	3668,75
25	Testigo		678,33						74,62	74,62	913,00	987,62	2387,72	1400,10

Kg de Chíá = \$ 3,52

beneficios netos, en el rango de \$1.201,20 correspondiente al testigo cuando se lo sembró a 15 plantas por m<sup>2</sup> a \$4057.49 del subtratamiento Nitragin en dosis de 750 cc/ha y sembrado con 20 plantas por m<sup>2</sup>.

## V DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluó el comportamiento del cultivo de chíá, sembrado en diferentes densidades de siembra en presencia de biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico, los resultados y evidencias experimentales demuestran que las densidades de siembra (plantas/m<sup>2</sup>) influyeron significativamente en los caracteres evaluados; así con la densidad de 25 pl/m<sup>2</sup> las plantas fueron de mayor altura, lo que se debe al efecto de la competencia.

Las características número de inflorescencia por planta, tamaño y peso de la inflorescencia fueron superiores cuando la chíá se sembró con 20 pl/m<sup>2</sup>, difiriendo estadísticamente con las otras densidades de siembra, demostrándose que los genotipos requieren de un número apropiado de plantas por unidad de superficie, para lograr superioridad en los componentes del rendimiento, pues el crecimiento de una población de planta es proporcional a la densidad de población en los primeros estados del desarrollo, Villalobos *et al* (2002).

En referencia al carácter rendimiento de grano, la densidad de siembra con 20 pl/m<sup>2</sup> obtuvo el mayor rendimiento de grano de 1268.33 kg/ha, superando en 6.45% y 17.65 % a las densidades de siembra 25 y 15 pl/m<sup>2</sup>, siendo diferente significativamente; ratificándose la importancia que tiene el número de plantas por unidad de superficie sobre el



rendimiento de grano, lo que coincide con Miranda (2012) quien recomienda establecer un promedio de 20 plantas por metro cuadrado, con la finalidad de obtener inflorescencia de buen tamaño, incidiendo positivamente en la producción de semillas.

Los resultados experimentales reportan que todos los subtratamientos que incluyen a los biofertilizantes Noctin Azo y Nitragin en sus diferentes dosis, superando al testigo carente del biofertilizante fijador de nitrógeno atmosférico; así Nitragin en dosis de 750 cc/ha produjo 1393.11 kg/ha, mientras que el testigo produjo 667.22 kg/ha, existiendo un incremento de 725.89 kg/ha, lo que representa un incremento de 108.79%. los resultados obtenidos demuestran los beneficios del empleo de los biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico en el rendimiento de semillas de chía, estos resultados coinciden con Cruz (2015) que con el empleo de Nitragin en dosis de 360cc/ha, obtuvo mayor rendimiento de grano en el cultivo de maíz, superando en 7.57 % al testigo carente del biofertilizante.

Cuando la chía se sembró con 20 plantas por metro cuadrado en presencia de Nitragin en dosis de 750cc/ha, se logró el mayor rendimiento de semilla de 1553.33 kg/ha y a su vez la mayor utilidad económica por hectárea, ratificándose la importancia del empleo del Nitragin, pues es un producto biológico promotor del crecimiento vegetal y de la actividad

rizosférica en interacción de diversos micro organismos benéficos, incidiendo en el rendimiento de grano, Nitragin Maíz (2009).

Así mismo, el Noctin Azo en dosis de 750 cc/ha en siembras de chíá con 20 plantas por metro cuadrado, alcanzó el mayor rendimiento de grano de 1354.67 kg/ha; pues el Noctin Azo está hecho de una solución concentrada de la bacteria *Azospirillum brasilense*, siendo este un microorganismo fijador de nitrógeno, que promueve la elongación de las raíces, aumentando la densidad y longitud de los pelos radiculares, MASAGRO (2004); esto ocasiona una mayor capacidad de absorción de nutrientes, originando incrementos en el rendimiento de los cultivos.

En definitiva, se puede deducir que para lograr incrementos en el crecimiento de las plantas y por ende en el rendimiento de grano, sin causar daño a los suelos y al medio ambiente, se recomienda la utilización de biofertilizantes que contengan la bacteria *Azospirillum brasilense*, pues fijan el nitrógeno atmosférico, originando disminución en el costo del programa nutricional, y logra que los genotipos expresen su potencial de rendimiento.

## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinearán las siguientes conclusiones:

1. Las densidades de siembra influyeron significativamente en los caracteres evaluados.
2. La densidad de siembra de 25 pl/m<sup>2</sup> produjo plantas de mayor altura.
3. Con la densidad de siembra de 20 pl/m<sup>2</sup> se obtuvo el mayor número de inflorescencias por planta, tamaño y peso de la inflorescencia, siendo diferentes estadísticamente.
4. El mayor rendimiento de grano (semilla) de 1268.33 kg/ha se logró con la densidad de siembra de 20 plantas por metro cuadrado, superando en 6.45 % y 17.65 % a las densidades de siembra de 25 y 15 pl/m<sup>2</sup>, respectivamente.
5. Los biofertilizantes fijadores de nitrógeno atmosférico Nitragin y Noctin Azo difirieron significativamente con el testigo carente del biofertilizante.

6. Cuando se aplicó Nitragin en dosis de 750 cc/ha alcanzó el mayor rendimiento de grano 1393.11 kg/ha, superando en 108.79 % al testigo carente de biofertilizante.
7. El mayor rendimiento de grano (semillas) se obtuvo con la densidad de siembra de 20 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin en dosis de 750 cc/ha, con 1553.33 kg/ha, y a su vez logró la mayor utilidad económica por hectárea.
8. Cuando se aplicó Noctin Azo en dosis 750 cc/ha en siembras de 20 pl/m<sup>2</sup> se alcanzó un rendimiento de 1354.67 kg/ha, siendo el más alto en relación de los tratamientos que incluyen a dicho fertilizante.
9. Todos los tratamientos ensayados lograron beneficios económicos por hectárea como consecuencia del costo de la chía en el mercado.

Analizadas las conclusiones, se recomienda.

1. Sembrar la chía en hileras con una densidad de siembra de 20 plantas por metro cuadrado, para lograr significativos rendimientos de grano.

2. Emplear el biofertilizante fijador de nitrógeno atmosférico Nitragin en dosis de 750 cc/ha, para maximizar el rendimiento de grano en la chíá.
3. Continuar con la investigación en chíá probando dosis diferentes de biofertilizantes de aquellos utilizados en la presente investigación, con la finalidad de lograr altos beneficios económicos sin ocasionar daño al medio ambiente.

## VII RESUMEN

La presente investigación, se realizó en los terrenos de la Granja “San Pablo” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, sembrando chíá (*Salvia hispánica* L.) para probar dos biofertilizantes en presencia de tres densidades poblacionales, con la finalidad de: a) Determinar la densidad de siembra en hileras más apropiado para maximizar el rendimiento de grano; b) Establecer el más apropiado de los productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico para maximizar el rendimiento de la chíá; y, c) Analizar económicamente los tratamientos.

Se estudiaron dos factores: a) Productos orgánicos fijadores de nitrógeno atmosférico Noctin Azo en dosis 600; 750 y 1000 cc/ha y Nitragin en dosis de 450; 600 y 750 cc/ha, además se incluyó un testigo carente del biofertilizante. Las densidades poblacionales fueron: 15; 20 y 25 plantas por m<sup>2</sup>.

Se utilizó el diseño experimental “Parcelas divididas” en tres repeticiones; las parcelas principales corresponden a las densidades poblacionales (tratamientos), y los productos orgánicos fijadores de nitrógeno (subtratamientos) como subparcelas experimentales. La subparcela experimental estuvo constituida por 4 hileras de 5 m de longitud distanciadas a 0.50 m, dando un área de 10 m<sup>2</sup>; mientras que el

área útil estuvo determinada por las dos hileras centrales, definiendo un área de 5 m<sup>2</sup>.

Se evaluaron las variables: altura de planta a los 30 días después de la siembra e inicio de la etapa reproductiva, número de inflorescencias por planta, longitud de la inflorescencia, peso de la inflorescencia, madurez fisiológica, número de plantas a la cosecha y rendimiento de grano. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza. Para las comparaciones de las medias de las densidades poblacionales, dosis de biofertilizantes orgánicos e interacciones, se utilizó la prueba de significancia estadística de Tukey al 95% de probabilidad.

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se concluyó:

1. Las densidades de siembra influyeron significativamente en los caracteres evaluados.

2. El mayor rendimiento de grano (semilla) de 1268.33 kg/ha se logró con la densidad de siembra de 20 plantas por metro cuadrado, superando en 6.45 % y 17.65 % a las densidades de siembra de 25 y 15 pl/m<sup>2</sup>, respectivamente.

3. El mayor rendimiento de grano (semillas) se obtuvo con la densidad de siembra de 20 pl/m<sup>2</sup> en presencia de Nitragin en dosis de 750 cc/ha, con 1553.33 kg/ha, y a su vez logró la mayor utilidad económica por hectárea.
4. Cuando se aplicó Noctin Azo en dosis 750 cc/ha en siembras de 20 pl/m<sup>2</sup> se alcanzó un rendimiento de 1354.67 kg/ha, siendo el más alto en los tratamientos que incluye a dicho fertilizante.
5. Todos los tratamientos ensayados lograron beneficios económicos por hectárea como consecuencia del costo de la chía en el mercado.

Se recomienda:

1. Sembrar la chía en hileras con una densidad de siembra de 20 plantas por metro cuadrado, para lograr significativos rendimientos de grano.
2. Emplear el biofertilizante fijador de nitrógeno atmosférico Nitragin en dosis de 750 cc/ha, para maximizar el rendimiento de grano en la chía.



## VIII SUMMARY

This research was conducted on the grounds of the farm "San Pablo" belonging to the Faculty of Agricultural Sciences, Technical University of Babahoyo in chia (*Salvia hispanica* L.) testing two biofertilizers in the presence of three population densities, with the to: a) determine the density planting more appropriate to maximize grain yield rows; b) Establishing the most appropriate of organic products fixing atmospheric nitrogen to maximize performance of chia; and c) Analyze economically treatments.

Two factors were studied: a) Organic Products Noctin atmospheric nitrogen fixers in doses Azo 600; 750 and 1000 cc / ha and 450 doses Nitragin; 600 and 750 cc / ha, plus a control lacking the biofertilizer was included. Population densities were: 15; 20 and 25 plants per m<sup>2</sup>.

Experimental design "split plot" was used in three repetitions; the main plots correspond to population densities (treatments) and organic nitrogen fixers (subtratamientos) as experimental subplots. The experimental subplot consisted of 4 rows of 5 m in length spaced at 0.50 m, giving an area of 10 m<sup>2</sup>; while the useful area was determined by the two central rows, leaving an area of 5 m<sup>2</sup>.

variables, plant height at 30 days were evaluated after planting and beginning of the reproductive stage, number of inflorescence per plant, length of inflorescence, inflorescence weight, physiological maturity, number of plants to harvest and yield grain. All variables were subjected to analysis of variance. statistical significance test of Tukey to 95% probability was used for comparisons of mean population densities, doses of organic biofertilizers and interactions.

Based on the analysis and statistical interpretation of experimental results, it was concluded:

1. Planting densities significantly influenced the characters evaluated.
2. The highest grain yield (seed) of 1268.33 kg/ha was achieved with planting density of 20 plants per square meter, exceeding 6.45 % and 17.65 % at stocking densities of 25 and 15 pl/m<sup>2</sup>, respectively.
3. The highest grain yield (seed) was obtained with planting density of 20 pl/m<sup>2</sup> in the presence of Nitragin in doses of 750 cc/ha, with 1553.33 kg / ha, and in turn achieved the highest economic benefit per hectare-

4. When Noctin Azo dose was applied in 750 cc/ha in planting 20 pl/m<sup>2</sup> a yield of 1354.67 kg/ha was reached, being the highest in treatments including said fertilizer.
  
5. All tested treatments achieve economic benefits per hectare as a result the cost of chia on the market.

It is recommended:

1. Planting chia in rows with a planting density of 20 plants per square meter, to achieve significant yields of grain.
  
2. Use the fixing atmospheric nitrogen biofertilizer in doses of 750 cc/ha, to maximize the grain yield in chia.

## IX LITERATURA CITADA

Artenio, D., MN. Iglesias., C. Trant., n. Mansilla. 2004. Ensayo de inoculación con *Azospirillum brasilense* en maíz cultivado en suelos de Corrientes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Corrientes, Argentina. 3p.

BOTANICAL s.f.p. Características de la chía. Descripción botánica de la chía (*Salvia hispánica* L.) Disponible en: [http://www.botanialonline.com/semillas\\_de\\_chia\\_descripciòn\\_botanica.htm](http://www.botanialonline.com/semillas_de_chia_descripciòn_botanica.htm).

Busilacchi, H; M. Bueno; C. Severin; O. Di Sapio; M. Quiroga y V. Flores. 2013. Evaluación de *Salvia hispánica* L. cultivado en el sur de Santa Fe. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/suelo.php?Pid=S0258-593620130004000098scr.....>

Centurión, C. 2015. El cultivo de chía. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/salvia-hispanica>.

Cruz, V. J. 2015. Efectos de la aplicación de cuatro biofertilizantes a base de *Azospirillum brasilense* sobre el rendimiento de grano en el cultivo de maíz, en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 65p.

Ferlini; H; S. Diaz y C. Traut. 2005. Beneficios del uso de inoculantes sobre la base de *Azospirillum brasilense* en cultivos extensivos de granos y forrajes. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Argentina. 3p.

García, J; A. Mendoza y N. Mayek-Pérez. 2012. Efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, México. Universidad y Ciencia vol. 28 no. 1. Villahermosa. México. pp: 1 – 5.

González, H. A; D. Pérez; O. Franco; A. Balbuena; F. Gutiérrez y H. Salas. 2011. Respuesta de tres cultivares de maíz a la inoculación con *Azospirillum brasilense* bajo cuatro diferentes dosis de nitrógeno. Universidad Autónoma del Estado de México. Ciencia Ergo Sum, vol. 18, núm, 1. México. pp: 51 – 58.

INFOAGRO. s.f.p. El cultivo de la Salvia. Disponible en; <http://www.infoagro.com/aromaticas/salvia.htm>.

Marko, C. J., M. C. Iglesias. 2004. Utilización de *Azospirillum* AZ39 INTA e inoculación mixtas comerciales en cultivo de soja. Facultad Agraria – UNNE. Corrientes, Argentina.

MASAGRO. 2004. Noctin Azo. *Azospirillum brasilense*. Plegable Técnico. Quito, Ecuador. 2p.

Miranda, F. 2012. Guía técnica para el manejo del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L.), en Nicaragua. Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Exportación e Importación del Norte. Nicaragua 14 p.

Nitragin Maíz. 2009. Gacetilla Técnica. Cód. 278Rev00.

Pérez, C. J. 2009. Extraordinarios resultados en maíz y frejol con biofertilizantes. Disponible en: <http://www.biofabrica.com.mx/blog/?tag=azospirillum-brasilens>.

Valencia. T. I. 2013. Efectos de la aplicación de cuatro dosis del biofertilizante Fertibacter en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 73p.

Villalobos, F; L. Mateos; F. Orgaz y E. Fereres. 2002. Fitotecnia. Bases y tecnologías de la producción agrícola. Densidad y competencia en los cultivos. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. pp: 157 – 158.

WIKIPEDIA. Salvia hispánica. Disponible en:  
<http://es.wikipedia.org/wiki/salvia-hispanica>.

# Alexos

## **Aplicación del Riego**



## **Fertilización**





## Control de malezas



## Altura de Planta





## Numero de inflorescencias por planta





### **Tamaño de las inflorescencias**



### **Número de plantas a la cosecha**



## Peso de las inflorescencias





## Rendimiento de grano

