



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS  
LABORATORIO DE EDAFOCLIMATOLOGÍA**

**TITULACIÓN POR ETAPAS**

**APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS PARA EL  
CRECIMIENTO Y DESARROLLO ÓPTIMO DE *SALVIA HISPÁNICA L.*  
EN TOCHIMILCO, PUEBLA.**

P R E S E N T A:

**Evelyn Camacho Hernández**

D O C T O R:

**Dr. Isaac Tello Salgado**

**CUERNAVACA, MORELOS**

**DICIEMBRE, 2020**

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	4
II. ANTECEDENTES .....	7
2.1. LA CHÍA ( <i>SALVIA HISPÁNICA L.</i> ) .....	7
2.1.1 Clasificación taxonómica .....	7
2.1.2 Características.....	8
2.1.3 Requerimientos edafoclimáticos.....	10
2.1.4 Ciclo vegetal .....	12
2.1.5 Particularidades del cultivo .....	13
2.2. ABONOS ORGÁNICOS .....	18
2.2.1 Abonos orgánicos como fuente de nitrógeno, fosforo y potasio para el suelo .....	19
2.2.2 Los abonos orgánicos como fuente de microelementos y enmienda para los suelos.....	20
2.2.3 Bionitro .....	20
2.2.4 Foliar.....	21
2.2.5 Composta .....	23
2.3 Proyectos realizados con chía .....	24
III. JUSTIFICACIÓN .....	25
IV. HIPOTESIS.....	26
V. OBJETIVOS .....	26
5.3 Objetivo general.....	26
5.3.2 Objetivo específico .....	26
VI. METODOLOGÍA.....	27
6.1 Área de estudio.....	27
6.1.1 Clima.....	28
6.1.2 Hidrografía.....	28
6.1.3 Uso de suelo y vegetación .....	29
6.1.4 Edafología.....	29
6.2 Trabajo de campo.....	30
6.2.1 Datos del crecimiento y desarrollo de la Chía .....	31

---

6.2.2 Cosecha.....	31
6.3 Trabajo de laboratorio.....	32
6.3.1 Color en Húmedo y seco.....	32
6.3.2 Densidad aparente y densidad real por medio del picnómetro.....	32
6.3.3 Textura por el método de Bouyoucos.....	33
6.3.4 Materia orgánica.....	33
6.3.5 pH.....	34
VII. Resultados.....	35
7.1 Mediciones botánicas.....	35
7.1.1 Altura de la planta.....	35
7.1.2 Longitud y diámetro de las espigas.....	36
7.1.3 Rendimiento.....	37
7.2 Parámetros físicos del suelo.....	38
7.2.1 Color.....	38
7.2.2 Densidad aparente y densidad real.....	40
7.2.3 Textura.....	42
7.3 Parámetros químicos.....	44
7.3.1 Materia orgánica.....	44
7.3.2 pH.....	46
VIII. CONCLUSIONES.....	47
IX. ANEXO.....	47
Tabla 4 ANOVA.- Gráfica Altura de los 4 tratamientos.....	47
Tabla 5 Tukey.- Altura de los 4 tratamientos.....	48
Tabla 6 ANOVA.- Diferencia de longitud de espigas.....	48
Tabla 7 Tukey.- Diferencia de longitud de espigas.....	48
Tabla 8 ANOVA.- Diferencia de diámetros de las espigas.....	49
Tabla 9 Tukey.- Diferencia de diámetros de las espigas.....	49
X. FUENTES DE CONSULTA.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

La chía es una planta anual que pertenece a la familia Lamiaceae. Fue conocida por las culturas mesoamericanas de México y Guatemala desde 3500 años a. C. En la época prehispánica, se considera que la chía fue el tercer cultivo en importancia económica, antecedido por el maíz y el frijol (Rovati *et al*, 2012).

Al descubrirse las propiedades nutricionales, hoy en día la chía es apreciada por su contenido nutricional en proteínas, fibras y ácidos grasos, principalmente linolénico (omega 3). La chía se desarrolla en ambientes tropicales y subtropicales, óptimamente adaptada a alturas desde 400 a 2500 msnm, alturas por debajo de los 200 m no son adecuadas para su cultivo (Orozco *et al*, 2014).

La semilla de chía es apreciada por su contenido de proteínas (20%), fibras (25%) y ácidos grasos, entre los que sobresale el linolénico (60%) de la serie Omega 3 (Hernández y Miranda, 2008). Por otro lado, Sandoval y López (2013) reportan que el contenido de proteína en las semillas de chía es mayor que la mayoría de los granos tradicionalmente utilizados; contienen aproximadamente 39-23%, que es más alto que el del trigo (34%), maíz (34%), arroz (8.5%), avena (35.3%) y cebada (9.2%).

Sin embargo, la importancia de este cultivo, es que presenta mayores precios en el mercado, que el amaranto y el maíz. En el año 2016, en el ámbito nacional, se reportan superficies de siembra del cultivo 5556 ha de chía; siendo Jalisco el mayor estado con superficie sembrada con 4733 ha, mientras que a nivel de estado de Puebla es de 373 ha, el cual es repartido en varias regiones.

Los rendimientos promedios por ha son de 720 a 3000 kg a nivel nacional y de 500 a 820 kg en el estado de Puebla (SIAP, 2016). De acuerdo a la literatura, los cultivos de granos ancestrales, se consideran innovadores y, en el sistema orgánico presentan una mejor calidad y rendimientos similares a los cultivados bajo el sistema convencional, y en algunos casos incluso mayores. (Hernández y Miranda, 2008; Sandoval y López, 2013).

La composición de los abonos orgánicos debe cumplir con características que mejoren la fertilidad de los suelos, el suministro y disponibilidad de los nutrimentos necesarios para el cultivo, aumentar la penetración del agua y humedad, y mejorar la actividad microbiológica del suelo. Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno). (Orozco et al, 2014).

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas.

Existen varios tipos de abonos orgánicos por ejemplo: Estiércol, guano, humus de lombriz, bionitro, composta, zeolita, estiércoles de animales, entre otros. (López et. al. 2001)

Sin embargo toda la producción es basada en el uso de agroquímicos y es necesario buscar alternativas que no modifiquen la estructura del suelo, factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas; someter el terreno a un intenso laboreo y compresión mecánica tiende a deteriorar la estructura. El uso de abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos de cosecha) se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mantener y mejorar la estructura del suelo, aumentar la capacidad de retención de humedad y facilitar la disponibilidad de nutrimentos para las plantas (López et. al. 2001) Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece

grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 1980).

En este proyecto se utilizarán algunos de los abonos orgánicos mencionados para poder determinar cuál es el más adecuado para el uso del suelo y a su vez que ayude al rendimiento y crecimiento óptimo de la chía.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. LA CHÍA (*SALVIA HISPÁNICA L.*)

La chía tiene una larga historia como alimento humano. Su domesticación se remonta a los antiguos mexicanos en el año 2600 a.C. El amaranto, los porotos, la chía y el maíz comprendían los componentes principales de las dietas de las civilizaciones aztecas y mayas, cuando Colón llegó al Nuevo Mundo estas civilizaciones consumían como alimento la chía. Pero en si la conquista española trajo consigo el trigo la cebada cultivos que eran de mayor producción en cuanto a volumen y laboreo agronómico a cambio de la chía que al ser un grano considerado como sagrado y su recolección difícil de hacerlo hizo a los conquistadores hacer desaparecer el cultivo siendo más el desconocimiento absoluto de las propiedades del grano. (Coates y Ayerza, 2006)

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Lamiales
<b>Familia</b>	Lamiaceae
<b>Genero</b>	<i>Salvia</i>
<b>Especie</b>	<i>Hispánica</i>
<b>Nombre común</b>	Chía

Tabla 1: Taxonomía de Chía. (Carlos Linneo, 1753)

## 2.1.2 Características

- Botánicas

La *Salvia hispánica* L.

Pertenece a la familia de las Lamiaceae (familia de las mentas). Es una hierba anual que mide entre un metro y un metro y medio.

- Raíz

El sistema radical es bien desarrollado y fibroso. Está formado por una raíz principal, muy ramificada (De kartzow, 2013). Su sistema radicular es superficial (raíces penetran en el suelo hasta 20 cm de profundidad) (Coates *et al*, 2006).

- Tallo

Botánicamente es una planta herbácea anual que mide 3 a 3.5 m de altura, su tallo posee un diámetro promedio de 2 cm, ramoso, ramificado, aromático, de sección cuadrangular y pubescente. El indumento es abundante, posee tricomas glandulares. En tallos jóvenes se observan estomas (Di Sapio *et al*, 2012).

- Hojas

Las hojas son simples, opuestas, enteras, oval- elípticas, de 8-32 cm de longitud y 4-7 cm de ancho, margen dentado-acerrado, pinnadas, nervaduras prominentes en el envés, pubescentes, peciolo de 3-3 cm, en la parte superior y 5 -7cm en las ramificaciones inferiores además tiene un alto contenido de aceites esenciales, los cuales actúan como un repelente de insectos en extremo (Di Sapio *et al*, 2012).

- Flor

Presenta flores pediceladas reunidas en grupos de síes o más en verticilos sobre el



raquis de la inflorescencia; el cáliz es pubescente y bilabiado, y la corola es de color morado, azul o blanco, monopétalo y bilabiado; y aparecen en ramilletes terminales (Pastor, 2015). Los estambres son 2 y están unidos por un conectivo que se articula a filamentos cortos que se insertan en la corola. El ovario es supero, bicarpelar y tetralocular, en la base se encuentra un disco nectarífero. El estilo es glabro, glanduloso en la base y su estigma tiene dos 20 ramificaciones. Las anteras y el estigma están cubiertos y protegidos por la gálea. La polinización es entomófila (Hernández *et al*, 2008).

- Fruto

Es un carcérulo (fruto formado por varios carpelos cerrados que encierran cada uno varias semillas) que produce 3 a 4 mericarpos indehiscentes llamados clusas incluidos en el cáliz. Las clusas son monoespermicas, ovoides, semétricas dorsiventralmente y de tamaño 3.5 a 2 mm de longitud y 3 a 3.2 mm en el diámetro medio. En cuanto al color, se presenta pardo grisáceo, con abundantes manchas de contornos irregulares de color castaño oscuro, en menor proporción se observan de color blanquecino (Di Sapio *et al*, 2012).

- Semilla

La semilla es un aquenio indehiscente, rico en mucilago, fécula y aceite; ovalado, albuminoso, suave, solo una clusa, ocupa todo el volumen del fruto y mide entre 3,5 y 2,0 mm de longitud (Di Sapio *et al*, 2012)

### 2.1.3 Cultivares de chía

Las semillas de chía se consiguen en dos variedades: negra y blanca. La blanca (conocida como la salba), de mayor precio en el mercado suele ser difícil de conseguir comercialmente. Por su parte, la negra suele tener pequeñas cantidades de semillas blanca, sin embargo, no parece haber gran diferencia desde el punto de vista nutricional entre ambas (BLOGESP, 2014). Ambas semillas son una variedad de (*Salvia hispánica L.*) y ambas están muy cerca en temas de nutrición. En términos generales, las semillas blancas tienen un poco más de proteína y un sabor más suave, mientras que las de color negro se cree que contienen más antioxidantes, pero esto no tiene un amplio apoyo. De cualquier manera, la Chía es un alimento muy nutritivo, ya sea negra o blanca (CHIA DIRECT, 2012).

### 2.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

- Precipitaciones

Por lo regular la planta de chía requiere suelo húmedo para germinar, pero una vez que se han establecido las plántulas, se comportan bien con cantidades limitadas de agua, aunque pueden crecer con un amplio rango de precipitaciones. Puede cultivarse en seco con solo 400 mm de lluvia, o con lluvias de hasta 3.300 mm (Cabrera, 2013). 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 (Pizarro, 2013). Puede cultivarse en seco con sólo 40 mm de lluvia, como en el valle de Lerma, Salta, o con lluvias de hasta 3300mm como en el valle del Cauca en Colombia. En ambos lugares se registraron buenos rendimientos (Coates y Ayerza, 2006).

- Fotoperiodo

El cultivo de chía es sensible al fotoperiodo, la estación de crecimiento depende de la latitud en la cual se realice el cultivo (Pizarro, 2013).

- Temperatura

La chía es un cultivo que crece en condiciones tropicales y subtropicales. Su temperatura mínima es el 33° C y la máxima de 36° C y la óptima de 38° C (Coates y Ayerza, 2006).

- Humedad

La semilla de chía necesita suelo húmedo para brotar, pero una vez que se han establecido las plántulas, se comporta bien con cantidades limitadas de agua, aunque puede crecer con un amplio rango de precipitaciones (Recalde, 2013). La humedad relativa requerida de 40 y 70%. Además, no es tolerante a heladas y no crece ni fructifica (Coates y Ayerza, 2006).

- Viento

Se recomienda colocar en sectores con vientos menores a 20 km/hora, debido a que la planta se tiende (Miranda, 2013).

- Altitud

Las zonas para el cultivo se encuentran, según el clima, en altitudes de máximo 3800 a 2600 msnm (Pastor, 2015).

- Suelo

La chía prefiere suelos ligeros a medios, bien drenados, no demasiado húmedo, fértiles con pendientes menores al 20% de desnivel y con poco historial de malezas (Miranda, 2013). Favorecen su crecimiento la disponibilidad de una amplia variedad de niveles de nutrientes y humedad, esta última sobre todo para la germinación. Sin embargo, una vez establecida, la plántula se comporta bien con cantidades limitadas de agua. Como la mayoría de las salvias, es tolerante respecto a la acidez y a la sequía, teniendo un pH óptimo entre 6.5 a 7.536. Se desarrolla mejor en suelos arenoso-limosos, aunque puede crecer en los arcillo-limosos si tienen un buen drenaje. Las observaciones de campo indican que la chía crece bien en suelos que contienen una amplia variedad de niveles de nutrientes, es decir un suelo que tenga micro, macro nutrientes y materia orgánica es apto para el cultivo de la chía. Sin embargo, parecería que el bajo contenido de nitrógeno constituye una barrera

significativa para obtener buenos rendimientos de semilla. Se necesita más investigación para establecer con precisión los requerimientos de fertilizantes (Arroyo, 2013).

## 2.1.4 Ciclo vegetal

- Germinación

La facultad germinativa de la chía se mantiene durante un periodo de 5 años, aunque prácticamente de la utilización no debe pasar los dos años, ya que, a medida que pasa el tiempo, disminuye la capacidad de germinación (Martínez, 2013).

- Ramificación

La ramificación en el cultivo de la chía empieza a los 30 o 40 días dependiendo la altura se encuentre sembrada (Pastor, 2015).

- Espigado y floración

Las primeras espigas se hacen los 60 días y junto ellas primeras inflorescencias (Martínez, 2013).

- Ciclo vegetativo

El cultivo de chía tiene un ciclo aproximado de 90 a 350 días entre siembra y cosecha, dependiendo de la latitud (De kartzow, 2013). Las investigaciones realizadas en Argentina donde afirman que el ciclo biológico dura entre 330 a 380 dependiendo a la latitud (360 días a 25°Ls) (Coates et al. 1998). La ramificación empieza aproximadamente a los 60 días y la maduración se hace presente a los 320 días lo cual demuestra su color característico café en las espigas (Martínez, 2013).

## 2.1.5 Particularidades del cultivo

- Preparación del terreno

Una aradura profunda un mes antes de la siembra para eliminar las malezas y/o rastrojos de cultivos anteriores. Una rastreada para dejar uniforme la superficie del suelo, ideal para una buena germinación. Los terrones del suelo deben ser pequeños para facilitar la emergencia de la semilla (Cabrera, 2013).

- Selección de la semilla

Se recomienda clasificar el mejor grano para utilizarla como semilla apta, para esto es necesario que el productor seleccione la mejor planta , esto quiere decir que esté libre de manchas foliares, floración sin presencia de enfermedades, plantas robustas, color verde, bien ramificada, con espiga floral mayor de 7 pulgadas de largo y cuando haya encontrado estas características por planta debe marcar con un cintillo de color para aporrear de forma separada evitando así la mezcla de semillas no deseadas. Para lograr la limpieza y selección de la semilla se recomienda el uso de mayas metálicas o tamices conocido popularmente como zaranda de 2x2 mm, y con la ayuda de abanicos se puede eliminar la semilla vana u otras impurezas (Miranda, 2013).

- Semilla

La semilla debe tener un porcentaje no menor al 80% de germinación.

- Desinfección de semillas

Una vez que la semilla ha sido despolvada y seleccionada se recomienda el uso de un fungicida para protegerla de plagas y enfermedades del suelo. Se puede utilizar vitavax en dosis de 0.8 gramos por libra de semilla (Cabrera, 2013).

- Siembra

Usar semilla de alto poder germinativo, etiquetada, enumerada y fiscalizada. Sembrar a una profundidad no más de 3cm, o al ras del suelo. Realizar la siembra en surcos corridos en chorros (aprox. 25 a 30 pl/m) y a un distanciamiento entre hileras de 70 cm. Utilizar un paquete de 2 a 3kg.Ha (Cabrera, 2013).

- Densidad y distanciamiento de siembra

A nivel de pequeños productores se recomienda sembrar en un metro lineal debe tener 25 a 30 plantas (600.000 a 650.000 Plantas/has. A nivel de grandes productores se recomienda (750.000 a 800.000 plantas/ha (Cabrera, 2013). Un distanciamiento adecuado en un cultivo hace que pueda evitarse muchos factores perjudiciales en la planta, tales como contagio de enfermedades y plagas de una forma rápida, desde luego también se pueden mencionar factores beneficiosos como facilitar los cuidados de mantenimiento, mejora la productividad ya que aprovecha de una mejor manera la energía luminosa (Barros y Buenrostro, 1997). La siembra en surcos es a chorro continuo separada a 60 cm entre surcos (Coates y Ayerza, 2006). En Chile, según antecedentes relevantes del cultivo de otros países, consideran para su establecimiento dosis de siembra de 3 a 8 kg/ha (promedio de 6 kg/ha) y siembra directa en hileras a 0.7- 0.8 m de distancia (ideal 0.6 m), a chorro continuo (De kartzow, 2013). Una densidad de siembra promedio de 400 000 a 600 000 plantas/ha, a un distanciamiento entre hileras de 60 a 80 cm con 25 a 30 semillas por metro lineal (Villanueva, 2014).

- Siembra mecanizada

La siembra se debe realizar con máquinas de chorro fino es decir chorro continuo en hilera, a distancia de 0.60 m a una profundidad de 3 cm. (Pastor, 2015).

- Control de malezas

Se debe tener cuidado con el control de maleza de pre siembra, por lo que se requiere de aplicaciones de herbicidas antes de la siembra. El cultivo de chía es susceptible a la competencia de las malezas, ya que estas al tener un crecimiento agresivo, superan el tamaño de la chía y le proporciona sombra, le quitan espacio y nutrientes. Para mantener un control adecuado de la maleza a los 30 días después de la siembra se debe desmalezar manualmente (Miranda, 2013). Los primeros 45 días son críticos porque la chía crece muy despacio durante el periodo y las malezas, principalmente las latifoliadas, pueden competir con ella por luz y nutrientes (Ramiro, 2009). El crecimiento de la planta de Chía es muy lento en su etapa de inicio de desarrollo vegetativo generando uno de los mayores problemas como es la competencia con la Maleza ya que esta crece dos veces más rápido que la chía, por lo que se recomienda lo siguiente: Sembrar 24hrs después de aplicado el herbicida post emergente. Si el suelo es muy pedregoso y con alta pendiente mayor al 20% es muy seguro que haya presencia de maleza en los primeros días después de sembrado por tal razón se recomienda a los 35 DDS, realizar control manual de la maleza con la ayuda de macanas, 26 machetes o azadón. A los 40 DDS, se recomienda hacer un tercer control de maleza o desmatona que consiste en eliminar todas las malezas que van invadiendo el espacio de la planta de Chía (Miranda, 2013).

- fertilización

Lo más recomendable es realizar análisis físico químico del suelo, pero cuando no se realiza y por tanto no conocemos el estado nutricional del suelo, tomando en cuenta esto se recomienda el uso de fertilizantes balanceados y foliares durante el crecimiento vegetativo (Coates, et al, 1998). Estudios realizados en Arica, menciona que las necesidades nutricionales estimas para el cultivo (NPK: 53 - 43 - 60). Con el aporte anterior se cubrirían los requerimientos de nitrógeno y fósforo. Los requerimientos de potasio deberían ser cubiertos por la fertilidad base del suelo (De kartzow, 2013). Actualmente no son conocidos los requerimientos de macro y micronutrientes que la planta de chía demanda a lo largo de su ciclo de vida. A pesar de lo anterior, productores del noroeste de Argentina aplican 35 a 45 kg de nitrógeno y 37 kg de fósforo. Productores de México utilizan principalmente nitrógeno, en dosis

de 68 kg por hectárea (Coates y Ayerza, 2006). Generalmente se realiza aportando estiércol de unos 300 kg/ha o bien aplicando 50 unidades de Nitrógeno, 300 de Fósforo y 30 de Potasio (Gutiérrez., 2013). La fertilización realizada, para densidades de siembra de Chía (*Salvia hispánica L.*) en condiciones de irrigación Majes Arequipa fue de esta manera; N - 200, P - 350, K - 360, S - 45, MgO - 20, CaO - 50 (Pauca, 2015). En estudios realizados en asunción la necesidad nutricional se detalla de la siguiente manera: materia orgánica 3.5%, pH 6.5-7.0, fosforo 23 ppm, potasio 0.32-0.3 kg, calcio de 2.53 a 6 kg, magnesio 0.4 a 0.8 kg, sodio 0.32-0.3 kg, aluminio 0.4-0.9 kg (Ayala., 2013).

- Plagas y enfermedades

La planta elabora un aceite el cual repela plagas enfermedades por lo cual hasta el momento no se ha encontrado ni una sola plaga tampoco enfermedad, lo cual es un cultivo resistente a plagas y enfermedades (PRO EXPANSIÓN, 2014). Es muy resistente a enfermedades. Respecto a plagas, tampoco presenta problemas ya que sus aceites son repelentes naturales de insectos. Se requiere, eventualmente, del control de hormigas (De kartzow, 2013).

- Cosecha

Desde la siembra hasta la cosecha son de 320 a 330 días. El indicador de cosecha del cultivo de Chía, es cuando del 80% del follaje de cada planta presenta pérdida de color tornándose color oscuro dando la apariencia de sequedad o muerte, en este momento se debe cortar a ras del suelo la planta formando pequeños moños sobre los surcos para terminar su secado y evitar pérdidas de pos cosecha se recomienda utilizar plástico negro para proteger de las lluvias los moños de plantas de Chía, una vez secada la planta se realiza el aporreo con ayuda de palos cortos se golpea sobre una carpa de plástico, se recomienda realizar el despolvado con ayuda de abanicos y



cedazo fino de 2x2 mm cuadrado. El corte se inicia próximo a los cuatro meses después de la siembra. El ramillete (Inflorescencia), debe tener un color herrumbre para el inicio de la cosecha. Se realiza en forma manual con machete, a una altura del suelo de 30 a 35 cm. Hacer el corte preferentemente desde las 30 horas hasta las 36 horas. La planta desarrolla ramificaciones en ramilletes y éstas a la vez poseen capsulas (indehiscentes) donde se encuentra las semillas, normalmente siguen floreciendo. Cada planta debe tener 40 a 50 ramilletes como mínimo con una longitud de 35 a 20 cm de cada ramillete, para una óptima cosecha (Cabrera, 2013). La cosecha debería realizarse los primeros días de junio con cosechadora mecánica. A este respecto es importante hacer notar que se deben hacer ajustes y/o modificaciones en esta maquinaria, a efectos de trabajar eficientemente (sin pérdidas) con una semilla tan pequeña. Una vez cosechada la semilla, esta debe ser limpiada en una seleccionadora de semillas para su posterior ensacado. Se debe tener cuidado en poner una malla fina en la última zaranda de la seleccionadora, para no perder semilla en el proceso (De kartzow, 2013).

- Ventilación

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 (Rovati, 2007).

- Conservación

Es aconsejable guardar el producto en lugares secos con no mayor a 60% de humedad relativa ambiente (Coates y Ayerza, 2006).

- Almacenamiento

Se recomienda guardar el grano a una humedad del 33%.

- Rendimiento

En el Perú ya existe experiencia de producir semilla de Chía, se desarrolló en la costa, con buena adaptación y rendimientos que van de 800 a 3.350 kg/ha (De kartzow, 2013). En la zona central norte del país a 2200 msnm., el rendimiento promedio ha sido de 3200 Kg/ha y en la costa ecuatoriana a 3300 msnm es de 450 Kg/ha (Rovati, 2007). La producción mundial es entre 4.000 a 30.000 ha, con rendimientos entre 300 y 800 kg/ha, con una tendencia a incrementarse (Vargas, 2012).

- Calidad

La calidad mejora con la altura del nivel del mar, es así que en la sierra norte se obtuvo un 30% de aceite de omega 3 y en la costa a nivel del mar se obtuvo un 28% de aceite de omega 3 (Poehlman, 1998).

## 2.2. ABONOS ORGÁNICOS

La utilización del abonado orgánico en los suelos, con el objetivo de elevar la fertilidad de los mismos y por ello los rendimientos de las cosechas, es una práctica tan antigua que se remonta prácticamente a los inicios de la agricultura, sin embargo, ella fue excluida o no tomada en su debida importancia después que se empezaron a usar otras fuentes de nutrientes minerales y se comenzaron a sintetizar los primeros fertilizantes químicos, los cuales como es conocido poseen una concentración mayor de elementos nutritivos por unidad de peso como fuente de nitrógeno, fosforo y potasio para los suelos. Los abonos orgánicos tienen unas propiedades que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este (González, 1995). El estiércol es el nombre que se le da a los excrementos de los animales y son utilizados para fertilizar los cultivos. En ocasiones, el estiércol está constituido por excrementos de animales y restos de las camas, como sucede con la gallinaza. En agricultura se emplean principalmente los desechos de ganado vacuno, de caballo, de gallina (gallinaza), cabras, cerdos y ovejas; para usar éstos los mismos deben estar descompuestos. La manera de acelerar la descomposición de los mismos es haciendo bultos, los cuales se guardan por un periodo no menor de tres meses,

antes de distribuirlos en el campo. Al usarlos, es conveniente incorporarlos al suelo lo más pronto posible para reducir su desecación (Bardales, 2006).

### 2.2.1 Abonos orgánicos como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio para el suelo

El nitrógeno ocupa un lugar preponderante entre todos los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, sin embargo, la mayoría de los suelos agrícolas del mundo, sometidos a una explotación intensiva, no contienen de forma general la concentración necesaria de este elemento que permita satisfacer la demanda creciente que las altas cosechas y los cultivos continuados requieren, por lo que se hace imprescindible aplicar al suelo cantidades adicionales para alcanzar este objetivo. Al fósforo se le concede un gran interés por ser un elemento esencial para el crecimiento de los cultivos, por otra parte, las fuentes para el suministro de fósforo son caras y tienen un carácter finito lo que hace necesario la búsqueda de materiales que sean capaces de brindar, no solo una determinada cantidad de este elemento, sino también, que mejoren la efectividad del contenido en el suelo y el añadido con el fertilizante. Al igual que sucede en los casos del nitrógeno y el fósforo, cuando se adiciona cualquier material orgánico al suelo, se va a incorporar también una determinada cantidad de potasio; composición química de varios estiércoles animales fluctúa entre 0.33% de K, en las aves hasta 0.82% de K y añade que esto puede suceder por el tipo de alimentación considerando que las variaciones van a estar dadas por el tipo de animal, el forraje que reciba y el mantenimiento que se le brinde. Entre los materiales estudiados, los abonos orgánicos parecen entonces ofrecer, desde este punto de vista, una alternativa promisorio como se puede observar en los numerosos trabajos que con este objetivo se han realizado (González, 1995).

## 2.2.2 Los abonos orgánicos como fuente de microelementos y enmienda para los suelos

Las plantas no solo necesitan del nitrógeno, fósforo y potasio para su desarrollo normal, sino también requieren de microelementos, aunque en concentraciones menores. Debido a que en su mayoría los abonos orgánicos son residuos agrícolas o industriales, van a contener mayor o menor medida estos elementos químicos. Los abonos orgánicos, como enmiendas en los suelos debido a su composición, al incorporarse al suelo van a mejorar un grupo de características y propiedades del mismo, tales como, el contenido y calidad de la materia orgánica, el pH, la capacidad de cambio catiónico, la estructura, la porosidad, la densidad aparente y otras, que tienen una enorme influencia en la fertilidad y productividad agrícola, por lo que son considerados como materiales enmendantes por excelencia, por numerosos investigadores (González, 1995).

## 2.2.3 Bionitro

El bionitro contiene características que benefician al suelo, mejoran la agricultura y por ende el producto de la cosecha. Se considera que también ayuda a suprimir patógenos que pueda desarrollarse durante el cultivo agrícola. (González, 1995)

El bionitro contiene

- Bacterias fototropicas: *Actinomycetes* y *Streptomyces*
- Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida*
- Bacterias de ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* y *Streptococcus lactis*
- Todo lo que contiene bionitro hace muy efectivo en cultivos de trigo, garbanzo, cebada y maíz esto hace que se asimile mejor el potasio. Produce fitohormonas como giberelinas, auxinas y citoquininas que éstas ayudan al desarrollo radicular.

Efectos del bionitro en el desarrollo de los cultivos agrícolas. (González, 1995)

- En las semillas ayuda en el aumento de velocidad de germinación, el crecimiento de tallos y raíces en todo el proceso del crecimiento, y supervivencia de las plántulas.
- En las plantas genera supresión de enfermedades e insectos de los cultivos, incrementa el crecimiento y productividad de los cultivos e incrementa la fotosíntesis de la plántula haciendo un mejor desarrollo foliar
- En los suelos mejora las características fisicoquímicas y biológicas, sus condiciones físicas, mejora la estructura, reduce la compactación, incrementa los poros y mejora haciendo que penetre más el agua disminuyendo la frecuencia de riego en las plantas cultivadas y evita las erosiones del suelo.

Efectos de bionitro en condiciones químicas del suelo (González, 1995)

- Mejora la disponibilidad de nutrientes como es el fósforo, calcio y potasio
- Separa las moléculas que los mantienen fijos haciendo una disgregación y haciendo más fácil la absorción de nutrientes en las raíces

Efectos del bionitro en la microbiología del suelo

- Ayuda a suprimir y controlar los microorganismos fitopatógenos. (Martínez, 2011)

## 2.2.4 Foliar

La fertilización foliar sirve cuando hay déficit de nutrición en el suelo, esta técnica la hace a través de su follaje de las plantas, rociando fertilizantes disueltos en agua directamente en las hojas favoreciendo más dicho proceso y es más viable que aplicar fertilizantes directos en el suelo ya que lo asocian con mayor rendimiento y calidad de fruto. (Fernández, 2015)

*“Las plantas absorben los nutrientes que necesitan por la raíz. En el caso de los principales nutrientes como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S), la fertilización foliar solo se utiliza para cubrir las necesidades puntuales de nutrientes. Lo contrario ocurre con los micronutrientes como el boro (B), hierro (Fe), manganeso (Mn),*

*molibdeno (Mo), cobre (Cu) y zinc (Zn): con estos nutrientes la fertilización de la planta se produce exclusivamente a través de las hojas, lo que propicia la fertilización foliar''* (Fernández, 2015)

Este tipo de fertilización es particularmente adecuada para corregir rápidamente y a corto plazo las deficiencias de nutrientes, las deficiencias puntuales que se surgen por diversos motivos cómo:

- La sequía, que conduce a una fijación de los nutrientes en el suelo.
- Una carencia general de nutrientes en el suelo y por lo tanto para las plantas.
- Una reposición demasiado lenta de los nutrientes (mineralización) en períodos de fuerte crecimiento de la biomasa. (Fernández, 2015).

La fertilización foliar tiene una relación positiva y proporcional con el rendimiento agrícola. En dicho sentido, su ganancia estriba en la inclusión de un tratamiento agresivo, constante y rentable para la obtención de productos de mejor calidad, que benefician la imagen de la empresa y obtienen mayor prestancia en el mercado. (Fernández, 2015)

- Permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo.
- Ayuda durante el aporte de nutrientes, cuando hay problemas de fijación en el suelo.
- Permite la aplicación simultánea de una solución nutritiva junto con pesticidas, economizando labores (Villaruel, 2016).
- Es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos. Pues, éstos son los mejores medios para la dosificación conmesurada del cultivo, ya que si se aplican macronutrientes los cuales requieren grande cantidades-, hay riesgo de riesgo de fitotoxicidad, por dosificación errada. (Fernández, 2015)
- Ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas.
- Permite el aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o estrés, como en el caso de sequías, anegamientos o bajas temperaturas. (Fernández, 2015)

## 2.2.5 Composta

- Características.

Es un abono natural que resulta de la transformación de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y vegetal, que han sido descompuestos bajo condiciones controladas. Este abono también se le conoce como "tierra vegetal" o "mantillo". Su calidad depende de los insumos que se han utilizado (tipo de estiércol y residuos vegetales), pero en promedio tiene 3,04% de N, 0,8% P y 3,5% K. Puede tener elementos contaminantes si se ha utilizado basura urbana. Cuando se usa estiércol de vacuno estabulado (leche o engorde) existen riesgos de problemas por sales. En estos casos se debe utilizar una cantidad reducida de estiércol y abundante paja. Es muy apreciado en los viveros, para realizar diversos tipos de mezclas con arena y tierra de capote que sirven para realizar almácigos de hortalizas, flores, arbustos o árboles. (César B., 2006)

- Efectos de la composta en el suelo.

- Estimula la diversidad y actividad microbial en el suelo.

- Mejora la estructura del suelo.

- Incrementa la estabilidad de los agregados.

- Mejora la porosidad total, la penetración del agua, el movimiento a través del suelo y el crecimiento de las raíces.

- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la de los microbios patógenos a las plantas como los nematodos

- Contiene muchos macro y micronutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.

- Provoca la formación de humus, complejo más estable de la materia orgánica que se encuentra sólo en el suelo y es el responsable de su fertilidad natural. (César B., 2006).

## 2.3 Proyectos realizados con chía

La evaluación de las diferentes densidades de siembra y fertilización realizada (Almendariz, 2012), demostró que se puede mejorar los sistemas de producción locales con la diversificación e implementación de chía, pudiendo orientar a una producción orgánica y por ende un producto saludable para los consumidores y mayor competitividad para segmentos de mercados orgánicos. En esta investigación el 27% de incremento del rendimiento de chía fue debido a la longitud de ramas a los 320 días y el 73% restante fue debido a otros factores, como otros componentes del rendimiento y factores que no se evaluaron en esta investigación como temperatura, humedad, etc. En esta investigación en la localidad de San Pablo Viejo la altura de planta redujo el rendimiento en un 49%; esto quiere decir que a menor altura de planta menor cantidad de inflorescencias y por ende menor rendimiento. Investigaciones realizadas (De kartzow, 2013) menciona que el ciclo aproximado es de 360 días entre siembra y cosecha (dependiendo de la latitud), dentro del cual el control de malezas es importante en las primeras etapas. Es resistente a plagas y enfermedades, lo que posibilita su producción orgánica. Sus principales manejos pueden ser mecanizados, lo que reduce importantemente la mano de obra requerida. La producción peruana, de acuerdo a la publicación agraria, fue durante el año 2013 solo experimental y vinculada a la empresa exportadora agrícola orgánica S.A.C., quienes producirán 300 ha distribuidas en Huánuco (30° LS y 76° LW) y Andahuaylas (33°LS y 73° LW). En el Perú ya existe experiencia de producir semilla de Chía, se desarrolló en la costa, con buena adaptación y rendimientos que van de 800 a 3.350 kg/ha. Investigaciones realizadas (Miranda, 2012) donde se reporta que el método de siembra al voleo con cero labranzas es la modalidad de siembra donde no hay preparación del suelo, es la más común en zonas, de pequeños productores que siembran desde 0.5 36 a 3 ms, por lo general practican la siembra en relevo o socio de cultivos que consiste en sembrar la semilla después o durante la cosecha del frijol o maíz. 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 según experiencia de productores de las zonas altas de Sebaco (las minas), ellos recomiendan al menos 32 plantas por m<sup>2</sup>. Esto se menciona en el trabajo realizado " guía técnica para el



manejo del cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*). Las investigaciones realizadas en Argentina (Coates y Ayerza, 2006) donde afirman que el ciclo biológico dura entre 330 a 380 dependiendo a la latitud (360 días a 25°Ls) y (De kartzow, 2013), en las investigaciones realizadas en Chile indica que la emergencia puede ocurrir dependiendo del estado de humedad del suelo de 3 a 35 días y la longitud de la inflorescencia mide de 3 a 4 cm dependiendo a la zona donde se siembra *Salvia hispánica L.*

(Hernández, et al, 2008), "caracterización morfológica de chía (*Salvia hispánica L.*)", donde menciona que la longitud de la inflorescencia a los 320 días, son de menor tamaño que llegan a medir de 8.5 a 9.73 por ubicarse en la sierra del país. Ensayo realizado por (Almendariz, 2012), en "evaluación agronómico del cultivo de chía (*Salvia hispánica L.*), con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo de Atenas, provincia Bolívar" donde menciona que obtuvo un resultado de: emergencia de planta el más tardío fue de 30 días y el más precoz de 6 días; ramificaciones por planta un promedio de 8 ramas por planta; a los 60 días una altura de 50.88cm y a los 320 días una altura de 97.20; longitud de ramas de 23.20cm; longitud de inflorescencia 34.3cm y por último indica que con un distanciamiento de 0.80 cm se obtienen buenos rendimientos de 3888,27 Kg/ha, y recomienda realizar para este cultivo una abonadura orgánica con gallinaza con la relación de 30 Tm/ha por su eficiencia en esta investigación, como una alternativa principal en el mejoramiento de nuestros suelos a mediano y largo plazo. Los ensayos realizados por (Pastor, 2015) en "efecto de seis densidades de siembra en el rendimiento y calidad de *Salvia hispánica L.* CV. Negra en Moche, Trujillo - La 37 Libertad", donde menciona que los mejores resultados se obtuvieron con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos.

En el ámbito internacional, Alemania es un mercado muy interesado en este producto siendo el principal país europeo en consumirlo.

### III. JUSTIFICACIÓN

El manejo inadecuado de los recursos del suelo y el uso de los fertilizantes han provocado la pérdida de productividad agrícola y económica. En los últimos años, debido a la creciente

demanda de las semillas, el cultivo de chíá necesita atención. Se ha propuesto el uso de abonos orgánicos como método alternativo para aumentar la producción agrícola y aliviar los problemas de salud del suelo. La implementación de un sistema de policultivo relacionado con fertilizantes orgánicos en terrazas tiene como objetivo innovar a nivel regional para reflejar el aumento en la producción de semillas.

#### IV. HIPOTESIS

Los abonos orgánicos promoverán con mayor eficiencia el crecimiento y desarrollo óptimo, así mismo generando un producción competitiva para el estado de Puebla de la producción de *S. hispánica L*

#### V. OBJETIVOS

##### 5.3 Objetivo general

Evaluar el rendimiento del cultivo de chíá, utilizando los abonos orgánicos bajo un sistema de parcelas.

##### 5.3.2 Objetivo específico

- Comparar los resultados de crecimiento durante su ciclo vegetativo de cada una de las parcelas
- Evaluar las características físico químicas del suelo al finalizar la siembra
- Analizar el efecto de la composta sobre el rendimiento del cultivo.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el año 2019 en Tochimilco, Puebla con ALT: 2043 m y coordenadas de 38°50'37.3"LN 98°50'37.3"LO. Tiene una altitud promedio de 2,060 m sobre el nivel del mar. El municipio colinda al Norte con el municipio de San Nicolas de Los Ranchos, al Sur con los municipios de Atzitzihuacan y Cohuecán, al Este con los municipios de Tanguismanalco y Atlixco, al Oeste con el estado de Morelos y el volcán Popocatepetl. Se llega por la carretera federal 150. Se localiza a 38 km. de la ciudad de Puebla. (INAFED, 2020)

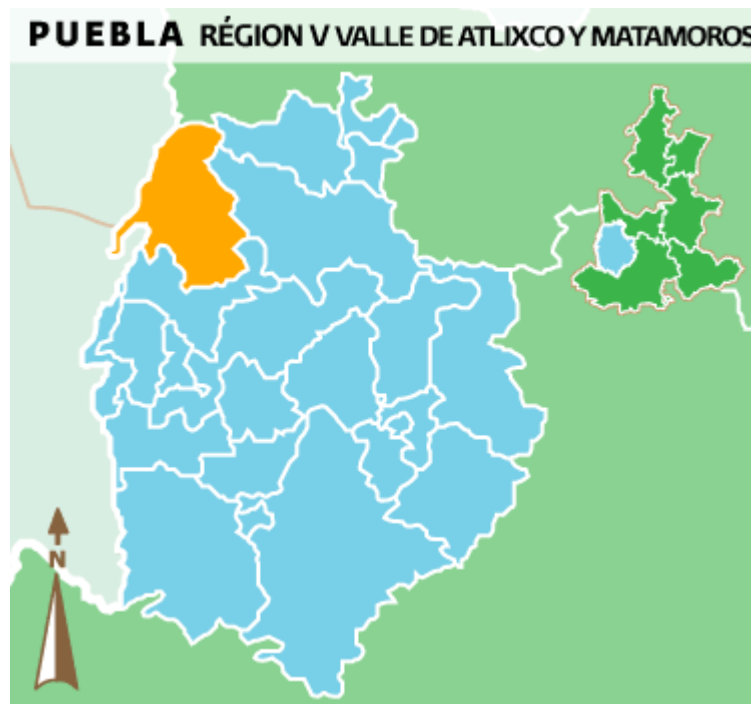


Figura 1. Ubicación del área de estudio

### 6.1.1 Clima

En el municipio se presenta la transición de los climas templados del Valle de Atlixco, los fríos de las partes altas de la Sierra Nevada; su temperatura media anual oscila entre los 12 y 18°C.; conforme se avanza de sur a norte, presenta una disminución constante de temperatura; se identifican cuatro climas: clima semicálido subhúmedo, con lluvias en verano. Se identifica en las áreas más bajas del municipio.

Clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Es el clima predominante, se presenta en las faldas inferiores de la sierra nevada.

Clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Se localiza en la zona intermedia entre las faldas inferiores de la sierra y las partes más elevada del volcán Popocatepetl.

Clima frío. Se identifica en las zonas más elevadas del volcán. (INAFED, 2020)

### 6.1.2 Hidrografía

El municipio pertenece a la cuenca del río Atoyac, una de las cuencas más importantes del estado, es recorrido de norte a sur por gran cantidad de arroyos intermitentes, provenientes de las estribaciones del volcán Popocatepetl que dan origen a la gran cantidad de barracas y varios ríos permanentes que a continuación se describen: el río Atila realiza un recorrido de más de 10 kilómetros y baña la porción centro sur del municipio, para después unirse con el río Nexapa que es afluente del río Atoyac. El río Huetzoyo baña al sur y forma el Axuxuca afluente también del río Atoyac, por último, el Matadero que cruza la población de Tochimilco y baña al sureste para unirse posteriormente al Atila. (INAFED, 2020)

Además los Ventisqueros del volcán Iztaccíhuatl pueden almacenar agua y alimentar poblados y terrenos de sus faldas en épocas de sequía. Las rocas y suelo se dejan infiltrar el agua hasta grandes profundidades, por lo que el pie de los volcanes puede obtenerse agua de pozos durante todo el año. También cuenta con algunos acueductos en Tochimilco y Huilango. (INAFED, 2020)

### 6.1.3 Uso de suelo y vegetación

Uso del suelo: Agricultura (44%) y zona urbana (3%)

Vegetación: Bosque (43%), área sin vegetación aparente (4%), pastizal (3%) y selva (3%)

Los municipios deben estar cubiertos casi en su totalidad por bosques deforestados para usar madera o para incluir estas áreas para plantar; las áreas que aún existen ocupan un área grande y se encuentran en las áreas de la mayoría de las áreas. En la región sur, aparecieron algunos pinos y robles sueltos en la ladera de las montañas de Sierra Nevada, que estaban relacionados con la vegetación secundaria y el amanecer. También aparece en áreas de declive extremo en el sur y sureste, donde hay menos bosques caducifolios y pastizales artificiales. Al pie del volcán, todavía hay vastas áreas de pinos y robles de pino, que se extienden más al norte hasta el área boscosa de oyameles; tiene un cinturón de pinos, pastizales altos y nieve permanente en la parte superior.

Bosque (43%), área sin vegetación aparente (4%), pastizal (3%) y selva (3%) (INEGI, 2009)

### 6.1.4 Edafología

Dentro del territorio, se pueden identificar seis categorías diferentes de suelo:

- Andosol Está ubicado en un área remota en el suroeste; el suelo de origen volcánico está compuesto principalmente de cenizas. (INEGI, 2009)
- Regosol, un suelo atrofiado compuesto de material suelto cubierto de rocas, ocupa el área sur y media entre la pendiente cuesta abajo de Sierra Nevada y la parte más alta del volcán Popocatepetl. (INEGI, 2009)
- El cambisol tiene una fase muy pesada (piedra y piezas delgadas de hierro en el suelo de menos de 7,5 cm de diámetro). (INEGI, 2009)

- Feozem, el nivel del suelo es oscuro, la textura es suave, rica en materias orgánicas y nutrientes, cubre una gran área, pertenece casi por completo al descenso de Sierra Nevada. (INEGI, 2009)
- Fluvisol, ocupa una gran área en el sur y es un suelo formado por los materiales aluviales más recientes, por lo que sus propiedades están estrechamente relacionadas con la estratificación y la reducción irregular del contenido de materia orgánica profunda. (INEGI, 2009)
- El litosol es un suelo de piedra muy delgado con una profundidad de menos de 10 cm, ubicado en la parte más alta del volcán. (INEGI, 2009)

## 6.2 Trabajo de campo

Se realizó un experimento a campo abierto en el periodo de ciclo Otoño a invierno por medio de parcelas, éstas fueron diseñadas con unas dimensiones de 5mx5m, cada una de ellas contuvieron 3 surcos dónde se realizó el cultivo agrícola de la chíá, a continuación se realizó el diseño experimental donde se va a dividir el terreno por cada uno de las parcelas. Observe figura 2.

1	4	5	8	9	12	13	16
2	3	6	7	10	11	14	15

Figura 2. Diseño experimental

Estas nos ayudaron a separar cada uno de los abonos orgánicos que utilizaremos que serán el paquete que contiene bionitro y foliar, composta, bionitro y composta del productor, se

repartieron por el diseño experimental de bloques al azar para la distribución de los 3 diferentes tipos de abonos orgánicos.

Se realizó un muestreo de suelo con una profundidad de 30 cm que se desarrolló al azar para abarcar mayor territorio y fuera más eficiente al momento de que se analizó en el laboratorio.

En el transcurso del crecimiento y desarrollo de la chíá se midieron estos parámetros; altura de la planta, diámetro del tallo por parcela.

Finalizando el periodo de siembra se cosechó para cuantificar por parcela la cantidad obtenida por cada tipo de abono, esto me ayudó a identificar el abono más efectivo.

Y se realizó el último muestreo de suelo con profundidad de 30 cm para la comparación con el primer muestreo y evaluar las diferencias obtenidas.

### 6.2.1 Datos del crecimiento y desarrollo de la Chíá

Para evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos en el crecimiento de la planta, se seleccionaron al azar diez plantas de cada parcela y se realizaron mediciones botánicas, esto se realizó al principio, a mitad de tratamiento y al final antes de la cosecha.

### 6.2.2 Cosecha

El índice de cosecha de los cultivos de Chíá es que cuando el 80% de las hojas de cada planta pierden color, se oscurecen y muestran signos de sequedad o muerte, las plantas se cortan al nivel del suelo en este momento. Se forma una pequeña ranura de cinta en el suelo para completar el secado para evitar pérdidas después de la cosecha. Una vez que las plantas estén secas, use un palo corto para golpear cada una en una tienda de plástico.

Para limpiar las semillas, se separó la cantidad total de semillas para cada tratamiento. (Miranda, 2012)

## 6.3 Trabajo de laboratorio

Se utilizaron diferentes técnicas para obtener la calidad del suelo y ésta será medida por medio de:

### 6.3.1 Color en Húmedo y seco

Con placas de porcelana se añadió cada una de las muestras y se procedió a realizar la identificación con cartas Munsell, se obtuvieron los datos requeridos y posteriormente se añadió agua destilada para humedecer las muestras y hacer otra identificación con las mismas cartas.

### 6.3.2 Densidad aparente y densidad real por medio del picnómetro

Para la densidad aparente. Se pesaron las probetas y se añadió la muestra directamente hasta el parámetro indicado y se dieron 10 golpes suaves, nuevamente se añadió la muestra hasta el mismo parámetro indicado y se pesaron por última vez. Utilizando la fórmula de densidad aparente se obtuvieron los datos requeridos.

Para la densidad Real. Se pesó el número de picnómetros correspondientes al número de muestras previamente colectadas, pesamos 5 gramos de cada una de las muestras, estas se añadieron por separado en cada uno de los picnómetros y se volvieron a pesar.

Se adicionó agua destilada y finalmente se pesó.

Con las formulas proporcionadas se midieron los parámetros correspondientes para identificar el porcentaje poroso.



### 6.3.3 Textura por el método de Bouyoucos

Se pesaron 55 gramos de suelo y fueron colocados en los vasos de bercelius de 400 o 500 ml, añadiremos agua destilada y se mezcló con el agitador de vidrio, posteriormente se secaron las muestras a baño maría o en platina caliente.

Ya una vez seco se pesaron 50 gramos y se agregaron al vaso de la licuadora donde se va adicionar oxalato de sodio y agua destilada, estuvo agitándose por un periodo determinado y posteriormente se pasa aforar a 1000 mililitros con agua, se agitó la muestra por un minuto y se dejó reposar por 40 segundos y tomamos los datos con el hidrómetro y termómetro.

Lo dejamos reposando durante 2 horas más y se realizó la segunda toma de datos con el hidrómetro y termómetro.

### 6.3.4 Materia orgánica

Procedimos a pesar 0.2 gramos de las muestras y se colocaron en matraces de 250 ml donde en él se agregaron los mililitros de dicromato de potasio, ácido sulfúrico y posteriormente se agitó para integrar todo correctamente, seguimos añadiendo agua destilada, ácido fosfórico, el indicador y por último se realizó una titulación.

Procedimos a hacer un blanco con todos los reactivos menos las muestras de colecta para comparación.

### 6.3.5 pH

Pesamos 10 gr de cada una de nuestras muestras en la balanza y se fueron añadiendo cada muestra en un vaso precipitado donde se adicionó agua destilada y se agitaron, con el potenciómetro ya calibrado con los respectivos buffers 4, 10 y 7 y se leyeron las muestras.

Realizamos un KCl donde se disolvió 75gr de KCl en agua destilada y se aforó a un litro, lo dejamos reposar por un día y se va ajustar su pH llegando a un pH 7 o 6.5

Posterior mente pesamos los mismos gramos de muestra y en lugar de agregar agua destilada añadimos nuestra muestra de KCl donde también se tomaron los datos de las muestras con el potenciómetro calibrado con los buffer 4, 10 y 7.

## VII. Resultados

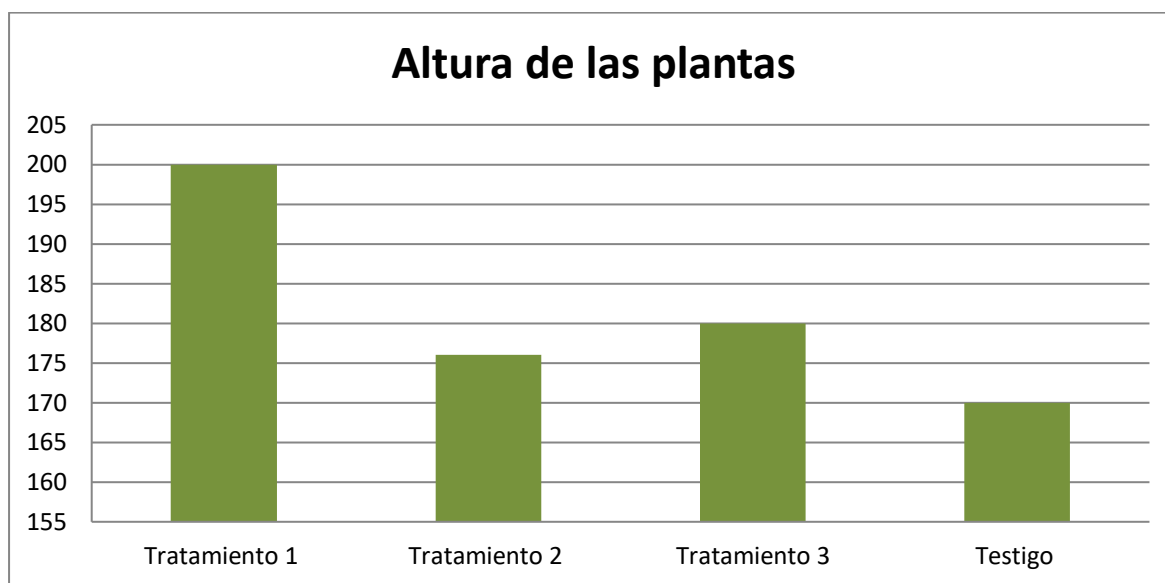
### 7.1 Mediciones botánicas

Como se mencionó anteriormente, la fertilización es uno de los factores más importantes relacionados con el aumento del rendimiento de los cultivos, y la fertilización también se refleja en ciertos parámetros botánicos (como la altura y el diámetro del tallo de la planta, el tamaño de la planta). Inflorescencia porque contiene los granos necesarios. En el caso de la chíá, el número de ramas también se considera importante porque es proporcional al número de espigas.

#### 7.1.1 Altura de la planta

Se considera que la altura de la planta es la variación relacionada con el rendimiento porque es la estructura que sostiene la inflorescencia, que a su vez contiene los granos requeridos. (Jaramillo, 2005).

Como se puede observar la gráfica 1, en el tratamiento 1 se registró una altura de 2.00 mts, en el tratamiento 2 obtuvo una altura máxima de 1.76 mts, mientras que en el tratamiento 3 se registró una altura de 1.80 mts y por último el testigo obtuvo una altura máxima de 1.70 mts y tiene un valor inferior a comparación de los otros 3 tratamientos



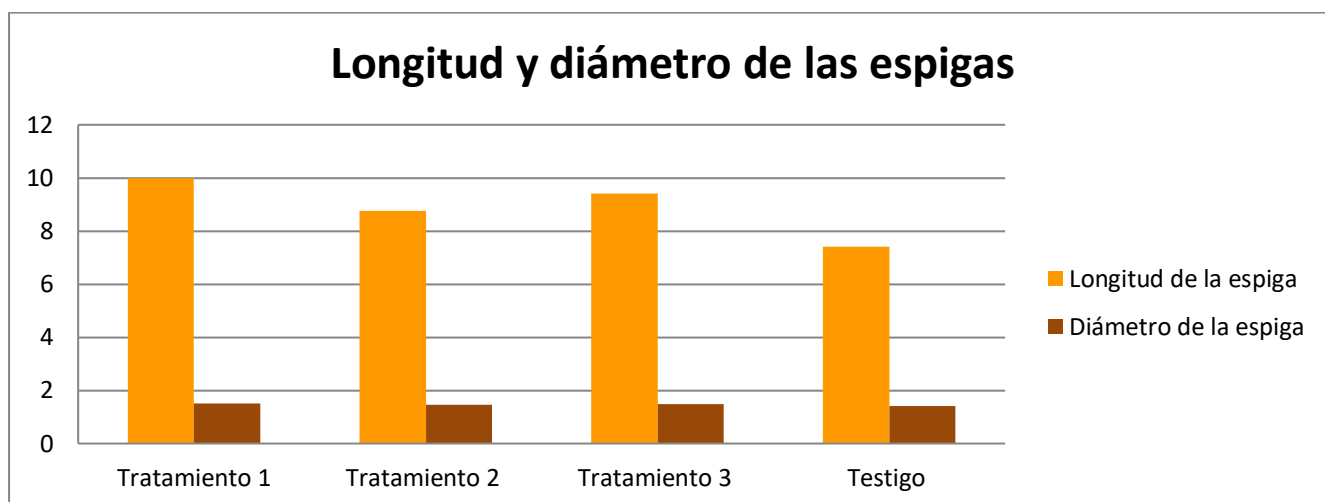
Gráfica 1.- altura de los 4 tratamientos de la chía

Al realizar el análisis de varianza (Tabla 4 ANEXO) se puede observar diferencias significativas de la altura de los 4 tratamientos con un 95 % ( $P > 0.05$ ) de confiabilidad.

El tratamiento 1 mostró mayor altura a diferencia del testigo

### 7.1.2 Longitud y diámetro de las espigas

La longitud y diámetro de la inflorescencia son las variables de evaluación más importantes, pues se reporta que la longitud y diámetro de la inflorescencia son proporcionales al rendimiento (Fuentes, 1998).



Gráfica 2.- Diferencia de longitud y diámetros de las espigas

Al realizar el análisis de varianza para la longitud de la espiga que se muestra en la tabla 6 de ANEXO, se encontraron diferencias significativas con un nivel de confianza al 95% ( $p < 0.5$ ). Donde el tratamiento uno mostró una longitud de 10 cm, a diferencia del testigo que su mayor longitud fue de 7.4 cm.

El análisis de varianza del diámetro de la espiga que se muestra en la Tabla 8 de ANEXO, se encontró que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 terrazas, con un nivel del 95.0% de confianza ( $p < 0.5$ ). El tratamiento 1 presenta un mayor diámetro de 1.5 cm y el mayor dato del testigo fue de 1.41 cm.

### 7.1.3 Rendimiento

En el Tratamiento 1, el rendimiento más alto se obtuvo con 707,79 Kg / ha, la altura, diámetro y materia orgánica antes de la siembra fueron los más bajos, y la materia orgánica después de la cosecha fue el más bajo. En el testigo, el rendimiento más bajo fue de 502.10 Kg / ha, la altura de la planta fue la más baja, el contenido de materia orgánica fue menor antes de la siembra y mayor después de la cosecha.

Considerando que el mayor rendimiento de Chía obtenido en este estudio fue de 707,79 Kg / ha, y no alcanzó el nivel estatal de rendimiento promedio de 800 Kg / ha (SIAP, 2018), es

necesario considerar su proximidad para obtener el rendimiento de un solo cultivo como multicultural. .

## 7.2 Parámetros físicos del suelo

### 7.2.1 Color

PRESIEMBRA		
Muestra	Color en seco	Color en húmedo
90/19	6/4 Marrón amarillento claro	4/2 Grisáceo oscuro
91/19	7/4 Marrón muy pálido	3/3 Marrón oscuro
92/19	5/4 Marrón amarillento	4/3 Marrón
93/19	5/4 Marrón amarillento	4/3 Marrón
94/19	6/4 Marrón amarillento claro	4/2 Grisáceo oscuro
95/19	7/4 Marrón muy pálido	3/4 Marrón amarillento
POSCOSECHA		
Muestra	Color en seco	Color en húmedo
1	6/4 Marrón amarillento claro	2/2 Negro
2	5/4 Marrón amarillento	3/2 Marrón grisáceo muy oscuro
3	6/4 Marrón amarillento claro	4/4 Marrón oliva
4	6/4 Marrón amarillento claro	4/3 Marrón
5	6/4 Marrón amarillento claro	3/2 Marrón grisáceo muy oscuro
6	5/3 Marrón oliva claro	3/2 Marrón grisáceo muy oscuro
7	6/3 Marrón amarillento	2/2 Negro
8	6/4 Marrón amarillento claro	2/2 Negro

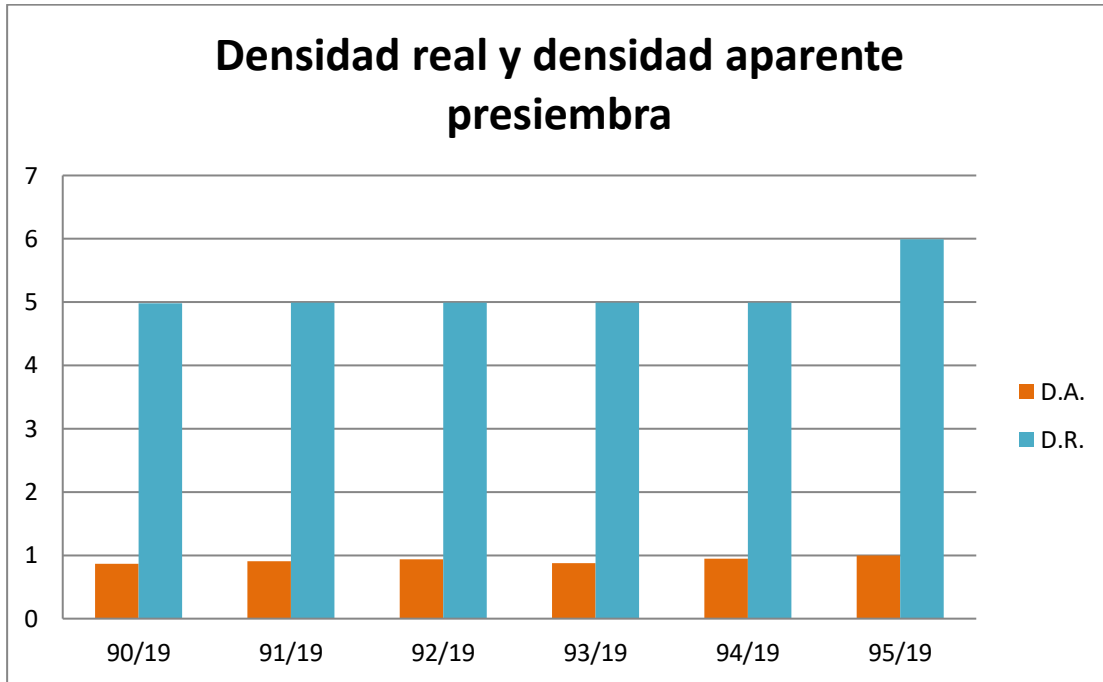
9	5/3 Marrón oliva claro	4/3 Marrón
10	6/4 Marrón amarillento claro	4/3 Marrón
11	6/3 Marrón amarillento	4/3 Marrón
12	6/3 Marrón amarillento	3/2 Marrón grisáceo muy oscuro
13	6/4 Marrón amarillento claro	3/2 Marrón grisáceo muy oscuro
14	6/4 Marrón amarillento claro	3/2 Marrón grisáceo muy oscuro
15	5/3 Marrón oliva claro	4/3 Marrón
16	6/3 Marrón amarillento	2/2 Negro

Tabla 2.- Color en Húmedo y seco

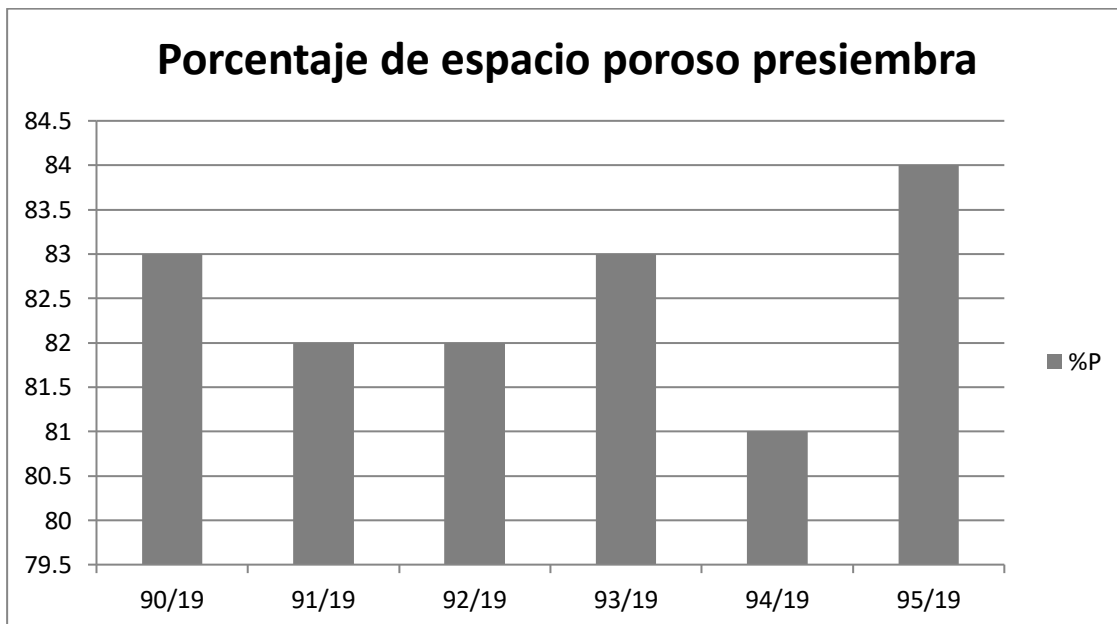
El color de los suelos guarda una estrecha relación con los componentes sólidos como la materia orgánica, textura y composición mineralógica. (Soil Survey Division Staff, 1999) por ejemplo, los suelos desarrollados en condiciones de pradera semiárida suelen presentar alto contenido en materia orgánica, razón por la cual ofrecen una pigmentación muy oscura (Brady, 1984).

En los análisis de la presiembra muestra (Tabla 2) un color amarillento antes de ingresar materia orgánica, y al ser humedecido toman una tonalidad grisáceo oscuro o marrón, sin embargo en los datos analizados de poscosecha se notaron tonalidades más oscuras, ya que relacionado a Brady, 1984 los suelos más oscuros llegan a presentar alto contenido de materia orgánica.

### 7.2.2 Densidad aparente y densidad real

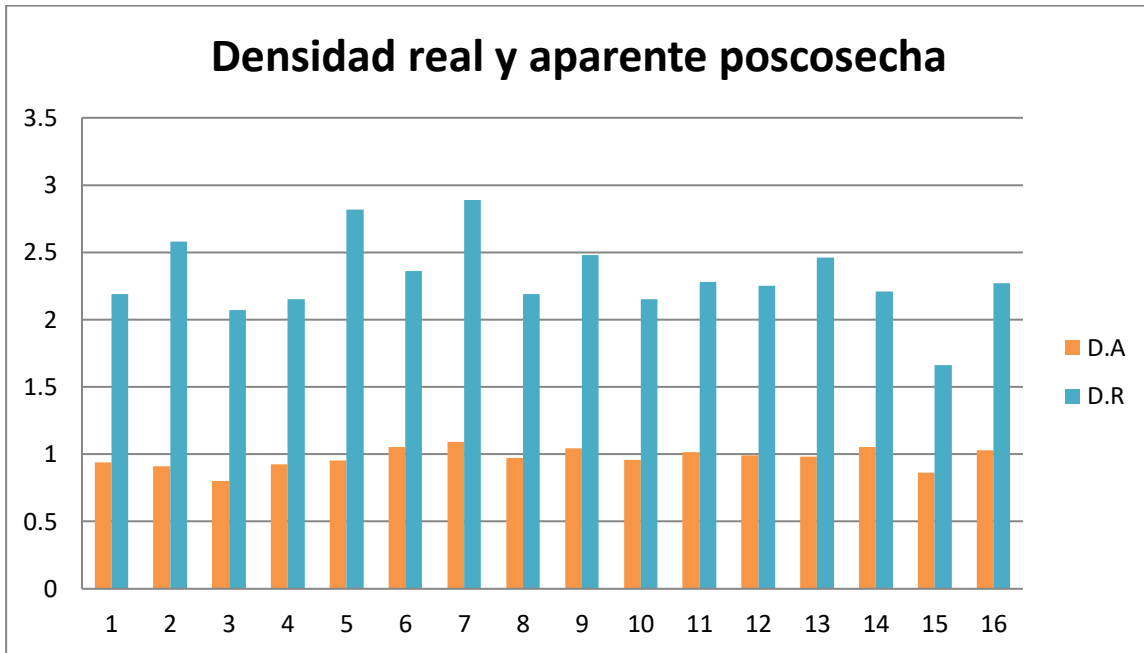


Gráfica 3.- Densidad real y aparente de presiembra

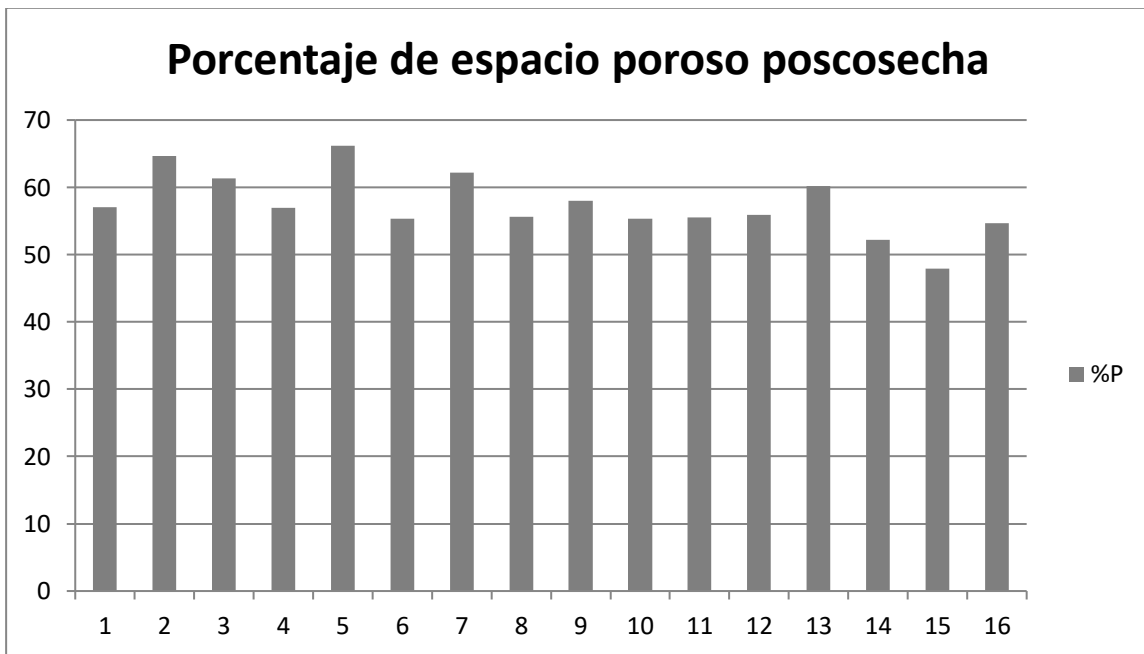


Gráfica 4.- Porcentaje de espacio poroso de presiembra





Gráfica 5.- Densidad real y aparente poscosecha



Gráfica 6.- Porcentaje de espacio poroso poscosecha

La densidad aparente cambia con la textura y el contenido de materia orgánica; puede variar estacionalmente por efecto de labranza y con la humedad, sobre todo en los suelos con arcillas expandentes (Taboada & Álvarez, 2008), además en suelos donde abunda la materia orgánica los valores de las densidades son menores debido a la diferencia de peso, ya que la materia orgánica la hace menos densa (Buckman y Brady, 1966).

Por los análisis de Buckman y Brady, en mis datos arrojados en poscosecha se rectifica que mis datos son menores al análisis de presembrado, esto rectificando que hay más abundancia de materia orgánica.

En los datos obtenidos en las gráficas 3 y 5 hubo cambios en cuanto a la densidad aparente, en la poscosecha hubo aumento de materia orgánica lo que concuerda con Taboada y Álvarez (2008) donde mencionan que esta relación cambia con la textura y el contenido de materia orgánica, ya que disminuye la densidad aparente del suelo, porque sus componentes son menos densos que los minerales.

### 7.2.3 Textura

<b>PRESIEMBRA</b>				
Muestra	% arena	% arcilla	% de limo	Clase textural
90/19	52.8	19.2	23	Franco arenoso
91/19	60.8	11.2	28	Franco arenoso
92/19	70.8	13.2	16	Franco arenoso
93/19	69.2	15.2	15.6	Franco arenoso
94/19	62.8	15.2	22	Franco arenoso
95/19	69.2	13.2	17	Franco arenoso
<b>POSCOSECHA</b>				
Muestra	% arena	% arcilla	% de limo	Clase textural
1	58.4	12.4	29.2	Franco arenoso

2	58.4	12	29.6	Franco arenoso
3	58	14.4	27.6	Franco arenoso
4	58	12.4	24.6	Franco arenoso
5	58.4	12	29.6	Franco arenoso
6	57.6	12	30.4	Franco arenoso
7	57.6	12.4	30	Franco arenoso
8	58.4	14	27.6	Franco arenoso
9	58	12	30	Franco arenoso
10	58	14	28	Franco arenoso
11	57.6	12.4	30	Franco arenoso
12	58.4	12	29.6	Franco arenoso
13	58	14	28	Franco arenoso
14	57.6	14.4	28	Franco arenoso
15	58.4	12	29.6	Franco arenoso
16	58	12.4	29.6	Franco arenoso

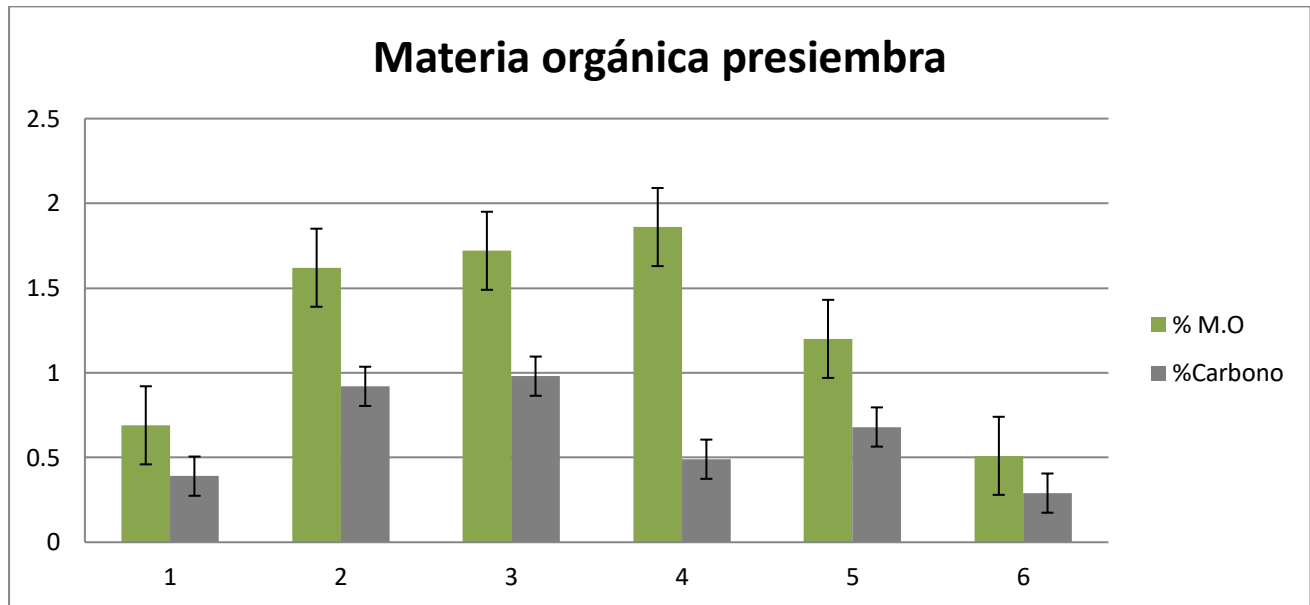
Tabla 3.- Textura

Lacasta *et al.* (2005), menciona que la textura indica el contenido de partículas de arena, limo y arcilla en el suelo. Así mismo, influye en otras propiedades como la densidad aparente, la porosidad y, por lo tanto, el movimiento y el almacenamiento de fluidos, agua y aire. Es una propiedad de gran interés que se relaciona directamente con los procesos de degradación y potencial de producción (White, 2005).

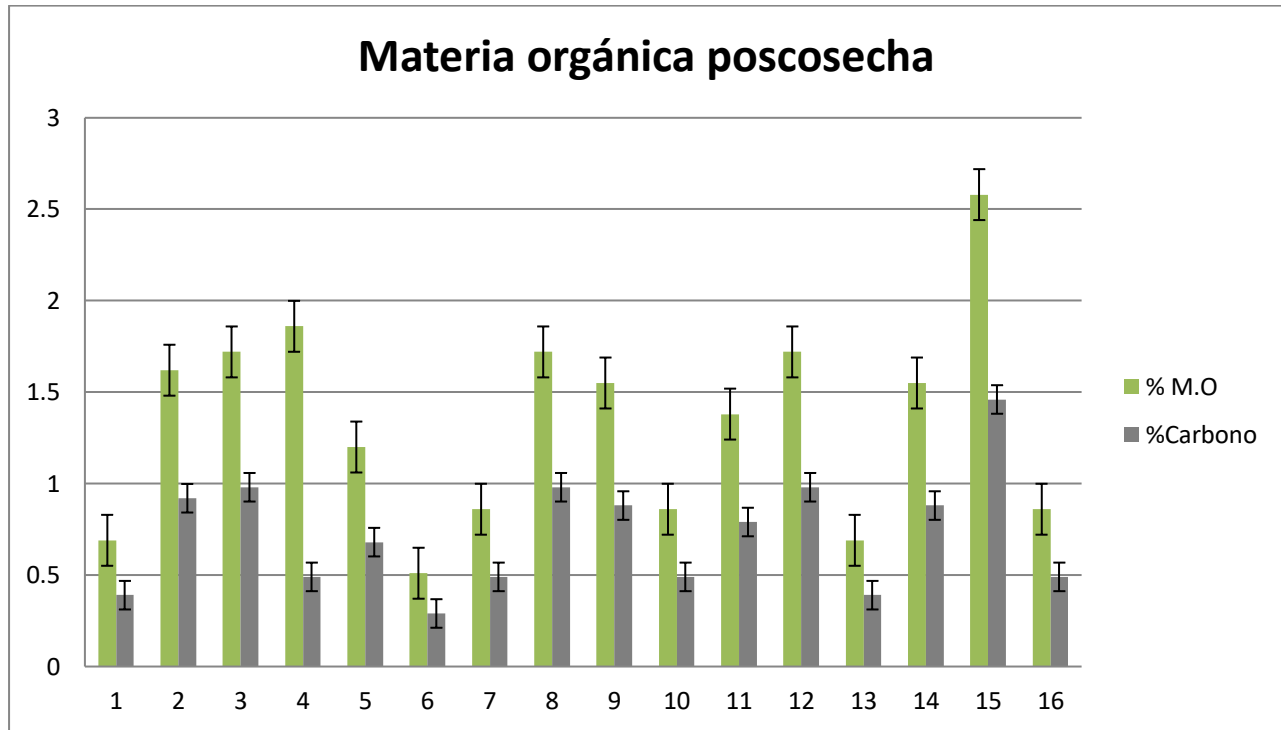
Comparando la presiembra y la poscocecha los datos analizados este parámetro no mostró ningún cambio, la textura registrada estuvo dentro del rango apropiado para el crecimiento óptimo de el cultivo.

## 7.3 Parámetros químicos

### 7.3.1 Materia orgánica



Gráfica 7.- Materia orgánica de presiembra

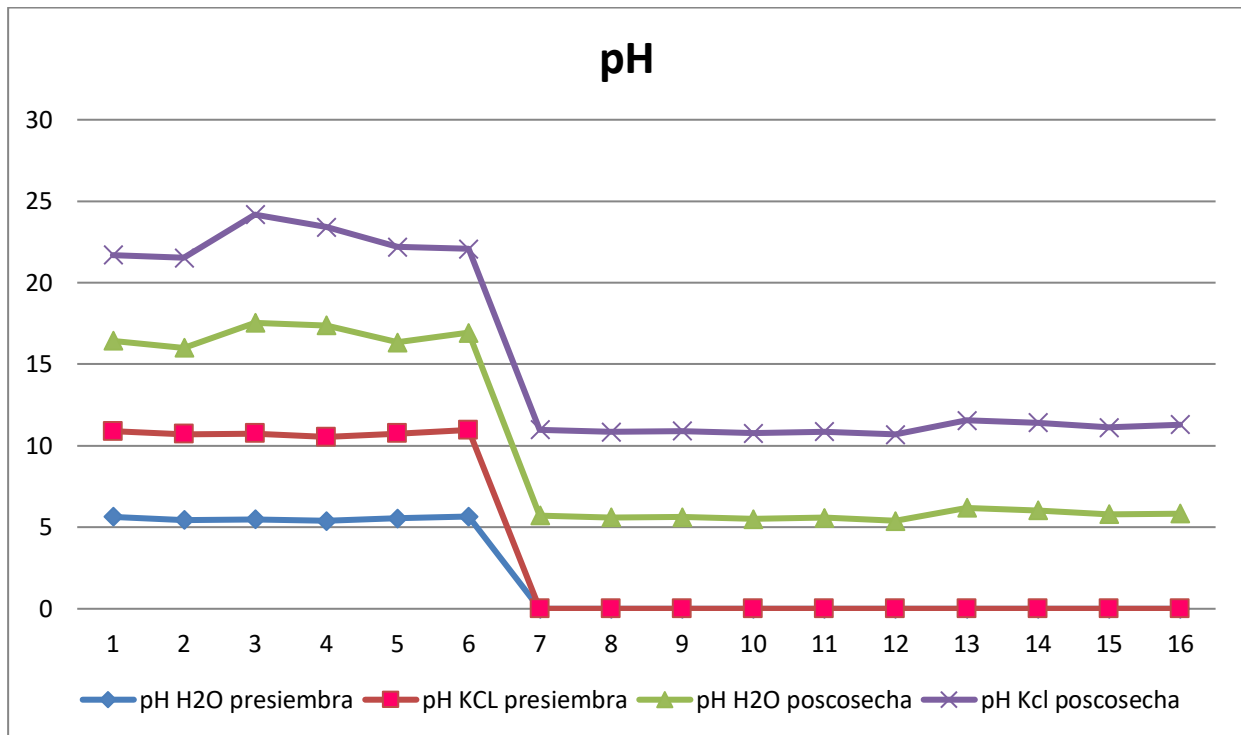


Gráfica 8.- Materia orgánica poscosecha

La materia orgánica juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas, además de que contiene la mayor cantidad de energía para los microorganismos, que son incorporados al suelo a través de funciones de tipo biológico, químico y físico. Dentro de los componentes principales de la materia orgánica se encuentran el carbono que es la fuente primaria de energía y el nitrógeno el cual es necesario para el crecimiento de los microorganismos (Lal, 2004). Analizando que la muestra no. 94/19 señala que es la que tiene mayor porcentaje de M.O y esta va relacionada con el % de Carbono dado que existe una estrecha relación entre estos parámetros de acuerdo con (Arias *et al.*, 2005).

Comparando las gráficas 7 a 8 se puede observar que el contenido orgánico aumenta significativamente, y el comportamiento del contenido de carbono es proporcional al contenido orgánico, porque su valor se usa para calcular el contenido de carbono en este método. Según el estudio de Porta *et al* (2003) Esto se debe al retorno de materia orgánica al suelo dentro de 1 a 8 años.

### 7.3.2 pH



Gráfica 9.- pH

EL pH es una característica química de suma importancia por su relación con la fertilidad, está estrechamente relacionada con el clima, microorganismos y plantas superiores (Henriquez y Cabalceta, 1999).

Aguilera (1989) indica que su importancia radica en que interviene en los procesos edáficos, así como la actividad microbiana y el desarrollo vegetal ya que permite la disponibilidad de nutrimentos.

En la presembrado se muestra un pH fuertemente ácido con un promedio de 5.52 en H<sub>2</sub>O y se mantuvo fuertemente ácido en KCL con un promedio de 5.23

Sin embargo en la poscosecha se muestra un pH con un promedio de 5.83 que nos indica un rango moderadamente ácido, mientras que en KCL se obtuvo un promedio de 5.47.

Esto indica que antes de la siembra el pH del suelo era fuertemente ácido y permaneció en este rango hasta después de la cosecha, según la descripción de Prasad y Power (1997),

este rango colocó el suelo en un suelo moderadamente alcalino. Estos suelos deben estar entre 6.5 y 7.5 para obtener el mejor rendimiento y la mayor productividad, porque los nutrientes se absorben más fácilmente en este rango, por lo que la mayoría de los cultivos crecen más rápido, por lo que agregar compost puede cambiar el pH del sitio de Cambios de ácido débil a alcalino moderado

## VIII. CONCLUSIONES

Las plantas de más de 176 cm por metro cuadrado pueden obtener el mayor rendimiento de Chia, mientras que las plantas de menos de 170 cm de altura pueden obtener el menor rendimiento de Chia. El rendimiento se ve afectado por la longitud y el diámetro de la mazorca y por lo tanto se ve influido por la altura de las plantas, ya que éstas pueden soportar mayores dimensiones de las espigas de la chíá haciendo un mejor rendimiento de la cosecha.

## IX. ANEXO

Tabla 4 ANOVA.- Gráfica Altura de los 4 tratamientos

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	2229	742.9	2.11	0.101
Error	156	54847	351.6		
Total	159	57076			

Tabla 5 Tukey.- Altura de los 4 tratamientos

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media Agrupación</b>
Tratamiento 2	40	154.40 A
Tratamiento 1	40	152.28 A
Tratamiento 3	40	151.90 A
Testigo	40	144.53 A

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

Tabla 6 ANOVA.- Diferencia de longitud de espigas

**Análisis de Varianza**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Factor	3	43.89	14.631	2.76	0.044
Error	156	826.50	5.298		
Total	159	870.39			

Tabla 7 Tukey.- Diferencia de longitud de espigas

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
Tratamiento 1	40	5.493 A	
Tratamiento 2	40	5.131 A	B
Tratamiento 3	40	4.871 A	B
Testigo	40	4.068	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*



Tabla 8 ANOVA.- Diferencia de diámetros de las espigas

**Análisis de Varianza**

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>SC Ajust.</b>	<b>MC Ajust.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
Factor	3	0.1652	0.05505	3.02	0.032
Error	156	2.8440	0.01823		
Total	159	3.0092			

Tabla 9 Tukey.- Diferencia de diámetros de las espigas

**Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%**

<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Agrupación</b>
Tratamiento 1	40	1.2945 A	
Tratamiento 2	40	1.2565 A	B
Tratamiento 3	40	1.2463 A	B
Testigo	40	1.2042	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.*

## X. FUENTES DE CONSULTA

Almendariz P. Evaluación agronómica del cultivo de Chía (*Salvia hispánica L.*) con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo de Atenas, Guaranda provincia Bolívar [Tesis]. Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias; 2012.

Andrés Xingú López, Andrés González Huerta, Eulogio de la Cruz Torres, Dora Ma. Sangerman-Jarquín, Guillermo Orozco de Rosas y Martín Rubí Arriaga. Chía (*Salvia hispánica L.*) situación actual y tendencias futuras Estado de México, México, 2017

Arias, M.E., González-Pérez, J.A., González-Vila, F.J., Ball, A.S., (2005). Soil health-a new challenge for microbiologists and chemists. *International Microbiology*. 8, 1-9

Arroyo M. Estudio investigativo de la chía y su aplicación a la gastronomía. Ecuador; 2011.

Ayala L. Siembra e instalación del cultivo de *Salvia hispánica L.* Tecnología de semillas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción; 2013.

Bardales O. Efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de *Raphanus sativus L.* (Rábano) en dos densidades de siembra en el Estrecho – Río Putumayo, [Tesis]. Perú. U.N.A.P.; 2006. p. 65.

Barros C, Buenrostro M. Chía Fuente Maravillosa de Sabor y Salud. Grijalbo, México; 1997.

BLOGESP. La semilla de chía y sus beneficios; 2014. [Consultado: 04 de marzo del 2019] (2014). Disponible en: <http://blogesp.diabetv.com/losbenefios-de-la-chia-en-el-manejo-de-la-diabetes>.

Brady, N.C. (1984). *The nature and properties of soils*. 9th ed. MacMillan. New York

Buckman Harry and N.C. Brady, (1966). *The Nature and Properties of Soils*.

Cabrera D. Sistema de producción agroecológica en el cultivo de chía; 2013. [Consultado: 12 de enero del 2019]. Disponible en: [www.bioexport.com.py](http://www.bioexport.com.py).

Cabrera D. Sistema de producción agroecológica en el cultivo de chía; 2013. [Consultado: 12 de enero del 2019]. Disponible en: [www.bioexport.com.py](http://www.bioexport.com.py). 79

César A. Abonos orgánicos; 2012 [Consultado 29 de octubre del 2019]. Disponible en: [https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp).

CHIA DIRECT. Semilla de chía blanca; 2012. [Consultado 10 de febrero del 2019]. Disponible en: <http://www.chia-direct.com/semillaschiablanca.htm>.

Coates W, Ayerza R. Chía Redescubriendo un Olvidado Alimento de los Aztecas. 4a ed; Buenos Aires Argentina: Editorial del Nuevo Extremo; 2006.

Coates W, Ayerza R. Production Potential of Chía in North Westwern. Argentina. *Indust: Crops prod*; 1998.

De kartzow G. Estudio de Pre Factibilidad del cultivo de la Chía. Chile; 2013.

Di Sapio O., et al. Caracterización morfológica de hoja, tallo, fruto y semilla de salvia hispánica L. (Lamiaceae). Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas Medicinales y Aromáticas; 2012: 11(3). p. 249-268. 78

Fernandez, V., Sotiropoulos, T. y Brown, P. (2015). *Fertilización foliar: principios y prácticas*. Paris: International Fertilizer Industry Association.

González A. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del Buffel (*Cenchrus ciliaris* c.v.) en el trópico seco. Colema, México; 1995.

Gutiérrez N. manejo técnico para el cultivo de Chía. Secretaría de Desarrollo Rural; 2013. [Consultado: 15 de setiembre del 2019]. Disponible en <https://seder.jalisco.gob.mx>.

Henríquez, H. C. y A. G. Cabalceta. (1999). Guía Práctica para el Estudio Introductorio de los Suelo con enfoque Agrícola. Asociación Costarricense de la Ciencia del suelo y Universidad de Costa Rica. 1ª edición. San José Costa Rica. 111p.

Hernández J., et al. Caracterización morfológica de chíá (salvia hispánica L.): Revista fitotecnia mexicana; 2008. p.105- 113.

INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Tochimilco, Puebla. 2009, de Clave geoestadística consultado en: [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/21/21188.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21188.pdf)

INFAED (2020), enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. 2016, de instituto federal para el federalismo y desarrollo municipal consultado en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21188a.html>

Karla Martínez 2011 [Consultado el 29 de octubre del 2019] Disponible en <https://tecnoagro.com.mx/no.-72/ayudan-abonos-organicos-a-regenerar>

Lacasta, C., Meco, R., & Maire, N. (2005). Evolución de las producciones y de los parámetros químicos y bioquímicos del suelo, en un agro sistema de cereales sometido a diferentes manejos de suelo durante 21 años. El reto de la Agricultura y Medio Ambiente, la Energía y la Nueva Política Agraria Común. Congreso Internacional sobre Agricultura de Conservación, 429-436.

López C. 2013. Densidad de siembra; 2012. [Consultado: 25 de marzo 2019]. Disponible en: <https://www.anacafe.org/index.php>.

Miranda F. Guía técnica para el Manejo del cultivo de Chía (Salvia hispánica): [CECOOPSE MEIN RL.]. Nicaragua; 2012.

Miranda F. Guía técnica para el manejo del cultivo de chíá en Nicaragua. [CECOOPSEMEIN RL]; 2013.

Nathalia Gutiérrez MANEJO TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE LA CHÍA. 2014 [Consultado 09 de junio del 2019] Disponible en <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hortofruticola-e-inocuidad/567>

Pastor P. Efecto de 6 densidades de siembra en el rendimiento y calidad de salvia hispánica L. cv. Negra en moche Trujillo- la libertad [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de ciencias Agropecuarias; 2015.

Pauca D. Densidad de siembra en Chía (*Salvia hispánica* L.) en condiciones de la Irrigación Majes - Arequipa. [Tesis]. Perú; 2015

Pizarro W. Efecto de la fecha de siembra en el rendimiento de en la semilla de la chía en el valle de Azapa. Tarapacá, Chile; 2013. p. 36.

Poehlman J. Mejoramiento Genético de las Cosechas. México. D. F.; 1998.

PRO EXPANSIÓN. Exportaciones de Chía. La Chía, semilla milagrosa; 2014. [Consultado: 03 de agosto del 2019]. Disponible en: <http://www.proexpansion.com>.

Ramiro M. Desarrollo del cultivo de Chía en Tucumán, República Argentina. Avance agroindustrial; 2009: 4(32). p. 27-30.

Recalde E. "Cultivos energéticos alternativos", Quito, Ecuador; 2009.

Rovati A, Escobar E, Prado C. Particularidades de la semilla de chía (*Salvia hispanica* L). EEAOC-Avance Agroind. 2012; 33 (3): 39-43.

Rovati A. Aspectos relacionados a la calidad de la semilla de Chía. Laboratorio de Semillas. [EEAO C]; 2007.

SIAP. 2016. [Consultado el 19 de agosto del 2019]. Disponible en. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricolapor-estado>

Soil Survey Staff (SSS). (1999). Soil taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2da edition. Agriculture Handbook Num. 436. USDA. Washington D. C. 869 p.

Taboada, M. A.; Álvarez, C.R. (2008). Fertilidad física de los suelos. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Vargas G. Semillas que valen oro; 2012. [Consultado: 03 de agosto del 2019]. Disponible en: <http://www.eldeber.com.bo.php>.

Villanueva M. Arándano, Quinoa y Chía – Manejo Tecnológico y Comercialización en la Costa del Perú. Agronegocios de la Chía – *Salvia hispánica* L. Trujillo-Perú; 2014.

Villarroel, C. (22 de 12 de 2016). FERTILIZACIÓN FOLIAR COMPLEMENTARIA PARA NUTRICION. [Consultado el 19 de agosto del 2019] Disponible en <http://www.conpapa.org.mx/portal/pdf/EVENTO/Modulo%203%20Nutricion/Fertilizacion.pdf>

White, R.E. (2005). Principles and practice of soil science: the soil as a natural resource. Cuarta edición. Oxford: Blackwell. 384 p.

Cuernavaca, Morelos a 11 de febrero de 2022

**DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE**  
**DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**P R E S E N T E.**

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta la Pasante de Biólogo: **EVELYN CAMACHO HERNÁNDEZ**, con el título del trabajo: **APLICACIÓN DE DIFERENTES ABONOS ORGÁNICOS PARA EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO ÓPTIMO DE *Salvia hispánica* L. EN TOCHIMILCO, PUEBLA.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de **Titulación Profesional por Etapas** como lo marca el artículo 33° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

**A T E N T A M E N T E**  
*Por una humanidad culta*

**JURADO REVISOR**

**FIRMA**

PRESIDENTE: M. EN C. MARIA IDALIA CUEVAS SALGADO

\_\_\_\_\_

SECRETARIO: M. EN C. MARIA EUGENIA BAHENA GALINDO

\_\_\_\_\_

VOCAL: DR. ISAAC TELLO SALGADO

\_\_\_\_\_

SUPLENTE: BIOL. ANDREA ELIZABETH GRANJENO COLIN

\_\_\_\_\_

SUPLENTE: DR. FRANCISCO JAVIER SOTELO RIVERA

\_\_\_\_\_



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ANDREA ELIZABETH GRANJENO COLIN | Fecha:2022-02-11 20:42:32 | Firmante**

MG1ubGrLqpOcjhwLxvJmgP0pluinq8WfP7o+inUPPS4z8zQllqSIRj2BZqnokaxTK4mJj8u9blmBCpsAAS5KSLabruwqmo9lnHBYwdn3qRuv6ZaW4UtBob9bTstGQw9QiV1GTwqyH2JESQGbeDaK57KLfmMMwpJrfdioDgUNIELoDhw5NL3QTNARAVFb/RMml0+VFWfTR2kVN0QFLMIBQwIFVDKUJ04nGGh32olul6/gkuWNkKNMJaoEI8Cz3lJWklwJ58sz+w/MJfww9w98ymvuykK3H6f+1Ksvkm0wFC4RyEC2BiH9cBdM5G2kjQPL2llvRHay4x80X3x0gKQ==

**MARIA IDALIA CUEVAS SALGADO | Fecha:2022-02-11 21:55:44 | Firmante**

q4oVqLF1j3nTusX4kilp2DbAnJkUQqaxNM9I8O8mhtLF/v+j7gVcJYzS3j0i0MdLShAJ2sdXmJHn9duQCE6GEc3/lr1pze3QWB3crti6SZIP9LVabnpaZafDgnoaRg5xkFO6A00SCGcRyDubYwYXjnDdgc+ek5d5/OIPGSZRibbiOaW27cNBFpXM9CLrchfTXoeINNxRiqQRnM/qytvWBZh+GY7C1Y9qUcUj0KcE8+MVQKN/RhZ+I3S4+XmtWrB4LS6esulIBJFSsW+sMiG4fjCK/elUaCbVAvWF1+3+stJa/N746/8g++FDXS8wmPiv11J/jvcFhZ/HhkMhndA5w==

**FRANCISCO JAVIER SOTELO RIVERA | Fecha:2022-02-12 18:54:41 | Firmante**

TUYWK9S8GZbg2S/gSHg2UGgbQ53u/r2JWxER6Yd0NfSneMnwCq3g+Cra2/kLQBx6NTBJx6wqe9LuVk1s69RFXskwHBSdxSSExfmtCSK3CL8E0IX2m9MZAfoWRkd1Bn9FenIW8SxlOrBQjWu0Yc/hKy7gdXZDm5gfW55MVj1Bzn37CYjkllynU4/grgbgZWINe/VW7levRdn+dZMGygQGphMH/xqUVNiYfu3WGMBC4Zgnrmp2qz/6Je6EGsPivV7Feiq/sXSAi7lBMivwwdNbBqX8hDSWKPp53DJSm0vcp9edBDWuD+bW2lXh76EK30ZuV8q1jVsWufWVGvEotXvg==

**MARIA EUGENIA BAHENA GALINDO | Fecha:2022-02-15 13:22:07 | Firmante**

YtCarfXlmXg/wfbQjHsSGtd3uA7iO8Lcm4Vyo/XmDnaZib2g7uiv6dtlf2JaieTumQJZPVtFGSrau+CqfeZ4X6rsUbSevZe1I8Z1I6nbDlc1rLasuF1ZclO6aqbJTD4Gkvnt9XKpT0NpgnLv01dRtYho7jiAbkuBxAqYXOStosLWlLn+U6eKLy3Ghf9ym5Yy46g7wbUBFJGbdj+2lmK/USneoRtkbHNID5u+NT6sqPYB/2P3acoa9qc+I6ox27pNa7k+D7wnL3wPJr6M/9Rt9RWzhT5ZDoW1kks89dW0Rq+dZdyVlePPZRG2qojYGd8bcOriQiInSsSNWDXyuxWJag==

**ISAAC TELLO SALGADO | Fecha:2022-02-16 16:00:02 | Firmante**

ElwsAcvRgxYCIkHllr5Pj9WXdxeVLCocctDz2J4pYdnGFte1fRl/BzSmMQ4+U/BEbzziZxhNCKML7PiZvMiEOfZtm8rP8aZyAEbNR5m0GaeUGQfQHvxeKWR9gq4x0bsjEecERzq7eFaq0UW3HZ99o+Ykg9pNkDo95VP5ppZlfpO5gxZ0osuQkmb8KGDG4d0r1U/WcHtXyaimG6aJGA1g9N8CMdizpGjDAzzz5wc0OTDM5W+hTOOWm4oV8oprqKGERWYSHp1whRls+oUUuWBAQvbbhf0B9NEKlofNTPWDtCyCBzVFheoF742sdxwssfafJa4hivRDD/f0UOHtQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



pJvNPMC70

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Sml9jN6bJPb8mEnjgTmU0ZM1AULCwaM>

