

**Universidad Católica del Trópico Seco**

**“Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda”**



**Trabajo de tesis para optar al título profesional de  
Ingeniero Agropecuario**

**Evaluación de cuatro mezclas de abonos orgánicos  
en *Salvia hispanica* L. en la comunidad  
Santa Rita, Quilalí-Nueva Segovia**

**Autores**

Hamilton Magnery Martínez Espinoza

Oliver Ariel Ramírez Chavarría

**Tutor**

Ing. Pedro Antonio Valdivia Lorente

**Asesor**

M.Sc. Allan Francisco Silva Benavides

Estelí, Junio 2016

# ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	3
III. HIPOTESIS .....	4
IV. MARCO TEÓRICO .....	5
4.1 Abonos orgánicos .....	5
4.2 Fertilización integrada en los cultivos .....	13
4.3 Generalidades de la chíá ( <i>S. hispanica</i> L.) .....	14
V. METODOLOGÍA .....	16
5.1 Ubicación del estudio .....	16
5.2 Variables que se midieron .....	16
5.3 Diseño del experimento .....	18
5.4 Manejo del experimento .....	19
5.5 Técnicas e instrumento para la toma de datos .....	19
5.6 Análisis estadístico .....	20
VI. RESULTADOS .....	21
6.1 Comportamiento de las variables de desarrollo vegetativo del cultivo .....	21
6.2 Comportamiento de las variables productivas del cultivo .....	26
VII. CONCLUSIONES .....	32
VIII. RECOMENDACIONES .....	33

IX. BIBLIOGRAFÍA .....	34
X. ANEXOS .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Aportes nutricionales del <i>Lombrihumus</i> .....	6
Tabla 2. Rango ideal de compost maduro.....	7
Tabla 3. Composición nutricional del compost.....	8
Tabla 4. Composición nutricional del bocashi.....	9
Tabla 5. Composición nutricional de la gallinaza.....	10
Tabla 6. Composición nutricional de la pulpa de café compostada.....	12
Tabla 7. Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento.....	18
Tabla 8. Descripción de las medias para cada tratamiento en la variable área foliar la cual se midió a los 60 ddg en el cultivo de chíá.....	24
Tabla 9. Medias obtenidas de la variable longitud de raíz al final de la cosecha del experimento en el cultivo de chíá.....	25
Tabla 10. Resultado de las medias para la variable número de espigas por planta muestreadas durante la cosecha del experimento.....	26
Tabla 11. Descripción de las medias para la variable peso de 1,000 granos durante la post-cosecha del grano de chíá obtenida del experimento.....	28
Tabla 12. Estimación de los costos de insumos en campo .....	29
Tabla 13. Estimación de los rendimientos ajustados.....	29
Tabla 14. Obtención de los beneficios netos y beneficios brutos.....	30
Tabla 15. Realización del análisis de dominancia.....	30
Tabla 16. Cálculo de la tasa de retorno marginal.....	30
Tabla 17. Análisis de residuos.....	31

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios nuestro padre por estar siempre presente en mí, apoyándome en las buenas y en las malas, además por darme salud, sabiduría, entendimiento para seguir adelante.

A mis padres y hermana por darme el apoyo de prepararme en la carrera que anhele estudiar y además de ser yo el primer hijo de la familia que concluye con una carrera universitaria.

A todos los maestros que me inculcaron en el proceso de aprendizaje para llegar a ser un profesional.

A todas aquellas personas que directa e indirectamente me apoyaron durante mis estudios para concluir con la carrera universitaria.

**Hamilton Magnery Martínez Espinoza**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios ser maravilloso que me dio la fuerza y la fe para hacer lo que me parecía difícil de terminar, por darme el entendimiento y guiarme por el buen camino.

Le doy gracias a mis padres por apoyarme en todo momento moral y económicamente, de igual forma por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida y sobre todo por ser un ejemplo de vida a seguir.

A los profesores de la universidad que me brindaron el apoyo y me ayudaron en el transcurso de la carrera para formarme como un profesional de calidad.

**Oliver Ariel Ramírez Chavarría**

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la comunidad de Santa Rita municipio de Quilalí, Nueva Segovia. El objeto del estudio consistió en la evaluación del efecto de la fertilización al usar cuatro mezclas de abonos orgánicos (gallinaza, compost, lombrihumus y bocashi) combinadas con pulpa de café compostada en una proporción 1:1 en relación al volumen estudiando el comportamiento vegetativo y productivo en el cultivo de chíá. El diseño experimental fue un bloque completamente al azar (BCA) formado aleatoriamente por cuatro bloques y cinco tratamientos. Las variables del estudio fueron altura de la planta, diámetro del tallo, área foliar de la planta, longitud de la raíz, número de espigas por planta, número de espiguillas por espiga, peso de 1,000 granos y análisis económico. El análisis estadístico se realizó mediante el uso del programa Infostat versión 2008, para las variables que mostraron normalidad se utilizaron las técnicas paramétricas ANDEVA, separación de medias según Tukey, al 95 % de confianza. En las variables que no presentaron normalidad se utilizó la técnica no paramétrica (Kruskal Wallis, al 95 % de confianza). La única variable que mostro diferencia significativa  $p\text{-valor} > 0.05$  fue la del número de espiguillas por espiga donde el tratamiento T1 gallinaza compostada/pulpa de café compostada mostró el mejor resultado con 96.53 espiguillas por espiga. Para el análisis económico se trabajó únicamente con los costos que varían donde se identificó cuál de los tratamientos mostró una mayor rentabilidad, en este caso fue el tratamiento T2 compost/pulpa de café compostada. En este experimento el tratamiento T2 compost/pulpa de café compostada obtuvo el mayor rendimiento bruto 956.4 kg/ha.

**Palabras claves:** Chíá, Pulpa de café compostada, Beneficios económicos, Comportamiento vegetativo y productivo.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes químicos favoreció los incrementos en el rendimiento de las cosechas, pero el uso inadecuado de estos o el abuso de ellos conducen al surgimiento de problemas del medio ecológico y el deterioro de otros recursos naturales (Santos, 1987).

El comercio mundial de productos orgánicos sobrepasa los 40,000 millones de dólares, pero aun así sólo representa el 3% del valor total de comercio de alimentos. Los países que más se destacan en este mercado pertenecen a la Unión Europea, Norte América y Asia, que importan de países en desarrollo, incluyendo Latinoamérica (IICA, 2009). Por eso Acuña (2004) plantea que se está dando importancia al uso de alternativas como la implementación de abonos orgánicos, las cuales permiten recuperar los suelos y así lograr una producción óptima sin deterioro del medio ambiente.

Altieri (1995) menciona que la agricultura orgánica se fundamenta en la sustitución de insumos químicos sintéticos por insumos biológicos, esto con el fin de disminuir la toxicidad en los alimentos y las consecuencias negativas para el ambiente.

Por otro lado, a nivel mundial la superficie de siembra de chía ha aumentado sustancialmente, estimándose que en los años 2011-2012 existían aproximadamente 19.000 ha cultivadas, produciéndose comercialmente en países como Argentina, Australia, México, Bolivia, Paraguay y Ecuador principalmente (DeKartzow, 2013).

En Nicaragua las zonas que más se destacan en la producción del cultivo de chía son las zonas altas del municipio de la Trinidad y San Nicolás departamento de Estelí, en los municipios de Matagalpa la zona alta de Sébaco, Terrabona, y la zona de Wiwilí en Jinotega, se calcula un área establecida en el ciclo septiembre 2012 a marzo 2013 de 1200 a 1300  $mz^{-1}$  con promedio de producción de 8 qq  $mz^{-1}$ . Estas zonas presentan micro climas óptimos para el cultivo desde los 600 a 1,400 MSNM (Miranda, 2012).

Actualmente el comercio de la chía en Nicaragua ha aumentado especialmente en la producción a base de abonos orgánicos la cual es de interés para los mercados nacionales,

pero su mayoría es exportada a los mercados internacionales, esto debido su tecnificación sin que se implementen productos químicos que pueden traer problemas a la salud humana.

Aprovechando entonces el uso de abonos orgánicos se necesita saber cómo actuarían estas al ser mezcladas con pulpa de café compostada que es un residuo del café en uva y que en la mayoría de las fincas cafetaleras no se reutiliza como materia prima para elaborar abonos, de manera que en este experimento se estudiaron como fuente nutricional para ser aplicadas en el cultivo de chíá y como se vio afectado su comportamiento vegetativo, productivo y beneficios económicos, además aportar a la conservación de los suelo y preservar los recursos naturales.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de cuatro abonos orgánicos mezclados con pulpa de café compostada para aplicarse de manera edáfica comparándolas con un fertilizante convencional en el cultivo de chíá en la comunidad Santa Rita del municipio de Quilalí-Nueva Segovia, Octubre del 2015

### **Objetivos específicos**

Analizar el comportamiento vegetativo del cultivo de la chíá mediante la aplicación de los abonos orgánicos mezclados (lombrihumus más pulpa de café compostada, bocashi más pulpa de café compostada, gallinaza compostada más pulpa de café compostada, compost más pulpa de café compostada) comparadas con una fertilización convencional

Determinar cómo actúan estos abonos utilizados en comparación al fertilizante convencional basándose en los componentes de rendimiento en el cultivo de la chíá

Estimar mediante un análisis económico el tratamiento más rentable con la utilización de los diferentes planes de fertilización edáfica en el cultivo de la chíá

### **III. HIPOTESIS**

Al menos una de las cuatro mezclas de abonos orgánicos aplicados al suelo igualará los componentes agronómicos (desarrollo vegetativo, rendimiento productivo) y beneficios económicos respecto a la fertilización convencional en el cultivo de chía.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

La agricultura orgánica es aquella que no usa insumos sintéticos, y cuyas prácticas contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo. Nicaragua empezó con las primeras fincas orgánicas en los años 80. A través de los años muchas agencias de cooperación (sobre todo europeas) han apoyado la producción orgánica debido al constante aumento del consumo de estos productos. Actualmente, se considera que la producción orgánica no representa ni el 1% de las áreas productivas totales del país y las exportaciones de productos orgánicos representan entre 2 y 5% del total, según algunos autores y registros estadísticos (CEI, 2007).

### **4.1 Abonos orgánicos**

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (Ramos *et al.*, 2014).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas. Dependiendo del nivel aplicado originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, capacidad de retención de humedad, pH, potasio disponible, calcio y el magnesio. En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, estructura del suelo, disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (Ramos *et al.*, 2014).

#### **4.1.1 Lombrihumus**

Se denomina lombrihumus al excremento de las lombrices obtenido mediante la cría intensiva de ciertas variedades de lombrices alimentadas con desechos orgánicos. La lombricultura a diferencia de otros abonos orgánicos naturales es utilizada por las plantas en el estado que se encuentra sin necesidad de sufrir otras transformaciones.

Además de ser particularmente rico en sustancia orgánica y en compuestos nitrogenados, este producto contiene óptimas cantidades de calcio, potasio, fósforo u otros elementos minerales,

como también una vasta gama de enzimas que desarrollan un rol muy importante en la fertilidad del suelo, también elementos fitoreguladores (particularmente enzimas) que inciden positivamente sobre el crecimiento de las plantas. Todo esto hace que el lombricomposteo sea un fertilizante orgánico por excelencia y prácticamente único por su elevada carga bacteriana y enzimática.

La siguiente tabla muestra los aportes nutricionales del lombrihumus donde el N, P, K, Ca, Mg, son similares, esto está implicado al tipo de alimento de las lombrices; también se puede observar que el contenido de MO y humedad son altos.

**Tabla 1.** Composición nutricional del lombrihumus

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
Humedad %	30-60
pH	6.8-7.2
Nitrógeno %	1-2.6
Fósforo %	2-8
Potasio %	1-2.5
Calcio %	2-8
Magnesio %	1-2.5
Materia orgánica %	30-70
Carbono orgánico %	14-30
Ácidos fúlvicos %	14-30
Ácidos humínicos %	2.8-5.8
Sodio %	0.02
Cobre %	0.05
Hierro %	0.02
Manganeso %	0.006
Relación C/N	10:11

Fuente: Baltodano & Chavarría (2007)

#### **4.1.2 Compost**

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (FAO).

Es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost.

Ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de sustrato, temperatura, pH y la relación C:N externamente, el proceso de compostaje dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que siempre estén dentro de un rango óptimo.

En la siguiente tabla se puede observar cómo el compost de desechos vegetales va sufriendo cambios a medida que se va descomponiendo y también se muestran los rangos óptimos que se deben tener en consideración para que éste sea de buena calidad; este es uno de los abonos que mayor tiempo requiere para su elaboración.

**Tabla 2.** Rango ideal de compost maduro

<b>Parámetro</b>	<b>Promedio entre los 3-6 meses</b>
C:N	10:1-15:1
Humedad %	30%-40
Concentración de oxígeno %	~10

Tamaño de partícula	<1.6 cm
pH	6.5-8.5
Temperatura	T°C ambiente
Densidad	<700 kg/m <sup>3</sup>
Materia orgánica (base seca) %	>20
Nitrógeno total (base seca) %	~1

La siguiente tabla muestra los valores promedios de un compost con su composición química de los macroelementos N, P, K.

**Tabla 3.** Composición nutricional del compost

Nutriente	% de compost
Nitrógeno %	0,3 – 1,5 (3g a 15g por Kg de compost)
Fósforo %	0,1 – 1,0 (1g a 10g por Kg de compost)
Potasio %	0,3 – 1,0 (3g a 10g por Kg de compost)

Fuente: Román *et al.*, (2013)

#### 4.1.3 Bocashi

Según (Leblanc, H. 2007) citado por Ortega en el 2012, el bocashi es un abono orgánico de origen japonés que se produce en un tiempo más corto que el compost. La palabra “bocashi” significa “abono fermentado” en japonés, aunque en la mayoría de las ocasiones el bocashi se produce en un proceso aeróbico y no por fermentación. Tradicionalmente, el bocashi se prepara con cascarilla de arroz (*Oriza sativa* L.), gallinaza, tierra de bosque, bocashi previamente preparado, levaduras, carbón, carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), semolina de trigo (*Triticum aestivum* L.) y melaza de caña (*Saccharum officinarum* L.). La cascarilla de arroz es una fuente de carbono (C) de degradación lenta mientras que la gallinaza es la principal fuente de N. La semolina y la melaza son fuentes de C de degradación rápida y ayudan a iniciar el proceso de degradación.

Entre los factores que condicionan la elaboración del abono orgánico bocashi, según Alvear (2004) están:

- **Temperatura.** Después de 14 horas de haberse preparado el abono debe presentar temperaturas superiores a 50°C.
- **La humedad.** La humedad óptima, para lograr la mayor eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre un 50 y 60 % del peso.
- **La aireación.** Se considera conveniente que exista una concentración entre el 5% y el 10% de oxígeno en los macroporos de la mezcla. Los microporos, por su parte, no deben tener exceso de humedad porque hacen el proceso anaeróbico y no se produce un abono de buena calidad.
- **El tamaño de las partículas de los ingredientes.** La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono, presenta la ventaja de aumentar la superficie para la descomposición microbiológica.
- **El pH.** Para la elaboración del abono es de un 6 a 7.5. Los valores extremos perjudican la actividad microbiológica en la descomposición de los materiales.
- **Relación carbono-nitrógeno.** La relación ideal para la fabricación de un abono de rápida fermentación es de 25:35 una relación menor trae pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización, en cambio una relación mayor alarga el proceso de fermentación.

La siguiente tabla muestra la composición del bocashi especificando los macro y micronutrientes en sus valores promedios, esto debe ser considerado al tener un bocashi de buena calidad y que haya sido manejado adecuadamente durante su elaboración.

**Tabla 4.** Composición nutricional del bocashi

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
Nitrógeno %	1.23
Fosforo %	2.98
Potasio %	1.05
Calcio %	9.45
Magnesio %	0.62
Zinc	274 ppm
Boro	5.34 ppm

Cobre	234 ppm
Hierro	11.975 ppm
Manganeso	345 ppm
Sodio %	0.062
Azufre %	591.3
Carbono %	12.4
Humedad %	33.56
Relación C/N	10:1
Materia orgánica	21.22 ppm

Fuente: Ortega (2012)

#### 4.1.4 Gallinaza compostada

Se conoce como gallinaza la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de decamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje ínfimo de material extraño (Marshall, 2000).

La gallinaza es comparativamente rica en fósforo y se dispone de ella en cantidad suficiente, constituye una adición valiosa al rimero de estiércol, porque ayuda a compensar la falta de fósforo de otros estiércoles. En el montón de compost una capa de gallinaza de 3 cm. de espesor puede sustituir con ventaja a otra capa de 10-13 cm. de estiércol de vaca o de caballo (Teuscher y Adler, 1981).

Esta tabla muestra una clara alta composición de las gallinazas debido al proceso del cual es obtenido, también están influenciados por el tipo de alimento que se les proporcionen a las aves, aunque estos valores promedian su composición.

**Tabla 5.** Composición nutricional de la gallinaza

Parámetros	Gallinaza de jaula	Gallinaza de piso
pH	9	9
Humedad %	57.8	34.8

Ceniza %	23.7	14
Potasio %	1.9	0.89
Carbono orgánico %	19.8	24.4
Materia orgánica %	34.1	42.1
Nitrógeno %	3.2	2.02
Relación C/N	6:2	12:1
Fosforo %	7.39	3.6

Fuente: Peláez *et al.*, (1999)

El uso del estiércol de gallina debe realizarse con la debida precaución ya que la aplicación de niveles moderados a altos, pueden aportar cantidades elevadas de amoníaco que causan daños a las plantas (Uribe 2003).

#### 4.1.5 Pulpa de café

Del café uva solo el 18.5% es café oro, el resto del fruto es agua (20%), pulpa (41%), cascarrilla (4.5%), mucilago (16%). El desperdicio de la pulpa de café genera el 60% de la contaminación del agua en las zonas cafeteras. La pulpa contiene materia orgánica y nutrientes. Las concentraciones de P, Ca y K están en mayor cantidad en la pulpa que en el propio grano de café, además de contener Mg, S, Fe y B. Procesado como abono orgánico, estos nutrientes se liberan paulatinamente. En laderas es esencial combinar la aplicación del abono para mejorar la fertilidad del suelo con otras prácticas de control de erosión. El abono de pulpa de café, en la actualidad, se utiliza preferiblemente para establecer nuevas plantaciones de café y para viveros. Sin embargo se puede utilizar en plantaciones de producción (PASOLAC, 2012).

Entre las ventajas del uso de pulpa de café compostada como abono orgánico están las siguientes (PASOLAC, 2012):

- Se utiliza en todo tipo de suelo. En suelos arenosos tiene la ventaja de ser menos susceptible a la lixiviación que el fertilizante químico, también en suelos profundos y superficiales.

- En suelos de baja infiltración es importante combinar la aplicación del abono con otras prácticas de control de erosión para evitar el lavado del material por la escorrentía.
- Contribuye a mejorar suelos pedregosos y no pedregosos.
- En suelos con pendientes moderadas y fuertes es esencial combinar la aplicación del abono con otras prácticas de CSA para reducir la escorrentía y erosión. De esta manera se reduce la pérdida del abono por procesos erosivos.
- Contribuye a mejorar suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes. En estos suelos degradados abonos orgánicos son esenciales para mejorar las condiciones del suelo. Se pueden complementar con fertilizantes químicos los cuales solos generalmente no mejoran de forma sostenible suelos degradados. En suelos fértiles la aplicación del abono contribuye a mantener la materia orgánica en el suelo y estimula la actividad micro- y mesobiológica del suelo.
- La aplicación en suelos ácidos contribuye a amortiguar las condiciones químicas del suelo. En suelos ácidos, se recomienda preparar la abonera con cal.

Esta tabla muestra el aporte de macro y microelementos de la pulpa de café compostada, donde se puede apreciar que aporta muchos de nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas. Estos valores son promedios siempre y cuando se obtenga un abono de pulpa de café bien elaborado.

**Tabla 6.** Composición nutricional de la pulpa de café compostada

<b>Parámetros</b>	<b>Promedio</b>
Cenizas %	6.66
Nitrógeno %	1.76
Fosforo %	0.13
Potasio %	2.82
Calcio%	0.32
Magnesio %	0.08
Hierro	159 ppm
Manganeso	69 ppm

Boro	22 ppm
Zinc	8 ppm
Cobre	10 ppm

Fuente: Cenicafé (2011)

## 4.2 Fertilización integrada en los cultivos

La FAO (2002), menciona que los abonos orgánicos mejoran la eficiencia de los fertilizantes. Antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes, todas las fuentes disponibles de los nutrientes deberían ser utilizadas, por ejemplo excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, paja, estiba de maíz y otros materiales orgánicos.

Sin embargo, éstos deberían ser convertidos en abono y ser descompuestos antes de su aplicación en el suelo. Con la descomposición del material orgánico fresco, por ejemplo paja de maíz, los nutrientes del suelo, particularmente el nitrógeno, serán fijados provisionalmente; de este modo no son disponibles para el cultivo posterior. Aún cuando el contenido de nutriente del material orgánico sea bajo y variable, el abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general.

La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad. Además la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo. El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales.

La combinación de abono orgánico/materia orgánica y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico/la materia orgánica mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan. No obstante, el abono orgánico/la materia orgánica por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea.

Los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. Aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente.

Ullé (1998), menciona que la adición de abonos orgánicos en períodos cortos de tiempo para producción de cultivos hortícolas no son suficientes para observar respuestas en los rendimientos. En cambio la acción de los fertilizantes sintéticos es a corto plazo, todos sus elementos aportados son asimilados en un menor tiempo que los abonos orgánicos, se asimila en todo el periodo vegetativo de la planta desde la germinación hasta la floración y formación del fruto (Gliessman, 2002).

### **4.3 Generalidades de la chía (*S. hispanica* L.)**

La chía es una planta herbácea de la familia de las Lamiaceas, de hojas anchas con ramificaciones opuestas, tallo hueco y cuadrado. Mide entre 1.20 hasta 1.60 m de alto y 0.4m hasta 0.60m de ancho entre los espacio tenga la planta aumenta su ramificación y por ende sus número de espiga floral es mayor reportándose mejores rendimientos.

#### **4.3.1 Manejo del cultivo**

El cultivo de chía se debe establecer en zonas que al menos presenten una lluvia por semana o un promedio de 800 a 900 mm por año bien distribuida, temperaturas no mayores de los 33°C, para evitar afectación de la polinización por la resequedad del polen, vientos menores de los 20 km por horas, para evitar la caída de la planta.

Por lo general, los suelos que presentan alturas mayores de los 800 MSNM y frecuencia de lluvias semanal son suelos ácidos o sea presentan pH menores de 5, aunque el cultivo de chía se adapta a estas condiciones siempre se debe recomendar medidas para regular el pH del agua en las aplicaciones de los plaguicidas. Y aplicar fertilizantes altos en concentración de magnesio o calcio.

#### **4.3.2 Densidad de siembra**

Se recomienda utilizar 6 libras de semilla a chorrío por  $mz^{-1}$  considerando un 10% de mortalidad de plantas por daños de insectos y factores ambientales.

### **4.3.3 Fertilización**

Lo más recomendable es realizar análisis de fertilización del suelo, pero cuando no se realiza y por lo tanto no se conoce el estado nutricional del suelo, se recomienda el uso de fertilizantes balanceados como el triple quince (15 N -15 K-15 P) 4 qq  $mz^{-1}$ .

Se recomienda 50 dds aplicar fertilizantes foliares 1 litro por  $mz^{-1}$  (NPK) en frecuencia de cada 15 días hasta el último mes de desarrollo vegetativo, porque en este mes se debe utilizar un foliar enriquecido con un litro de Boro y uno de fertilizante foliar multimineral, para fortalecer la inflorescencia.

A los 30 dds se recomienda aplicar 2 quintales de Urea por manzana al voleo después de una lluvia, a los 60 dds se realiza la segunda aplicación de urea 1qq y una tercera aplicación se recomienda a las 90 dds. En total se recomienda utilizar 4 qq de urea. Es importante señalar que esto puede variar según la zona, el tipo de suelo y desarrollo del cultivo.

### **4.3.4 Cosecha**

Desde la siembra hasta la cosecha son de 120 a 130 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 para 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 cada no sobre una carpa de plástico, se recomienda realizar el despolvado con ayuda de cedazo fino de 2x2 mm cuadrado (Miranda, 2012).

## **V. METODOLOGÍA**

### **5.1 Ubicación del estudio**

Este estudio se llevó a cabo en la comunidad de Santa Rita a 15 km al sur del casco urbano del municipio de Quilalí, Nueva Segovia en el norte de Nicaragua, este lugar bordea el Rio Coco o Segovia, la comunidad se encuentra a una altura promedio de 400 MSNM, con bosques húmedos subtropicales de suelos francos arcillosos.

El territorio municipal está situado entre las coordenadas de los meridianos 86°-52'-57" y 86°-08'-59" Longitud Oeste y los paralelos 13°-27'-27" y 13°-41'-00" Latitud Norte. El clima está catalogado como de sabana tropical de altura, la precipitación anual oscila entre los 1,200 y 2,000 mm, con una temperatura entre los 21° y 26° C. Humedad relativa 76%. (Alcaldía municipal de Quilalí)

### **5.2 Variables que se midieron**

#### **5.2.1 Universo y muestra para el levantamiento de datos**

Para recolectar los datos del experimento se tomaron 10 plantas del centro de los dos surcos centrales por UE para un total de 200 plantas. Únicamente se utilizó la parcela total para determinar estimar el análisis económico.

#### **5.2.2 Comportamiento vegetativo**

- Altura de la planta

Se midió en tres periodos (60 ddg, 90ddg, 120ddg), esta se tomó desde la base del tallo de la planta hasta la yema apical más alta mediante el uso de una cinta métrica expresando la medida en centímetros (cm).

- Diámetro del tallo

Se midió en tres periodos (60 ddg, 90ddg, 120ddg), a una altura de 5 cm por encima del cuello de la planta mediante el uso de un pie de rey representando la unidad de medida en milímetros (mm).

- Área foliar de la planta

El área foliar es una variable importante en la mayoría de los estudios agrícolas y fisiológicos involucrados en el crecimiento vegetal, captación de luz, eficiencia fotosintética, respiración, transpiración y respuesta al riego y a la fertilización.

Se utilizó el programa ImageJ versión 1.4.3.67 este procesa la información requerida a través de fotografías en el caso de esta investigación se utilizó una cámara de teléfono móvil Samsung de 5 megapíxeles.

Esta variable fue medida a los 60 ddg, para representar el área foliar se midieron nueve hojas de cada planta. Tres por estrato (medio, alto, bajo). Las plantas muestreadas fueron 200 para un total de 1800 hojas procesadas en el programa expresando la medida en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>).

- Longitud de raíz

La medida se tomó desde el cuello de la planta hasta la parte terminal de mayor presencia de raíces secundarias. Esta variable se midió al momento de cosechar el cultivo utilizando únicamente una lámina de apoyo y una regla graduada en centímetros (cm),

### **5.2.3 Comportamiento productivo**

- Número de espigas

Es el promedio de espigas por planta. Para medir esta variable se establecieron dos parámetros y consistieron en que se aceptaba como espiga aquella que tuviera una medida superior a los cinco centímetros de longitud con un porcentaje de floración cuajada por encima del 80%.

- Número de espiguillas por espiga

Es el promedio de espiguillas por espigas. Primero se homogenizo la humedad de las espigas exponiéndolas por tres días al sol, luego estimando un peso para un número de espiguillas, en este caso un gramo de espiga se compuso de 176 espiguillas.

- Peso de 1,000 granos

Para estimar esta variable primero se hizo un conteo de 1,000 granos de chíá, estos se introdujeron en un tubo o pajía para conocer el volumen que se necesitaba para hacer los siguientes muestreos, después para determinar el peso se utilizó una pequeña balanza en gramos (gr).

#### 5.2.4 Análisis económico

Se evaluó esta variable mediante la metodología utilizada por Hernández (2001), quien ha mejorado la estructura de evaluación del CYMMIT (1988). El cual está orientado a los experimentos agropecuarios donde se realiza únicamente un presupuesto parcial del total, el cual se trabaja únicamente con los costos que varían para determinar la diferencia de los mismos y así mismo recomendar el mejor tratamiento.

### 5.3 Diseño del experimento

El diseño experimental fue un bloque completamente al azar (BCA) para contrarrestar los factores adversos (edafoclimáticos, material genético de la semilla, requerimientos nutricionales del cultivo, nivel de fertilización del suelo, etc.), formado aleatoriamente por cuatro bloques, cinco tratamientos y un total de veinte unidades experimentales. Cada unidad experimental ocupó un área de 15m<sup>2</sup> estableciendo en cada una de estas 6 surcos de 5 metros de largo de chíá. El experimento en general contó con un área útil de 300 m<sup>2</sup> y un área total de 713 m<sup>2</sup>. (Anexo 1)

En este experimento se usaron como tratamientos cuatro tipos de mezcla de abonos orgánicos con una proporción de 1:1 en relación al volumen, se tomó en cuenta un testigo convencional con el fertilizante 12-30-10 para un total de cinco tratamientos.

**Tabla 7.** Descripción de los tratamientos utilizados en el experimento

Descripción	Composición
Tratamiento 1. (T1)	Gallinaza compostada más pulpa de café compostada
Tratamiento 2. (T2)	Compost más pulpa de café compostada
Tratamiento 3. (T3)	Lombrihumus más pulpa de café compostada
Tratamiento 4. (T4)	Bocashi más pulpa de café compostada

---

Tratamiento 5. (T5)	Testigo (convencional 12-30-10)
---------------------	---------------------------------

---

## **5.4 Manejo del experimento**

Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas necesarias para un normal desarrollo vegetativo y fisiológico del cultivo.

### **5.4.1 Periodo del cultivo**

El experimento en campo inició en el mes de Octubre del año 2015 y concluyó en el mes de Febrero del 2016.

### **5.4.2 Preparación del terreno**

Las labores de preparación del terreno consistió en la limpia del área, división de las parcelas experimentales y levantamiento de camellones, únicamente se utilizó herbicida glifosato para el control de maleza en ciertos puntos del lugar del experimento, nunca en la parcela útil.

### **5.4.3 Siembra**

Para la siembra de chíá se utilizó semilla criolla del lugar, la cual se ha producido desde hace varios años. La densidad establecida fue de 15 plantas por metro lineal y 0.50 m entre surcos.

### **5.4.4 Fertilización**

Fue el punto central de la investigación ya que en este momento es donde inicio la participación de los tratamientos en el experimento; el cultivo se fertilizó en tres periodos, a los 15 ddg, la segunda a los 30 ddg y la tercera a los 45 ddg, con una dosis igual en cada uno de los momentos para los tratamientos con abonos orgánicos.

### **5.4.5 Cosecha**

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos alcanzaron su madurez fisiológica de toda la parcela. Para esto se procedió al arranque de las plantas exponiéndolas por ocho días al sol hasta que se secaron por completo haciendo más fácil la extracción de las semillas.

## **5.5 Técnicas e instrumento para la toma de datos**

Para esta investigación de tipo experimental se utilizó como técnica la observación. Como instrumento de la investigación se usó una hoja de campo previamente elaborada para

recolectar los datos de todas las variables y además de un cuaderno de campo donde se registró toda la información de la investigación en campo.

## **5.6 Análisis estadístico**

El análisis estadístico se realizó mediante el uso del programa Infostat versión 2008, donde inicialmente se realizó un análisis de normalidad (Shapiro Wilks) y homogeneidad (Levene) donde se verificó que todos los datos fueran normales a excepción de la variable análisis económico en la que se utilizó otro tipo de metodología.

En las variables que no presentaron normalidad se utilizó la técnica no paramétrica (Kruskal Wallis, al 95 % de confianza). Este se basa en que no necesariamente el tratamiento que presente mayor valor en su media obtiene la categoría superior, aquel tratamiento que tenga una suma de rangos superior asignado a las observaciones dentro de cada tratamiento será el mejor. Este análisis permite realizar comparaciones de pares entre las medias de los rangos de los tratamientos en estudio.

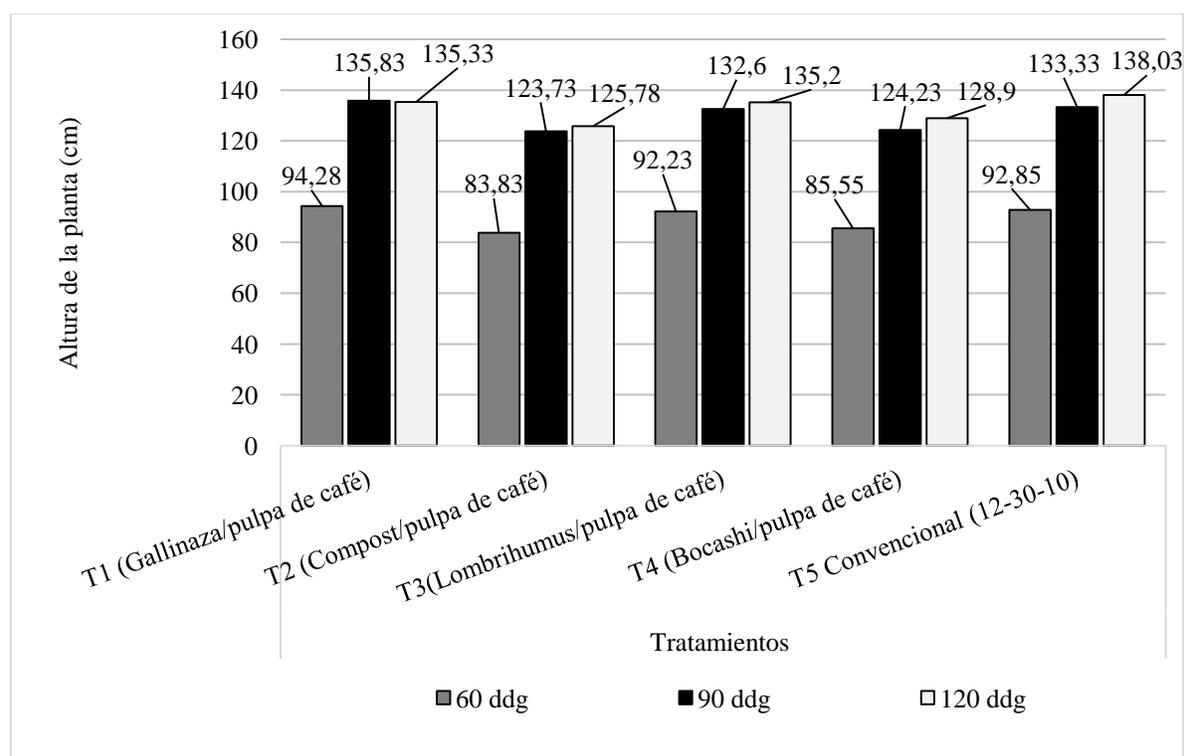
Para las variables que mostraron normalidad se utilizaron las técnicas paramétricas ANDEVA, separación de medias según Tukey, al 95 % de confianza.

## VI. RESULTADOS

### 6.1 Comportamiento de las variables de desarrollo vegetativo del cultivo

#### 6.1.1 Comportamiento de la variable altura de la planta

La figura 1 muestra una comparación de las medias de los tratamientos, donde se obtuvo que para la primera observación P-valor 0.6691 donde el T1 muestra la media más elevada, de la misma manera para la segunda observación P-valor 0.6477; no así para la tercera observación P-valor 0.6507 donde el T5 llegó al valor más alto sobre el resto de los tratamientos. Mediante el análisis estadístico para la variable altura de la planta en todos sus momentos de muestreo los tratamientos se comportaron de manera similar agrupándose en una sola categoría estadística (Anexo 2).



**Figura 1.** Comportamiento del crecimiento para la variable altura de la planta durante los tres periodos medidos en el experimento con el cultivo de chí

Según Gutiérrez *et al.* (2003) en una investigación sobre uso de abonos orgánicos en el cultivo de tomate obtuvo resultados donde se alcanzaron las mayores alturas usando 1.11 kg/m<sup>2</sup> de gallinaza en los primeros muestreo hasta los 30 dds, además se determinó que este

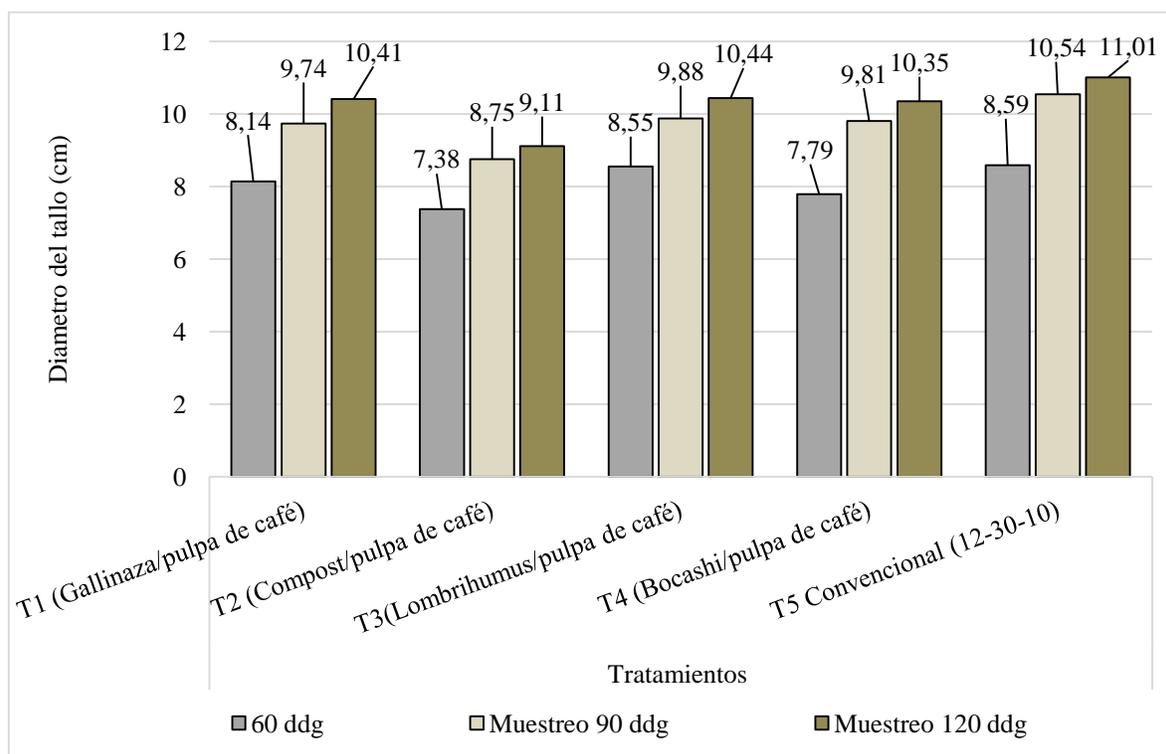
influye positivamente en el desarrollo vegetativo, debido a la composición química de la gallinaza la cual presenta un contenido muy aceptable en el cultivo del tomate.

Armendáriz (2012), en una investigación realizada en el cultivo de chíá pudieron encontrar que el uso de dos abonos orgánicos y dos distanciamientos de siembra presentaron los mayores valores en la altura de las plantas. Una primera medida a los 60 dds mostro que el tratamiento correspondía a humus de lombriz 10 ton/ha con 0.6 m de distancia entre surco; y una última a los 120 dds donde el tratamiento gallinaza 10 ton/ha con 0.8 m de distancia entres surco.

Valenzuela et al.,(2015) mediante una investigación en el 2012-2013 con viveros de café encontró que el efecto de un abono a base de pulpa de café, afecto positivamente el desarrollo de la altura de las plántulas en comparación al resto de los tratamientos utilizados.

### 6.1.2 Comportamiento de la variable diámetro del tallo

La figura 2 muestra una comparación de las medias de los tratamientos, donde se obtuvo que para la primera observación P-valor 0.4646 donde el T5 muestra el promedio más alto, de la misma manera para la segunda observación P-valor 0.5076 e igualmente para la tercera observación P-valor 0.5450. Mediante el análisis estadístico para la variable diámetro del tallo en todos sus momentos de muestreo los tratamientos se comportaron de manera similar agrupándose en una sola categoría estadística (Anexo 2).



**Figura 2.** Comportamiento de crecimiento para la variable diámetro del tallo durante los tres periodos medidos en el experimento con el cultivo de chía

Herrera & Tórrez (2002), en una investigación sobre evaluación de tres tipos de fertilizantes entre orgánicos y químicos en el cultivo de maíz obtuvieron que el tratamiento convencional 18-46-0 presentó el mayor valor para la variable diámetro del tallo en comparación a los demás tratamientos utilizados.

Valenzuela *et al.*,(2015) mediante una investigación con viveros de café en el 2012-2013 encontró que el efecto de un abono a base de pulpa de café presentó los mejores resultados en el diámetro del tallo en comparación al resto de tratamientos utilizados.

### 6.1.3 Comportamiento de la variable área foliar

En la siguiente tabla se muestra una comparación de las medias de cada tratamiento para esta variable, el tratamiento T5 presentó el mayor valor. Para esta variable los datos recolectados mostraron normalidad, pero no diferencia estadística P-Valor =0.0876, pudiéndose establecer que los tratamientos utilizados se comportaron de manera similar. (Anexo 2)

**Tabla 8.** Descripción de las medias para cada tratamiento en la variable área foliar la cual se midió a los 60 ddg en el cultivo de chía

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias (cm<sup>2</sup>)</b>
T5 Convencional (12-30-10)	267.58
T1 (Gallinaza/pulpa de café)	262.49
T4 (Bocashi/pulpa de café)	233.30
T3 (Lombrihumus/pulpa de café)	229.95
T2 (Compost/pulpa de café)	223.53

Herrera & Tórrez (2002), en una investigación sobre evaluación de tres tipos de fertilizantes entre orgánicos y químicos en el cultivo de maíz obtuvieron resultados significativos a los 30 dds donde el fertilizante mineral fue el que presentó el mayor valor, seguido de la aplicación de gallinaza y por último un testigo absoluto.

Estos resultados coinciden con los presentados por Demolon (1975), quien encontró que a mayores cantidades de nitrógeno aumentan el área foliar.

Según Martínez, S. (2007) y Sequeira *et al* Valle 2011, mencionan que la fertilización no influye en el número de hojas pero si en el área foliar.

### 6.1.4 Comportamiento de la variable longitud de raíz

La siguiente tabla muestra la aplicación de la técnica no paramétrica para esta variable se puede observar la diferencia entre los promedios de los rangos donde el T2 muestra el valor más alto respecto a los demás tratamientos. Esta variable no muestra diferencia estadística.

**Tabla 9.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable longitud de raíz

Tratamiento	N	Medias	D.E	Medianas	Promedio rangos	H	p
T1 (Gallinaza/pulpa de café)	4	10,93	1,05	10,90	9,75	1,48	0,8296
T2 (Compost/pulpa de café)	4	11,54	1,24	10,98	13,13		
T3 (Lombrihumus/pulpa de café)	4	10,66	1,38	10,45	8,63		
T4 (Bocashi/pulpa de café)	4	11,10	0,47	11,08	11,50		
T5 Convencional (12-30-10)	4	11,19	0,30	10,68	9,50		

Valenzuela *et al.*, (2015) mediante un estudio realizado en 2012-2013 determinó que la mayor longitud de la raíz en viveros de café fue mediante la aplicación de abono a base de pulpa de café en comparación a un compost, gallinaza y un testigo absoluto.

Guido & Marín (2010), en una investigación realizada en 2007 en el cultivo de yuca con el uso de tres abonos orgánicos encontraron que el compost presento los mejores resultados con respecto a un biofertilizante y un humus de lombriz en el desarrollo radicular.

Villalobos *et al.*, en (2009) en un estudio con abonos orgánicos en hortalizas bajo condiciones de invernadero obtuvieron los rendimiento más alto utilizando composta en relación a un fertilizante químico 20-20-0 de N-P-K.

## 6.2 Comportamiento de las variables productivas del cultivo

### 6.2.1 Comportamiento de la variable número de espigas por planta

Al realizar una comparación de las medias como muestra la tabla a continuación para cada tratamiento se encontró que el mayor valor lo presentó el tratamiento T1 con una media de 41 espigas por planta. Mediante el análisis estadístico realizado para esta variable los datos mostraron normalidad, pero no se mostró diferencia estadística (P-Valor =0.3111). (Anexo 2)

**Tabla 10.** Resultado de las medias para la variable número de espigas por planta muestreada(s) durante la cosecha del experimento

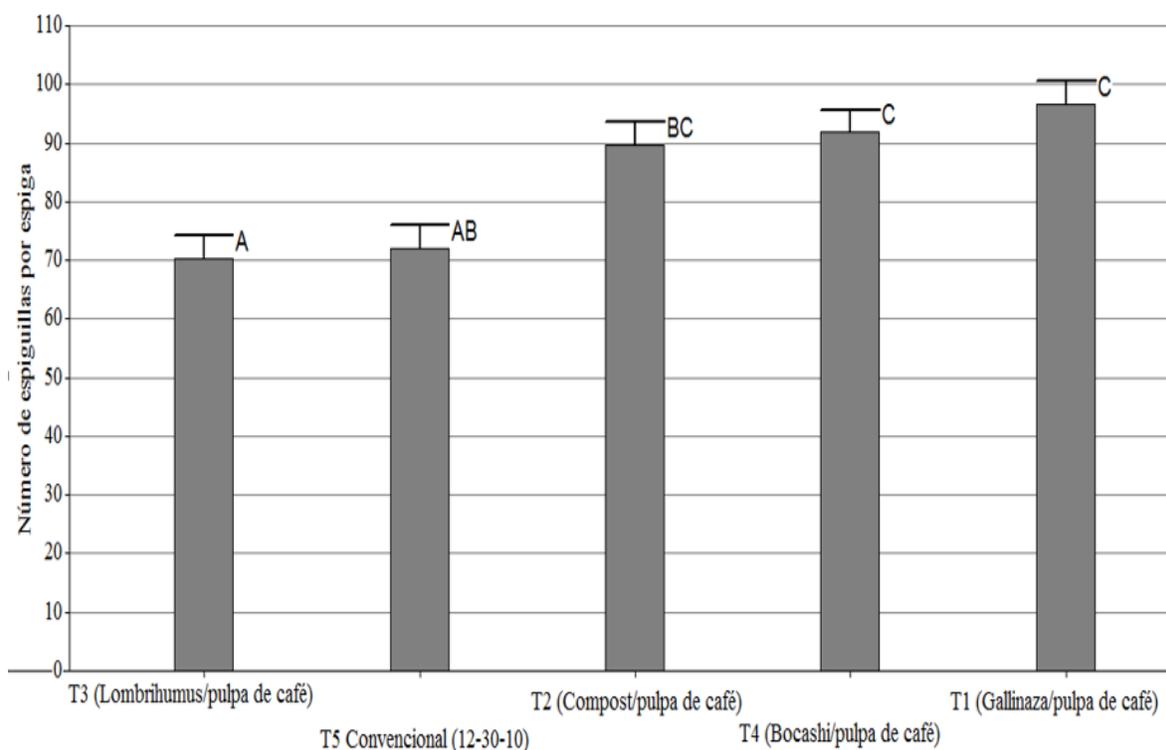
Tratamientos	Medias (unidades/planta)
T1 (Gallinaza/pulpa de café)	41
T5 Convencional (12-30-10)	39
T3 (Lombrihumus/pulpa de café)	38
T4 (Bocashi/pulpa de café)	35
T2 (Compost/pulpa de café)	30

El número de espigas por planta está relacionado con el número de ramificaciones, es decir que a mayor cantidad de ramas igualmente será el incremento en la cantidad de espigas.

Carrera & Llanos (2015) mediante una investigación en el cultivo de chía encontraron que no existe ningún efecto significativo en dos densidades de siembra que se utilizaron (0.6 m/surco y 0.8 m/surco) y cuatro tipos de fertilización (sin fertilización; fertilizante eco abonanza en dosis de 10 ton/ha; fertilizante humus en dosis de 10 tn/ha; óptimo 40-40-40-20 kg/ha de N-P-K-S.) en las variables número de flores/planta, peso de semillas/planta y peso de mil semillas. Estas variables son características varietales.

### 6.2.2 Comportamiento de la variable número de espiguillas por espiga

La siguiente figura muestra que los tratamientos se diferencian estadísticamente para esta siguiente variable siendo el tratamiento T1 el que se comportó mejor con un promedio de 96.53 y superó al resto de los tratamientos, mientras que T3 presentó el resultado más bajo con un promedio de 70.20. Mediante el análisis estadístico con la separación de medias según Tukey, al 95 % de confianza, en la figura 3 se pueden observar cuatro categorías estadísticas T1 y T4 se agrupan en la categoría más alta. P-valor 0.0011 y CV= 9.37. (Anexo 2)



**Figura 3.** Diferenciación estadística en la variable número de espiguillas por espiga en la post-cosecha del cultivo en el experimento en chíá

Según (Carrera & Llanos 2015) no han encontrado diferencia estadística en relación a la parte de producción donde relacionan más esta variable a características varietales, pero en esta investigación se encontró diferencia estadística para el número de espiguillas por espiga.

### 6.2.3 Comportamiento de la variable peso de 1,000 granos

La tabla que se muestra a continuación muestra la aplicación de la técnica no paramétrica para esta variable se puede observar la diferencia entre los promedios de los rangos donde el T4 muestra el valor más alto respecto a los demás tratamientos. Esta variable no muestra diferencia estadística.

**Tabla 11.** Prueba de Kruskal Wallis para la variable peso de 1,000 granos

Tratamiento	N	Medias	D.E	Medianas	Promedio rangos	H	p
T1 (Gallinaza/pulpa de café)	4	0,81	0,05	0,83	9,50	2,18	0,6710
T2 (Compost/pulpa de café)	4	0,83	0,01	0,83	8,75		
T3 (Lombrihumus/pulpa de café)	4	0,83	0,01	0,83	11,50		
T4 (Bocashi/pulpa de café)	4	0,84	0,02	0,84	13,88		
T5 Convencional (12-30-10)	4	0,81	0,05	0,83	8,88		

El peso del grano está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de materia orgánica a los granos así como el llenado de estos, lo que a su vez está determinado por la eficiencia de los procesos desarrollados por las hojas, tallos; también por la nutrición mineral e hídrica durante el llenado de granos (Herrera & Tórrez, 2002).

Los resultados coinciden con (Pinillia & Sanhueza, 2009-2010), donde al evaluar la calidad y rendimiento del grano de avena Supernova con niveles de fertilización química no afectaron peso específico, rendimiento industrial y peso de mil granos.

Ante la realidad de que elevadas dosis de fertilizantes minerales causan graves daños al ambiente y de que los abonos orgánicos en cantidades normales no contienen los nutrientes suficientes para la obtención de cosechas rentables, tal vez la mejor opción sea ir combinando gradualmente el uso de químicos inorgánicos con abonos orgánicos hasta lograr un equilibrio (Añez & Espinoza, 2003).

#### 6.2.4 Análisis económico

El análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales es una herramienta de análisis que permite obtener el resultado económico de una actividad agropecuaria, es un método para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

#### Identificación de los costos relevantes

El fertilizante y los abonos orgánicos usados en el experimento son diferentes, entonces los costos que varían son los precios de estos mismos.

#### Estimación de los costos de insumos en campo

**Tabla 12.** Estimación de los costos de insumos en campo

Trat	qq/ha	C/U (C\$)	Costo bruto (C\$)	Transp./qq (C\$)	CIC (C\$)	CA (C\$)	CT (C\$)
T1	66.64	100	6,664.00	25	8,330.00	2,700.00	11,030.00
T2	66.64	150	9,996.00	25	11,662.00	2,700.00	14,362.00
T3	66.64	475	31,654.00	25	33,320.00	2,700.00	36,020.00
T4	66.64	225	14,994.00	25	16,660.00	2,700.00	19,360.00
T5	5 qq	990	4,950.00	25	5,075.00	300.00	5,375.00

**Tabla 13.** Estimación de los rendimientos ajustados para el análisis económico

Tratamiento	Rendimiento corregido kg/ha	Rendimiento ajustado kg/ha	Rendimiento qq/mz <sup>-1</sup>
T1	800	640	9.9
T2	956.4	765	11.8
T3	928	742	11.5
T4	894.87	716	11.1
T5	568.13	455	7

Tasa de ajuste 20% aprox. Valores según APEN (2013)

### Obtención de los beneficios netos y beneficios brutos

**Tabla 14.** Obtención de los beneficios netos y beneficios brutos

Trat.	Rend. Aj	Pc. C\$/kg	BB (C\$)	CV (C\$)	BN (C\$)	BB/CV	BN/CV
T1	640	60	38,400.00	11030.00	27,370.00	3.48	2.48
T2	765	60	45,907.00	14,362.00	31,545.00	3.20	2.20
T3	742	60	44,544.00	36020.00	8,524.00	1.24	0.24
T4	716	60	42,954.00	19,360.00	23,594.00	2.22	1.22
T5	455	60	27,270.00	5,375.00	21,895.00	5.07	4.07

Precio actual en córdobas por kilo de chía = C\$ 60, APEN (2013)

### Realización del análisis de dominancia

**Tabla 15.** Realización del análisis de dominancia

Tratamiento	CV (C\$)	BN (C\$)	Observación del tratamiento	Conclusión
T5	5,375.00	21,895.00		No dominado
T1	11,030.00	27,370.00	Del T5 al T1	No dominado
T2	14,362.00	31,545.00	Del T1 al T2	No dominado
T4	19,360.00	23,594.00	Del T2 al T4	Dominado
T3	36,020.00	21,470.00	Del T2 al T3	Dominado

### Cálculo del retorno marginal

**Tabla 16.** Cálculo de la tasa de retorno marginal

Tratamiento	BN (C\$)	CV (C\$)	$\Delta$ BN	$\Delta$ CV	TRM ( $\Delta$ BN/ $\Delta$ CV)*100
T5	21,895.00	5,375.00			
T1	27,370.00	11,030.00	5,475.00	5,655.00	96.81
T2	31,545.00	14,362.00	4,175.00	3,332.00	125.3

### **Cálculo de la tasa mínima de retorno (TAMIR)**

La tasa de interés del mercado financiero informal es de 60% más o menos por temporada de cultivo, lo cual al sumarse el 40% de retorno mínimo exigido a la agricultura, da un TAMIR de 100%

### **Selección del tratamiento más rentable**

Usando un criterio óptimo el tratamiento más rentable es el T2 para el cual se cumple con la condición  $TMR \geq TAMIR$

### **Análisis de residuos**

**Tabla 17.** Análisis de residuos

<b>Tratamiento</b>	<b>CV (C\$)</b>	<b>BN (C\$)</b>	<b>Costos de oportunidad de los CV*</b>	<b>Residuo</b>
T5	5,375.00	21,895.00	5,375.00	16,520.00
T1	11,030.00	27,370.00	11,030.00	16,340.00
T2	14,362.00	31,545.00	14,362.00	17,183.00

Sustrayendo de los beneficios netos del costo de oportunidad de los costos variables, se obtienen los residuos, con los cuales se corrobora que el T2 (Compost/pulpa de café) es el mejor.

## VII. CONCLUSIONES

Para la variable altura de la planta el T1 muestra la media más elevada en la primera medición, de la misma manera para el segundo periodo, mientras que para el tercer recuento el T5 llegó al valor más alto sobre el resto de los tratamientos. NS

La variable diámetro del tallo el T5 muestra el promedio más alto en su primer recuento, de la misma manera para el segundo y el tercero. Esto quiere decir que mantuvo sus promedios sobre el resto de los tratamientos en toda esta observación. NS

En la variable área foliar el tratamiento T5 presentó el mayor valor de las medias con 267.58 cm<sup>2</sup> al momento del recuento, esto debido a la mayor concentración del nitrógeno en el fertilizante convencional que influye sobre el área foliar positivamente. NS

Para la variable longitud de raíz el tratamiento T2 mostró los promedios de los rangos más altos respecto a los demás tratamientos. NS

En la variable número de espigas por planta el mayor valor lo presentó el tratamiento T1 con una media superior al resto de los tratamientos con 41 espigas por planta. NS

Para la variable número de espiguillas por espigas los tratamientos se diferencian estadísticamente siendo el tratamiento T1 el que se comportó mejor con un promedio de 96.53 y superó al resto de los tratamientos, mientras que T3 presentó el resultado más bajo con un promedio de 70.20. La variable espiguillas por espiga según ANOVA con un 95% de confianza presenta diferencias estadísticas significativas por lo que cada tratamiento presentó efectos diferentes, al aplicar la técnica de medias de separación de Tukey resultó en cuatro grupos ubicando a los tratamientos T4 (bocashi/pulpa de café) y T1 (gallinaza/pulpa de café) con la mejor aceptación.

En la variable peso de 1,000 granos el promedio el promedio de rangos del tratamiento T4 muestra el valor más alto respecto a los demás tratamientos. NS

Según el análisis económico aplicado para los tratamientos el tratamiento T2 (Compost/pulpa de café) es el mejor que fue utilizado en el cultivo, donde económicamente se obtienen los mayores beneficios.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se recomienda lo siguiente:

Tomar siempre en cuenta el análisis del suelo y requerimientos nutricionales de los cultivos para este tipo de experimentos.

Continuar con estudios relacionados con este cultivo en estos temas debido a que se están incluyendo nuevos productos de origen orgánicos en el mercado.

Realizar estudios mediante una fertilización integrada con abonos orgánicos y fertilizantes químicos para determinar el efecto en los cultivos y el suelo.

Tomar en cuenta la incorporación de otras variables para medir con más eficacia la efectividad de los abonos compostados.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, O. 2004. Taller de abonos orgánicos. El uso de biofertilizante en la agricultura. Managua, Nicaragua. Cap 5. Pp1.
- Almendáriz, P. E. (2012). Evaluación agronómica del cultivo de chíá (*S. hispánica* L) con dos densidades de siembra y tres tipos de fertilizante orgánico, en San Pablo de Atenas, Provincia Bolívar.
- Altieri, M. 1995. Agroecología: creando sinergia para la agricultura sostenible, Universidad de Berkeley y Consorcio Latinoamérica Agroecología y desarrollo (CLADES). 63 pp.
- Alvear, C.; Torres X.; Mejía M. Manual de agricultura alternativa Principios. 1ra ed. Bogotá. San Pablo. 2004. Págs.: 32-41.
- Añez, B. & Espinoza, W. 2003. Respuestas de la lechuga y el repollo a la fertilización química y orgánica. Revista Forest Venezuela 47: 73-82.
- APEN. (2013). Chíá la experiencia productiva en Nicaragua. 14
- Baltodano & Chavarría (26 de Septiembre de 2007). Producción y comercialización de lombrihumus, con la especie californiana (*Eisenia foetida*), en la finca Buena Vista, La Cumplida, municipio de Matagalpa. Recuperado el 10 de Junio de 2015, de [https://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=https%3A%2F%2Fwww.unan.edu.ni%2Fdir\\_invest%2Fweb\\_judc%2Fproyectos\\_matagalpa%2Fpdf%2Fproyectos%2Fproyecto\\_lombrihumus.pdf&ei=ysSBVaKrHs\\_joASO9LugDA&usg=AFQjCNEekTLxrcnu4Ky](https://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=https%3A%2F%2Fwww.unan.edu.ni%2Fdir_invest%2Fweb_judc%2Fproyectos_matagalpa%2Fpdf%2Fproyectos%2Fproyecto_lombrihumus.pdf&ei=ysSBVaKrHs_joASO9LugDA&usg=AFQjCNEekTLxrcnu4Ky)

Carrera, F. X., & Llanos, A. Y. (2015). Respuesta agronómica del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L) a diferentes densidades poblacionales y fertilización en la granja El Triunfo Cantón Caluma Provincia de Bolívar.

CEI, E. e. (21 de Febrero de 2007). La producción orgánica, una alternativa para los pequeños productores. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/278245-producción-orgánica-alternativa-pequeño-productor/>

Cenicafé, I.N (2011). Procesamiento del café en Colombia y uso de los subproductos. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de [http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ebp.ch%2Ffiles%2Fprojekte%2Frk\\_kaffeeabfaelle\\_12\\_coffeewasteuse\\_rodriguez\\_cenicafe.pdf&ei=WhGDVbLMCMfcoASJkLho&usg=AFQjCNHwVywHIO9lQASITCakrgKs26sGCg](http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCgQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.ebp.ch%2Ffiles%2Fprojekte%2Frk_kaffeeabfaelle_12_coffeewasteuse_rodriguez_cenicafe.pdf&ei=WhGDVbLMCMfcoASJkLho&usg=AFQjCNHwVywHIO9lQASITCakrgKs26sGCg)

CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. Distrito Federal, México: CIMMYT.

DeKartzow. (2013). Estudio de factibilidad técnico económica del cultivo de la chía (*S. hispánica* L) en Chile, Informe Técnico, FIA (Fundación para la innovación agraria). Santiago: FIA.

Demolon, A. 1975, Crecimiento de los vegetales cultivados. Edición Revolucionaria. Habana-Cuba. 199 pp.

FAO – Organic Agriculture <http://termportal.fao.org/faooa/main/start.do>

FAO (2002). Los fertilizantes y su uso. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

Ficha técnica del municipio de Quilalí, Nicaragua . (s.f.). Obtenido de <https://www.yumpu.com/es/document/view/40056996/ficha-municipal-nombre-del-municipio-quilali-nombre-del->

Gliessman, S. (2002). Agroecología; Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible. Turulbia; Costa Rica: CATIE.

Guido, B. M., & Marín, E. J. (2010). Efecto de tres abonos organicos sobre el crecimiento y rendimiento en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) El Plantel, Masaya, 2007.

Gutiérrez, P. J., Velásquez, W. P., & Olivera, E. M. (23 de Marzo de 2003). Evaluación de tres abonos orgánicos: guano de murcielago, lombrihumus y gallinaza, en semillero de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill).

IICA. (2009). Estado de agricultura orgánica de Nicaragua. Propuestas para el fomento y desarrollo de la agricultura orgánica de Nicaragua. Pág. 15,17.

Hernández, M. R. (Junio de 2001). Análisis economico de experimentos agricolas con presupuestos parciales.

Herrera, B. R., & Tórrez, B. O. (2002). Evaluacion de tres tipos de fertilizante (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L). Variedad NB6.

Leblanc, H.A.; Cerrato, M.E.; Miranda, A.; Valle, G. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. Tierra Tropical: Sostenibilidad, Ambiente y Sociedad 3(1): 97-107. 2007.

Marshall, W. A. (2000). Contribución al estudio de la ceba ovina estabulada sobre la base de heno y suplemento proteico con harina de soya y gallinaza. Tesis de Dr. en Cienc. Vet. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 44-48.

- Martínez, S. 2007. Evaluación de cinco cultivares de cebolla amarilla dulce (*Allium cepa* L.) de exportación en el valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 89 p.
- Miranda, I.F (2012). Central de Cooperativas de Servicios Múltiples Exportación e Importación del Norte (CECOOPSEMEIN RL.). Guía técnica para el manejo del cultivo de chía (*Salvia hispánica* L) en Nicaragua.
- Ortega, P. (2012). Elaboración del bocashi sólido y líquido. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fdspace.ucuenca.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F3347%2F1%2FTESIS.pdf&ei=FS2CVdXONcflogTlob1w&usg=AFQjCNEFDVcIQy7P7vzb9HviK5q6lJKVow&bvm=bv.96041959,bs.1,d.b2w>
- PASOLAC Nicaragua, El Salvador & Honduras. A través de los Colaboradores y colaboradoras de la Unidad de Apoyo de PASOLAC: Georg Weber, S. U. (11 de Septiembre de 2012). Abonos orgánicos con pulpa de café. Recuperado el 17 de Junio de 2015, de <http://www.fundesyam.info/biblioteca/displayFicha.php?fichaID=1057>
- PELÁEZ Carlos et al. Gallinaza: materia prima en proceso de compostación. En: Revista Avicultores. Colombia. Vol. 53, 1999; p.18. 32.
- Román, María M. Martínez, Alberto Antoja (2013). Manual de compostaje del agricultor. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 17 de Junio de 2015 de, <http://www.google.com.ni/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fdcrep%2F019%2Fi3388s%2Fi3388s.pdf&ei=2e->

BVYSLN8TUoASSkaWgBA&usg=AFQjCNGgc4UijkwCeMn\_ijnjtkxcmQkAn  
g

Pinilla, H., & Sanhueza, H. (2009-2010). Efecto de la fertilización con N, P, K, S en rendimiento y calidad de grano en avena Supernova-INIA en un suelo andisol de alta fertilidad.

Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. La Habana, Cuba.

Santos, D. A. (1987). Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. Abonos orgánicos, 2.

Sequeira et al Valle 2011. Evaluación de diferentes porcentajes de fertilizantes 15-15-15 en la producción de postura de cebolla en el Valle de Sébaco.

Teusher, H; Adler, R. (1981). El suelo y su fertilidad. Co. Editorial Continental S.A. México.

Ullé, J.A.; Fernández, F. & Rendina, A. 2004. Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechuga mantecosa. SOB. Horticultura Brasileira. 22, p 434.

Uribe, L. 2003. Inocuidad de abonos orgánicos. In: Gloria Meléndez y Gabriela Soto (eds.) Taller de abonos orgánicos. Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica. pp 122 – 138.

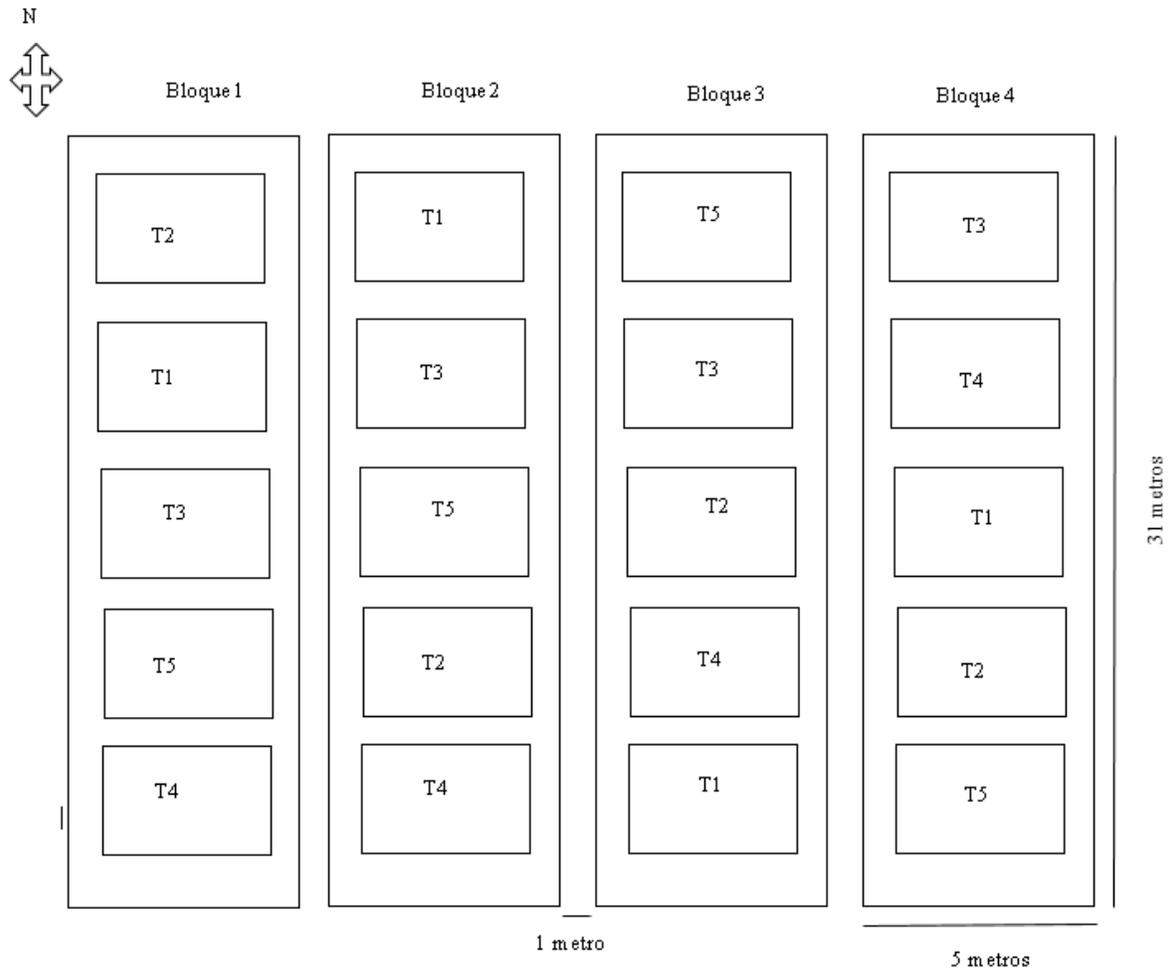
Valenzuela, B. M., Quezada, B. E., & Castro, B. Z. (2015). Efecto de los abonos orgánicos a base de pulpa de café, compost, gallinaza en plnatulas de cafe (*Coffea arabica*) en

la finca "El Bosque" comunidad Buena Vista, municipio de San Juan del Rio Coco, departamento de Madriz, Octubre 2012-Julio 2013.

Villalobos, J. A., Valle, M. A., Ceja, E. S., & Rodríguez, H. M. (2009). El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero.

# X. ANEXOS

## Anexo 1. Diseño del experimento



## Anexo 2. Análisis estadístico

### Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Altura de la planta 1	20	0.00	19.48	0.94	0.4046
RDUO_Altura de la planta 2	20	0.00	18.26	0.95	0.5996
RDUO_Altura de la planta 3	20	0.00	17.98	0.94	0.4865
RDUO_Diametro del tallo 1	20	0.00	1.21	0.92	0.2780
RDUO_Diametro del tallo 2	20	0.00	1.16	0.92	0.2253
RDUO_Diametro del tallo 3	20	0.00	1.35	0.89	0.0791
RDUO_Area Foliar (cm2)	20	0.00	23.25	0.98	0.9471
RDUO_Longitud de raíz (cm)	20	0.00	1.01	0.86	0.0151
RDUO_Número de espigas	20	0.00	7.07	0.94	0.4141
RDUO_Numero de espiguillas por	20	0.00	6.87	0.89	0.0735
RDUO_Peso de 1000 granos	20	0.00	0.03	0.84	0.0040

### **Análisis de varianza altura de la planta 1**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
Altura de la planta 1 (cm)	20	0.76	0.62	13.76

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo II)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	5743.18	7	820.45	5.37	0.0056
Bloque	5376.19	3	1792.06	11.74	0.0007
Tratamiento	366.99	4	91.75	0.60	0.6691
Error	1831.73	12	152.64		
Total	7574.91	19			

### **Análisis de varianza altura de la planta 2**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>R<sup>2</sup> Aj</b>	<b>CV</b>
Altura de la planta 2 (cm)	20	0.66	0.45	10.78

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo II)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	4475.90	7	639.41	3.26	0.0351
Bloque	3978.08	3	1326.03	6.76	0.0064
Tratamiento	497.82	4	124.45	0.63	0.6477
Error	2354.71	12	196.23		
Total	6830.61	19			

### Análisis de varianza altura de la planta 3

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>
Altura de la planta 3 (cm)	20	0.62	0.40	10.88

Cuadro de análisis de al varianza (SC tipo III)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	4153.08	7	593.30	2.82	0.0549
Bloque	3624.24	3	1208.08	5.75	0.0112
Tratamiento	528.84	4	132.21	0.63	0.6507
Error	2520.21	12	210.02		
Total	6673.29	19			

### Análisis de varianza diámetro del tallo 1

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>
Diámetro del tallo 1 (mm)	20	0.58	0.34	13.03

Cuadro de analisis de al varianza (SC tipo III)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	18.72	7	2.67	2.41	0.0866
Bloque	14.46	3	4.82	4.34	0.0273
Tratamiento	4.26	4	1.06	0.96	0.4646
Error	13.32	12	1.11		
Total	32.03	19			

### **Análisis de varianza de diámetro del tallo 2**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>
Diametro del tallo 2 (mm)	20	0.30	0.00	14.06

Cuadro de analisis de al varianza (SC tipo III)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	9.83	7	1.40	0.75	0.6383
Bloque	3.27	3	1.09	0.58	0.6787
Tratamiento	6.56	4	1.64	0.87	0.5076
Error	22.51	12	1.88		
Total	32.34	19			

### **Análisis de varianza diámetro del tallo 3**

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>
Diametro del tallo 3 (mm)	20	0.31	0.00	15.14

Cuadro de analisis de al varianza (SC tipo III)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	13.27	7	1.90	0.78	0.6132
Bloque	5.48	3	1.83	0.76	0.5397
Tratamiento	7.78	4	1.95	0.81	0.5450
Error	29.00	12	2.42		
Total	42.26	19			

### Análisis de varianza área foliar

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>
Area foliar (cm <sup>2</sup> )	20	0.56	0.30	10.23

Cuadro de análisis de al varianza (SC tipo III)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	9333.98	7	1333.43	2.15	0.1166
Bloque	2826.84	3	942.28	1.52	0.2598
Tratamiento	6507.14	4	1626.78	2.62	0.0876
Error	7441.92	12	620.16		
Total	16775.89	19			

### Análisis de varianza número de espigas por planta

<b>Variable</b>	<b>N</b>	<b>R2</b>	<b>R2 Aj</b>	<b>CV</b>
Número de espigas por planta	20	0.48	0.18	19.94

Cuadro de análisis de al varianza (SC tipo III)

<b>F.V</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P-Valor</b>
Modelo	595.62	7	85.09	1.59	0.2286
Bloque	309.06	3	103.02	1.93	0.1790
Tratamiento	286.55	4	71.64	1.34	0.3111
Error	641.39	12	53.45		
Total	1237.01	19			

### Análisis de varianza número de espiguillas por espiga

Variable	N	R2	R2 Aj	CV
Número de espiguillas por espiga	20	0.77	0.64	9.37

### Cuadro de análisis de al varianza (SC tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	P-Valor
Modelo	2485.85	7	355.12	5.73	0.0043
Bloque	151.27	3	50.42	0.81	0.5109
Tratamiento	2334.59	4	583.65	9.41	0.0011
Error	744.26	12	62.02		
Total	3230.11	19			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=14.78756

Error: 62.0214 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E		
3.00	70.20	4	3.94	A	
5.00	72.03	4	3.94	A	B
2.00	89.70	4	3.94		B C
4.00	91.78	4	3.94		C
1.00	96.53	4	3.94		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Anexo 3. Fotografías



Preparación del terreno, comunidad Santa Rita



Germinación de la semilla de chía



Cultivo de chía a los 30 ddg



Realizando mezclado de los abonos orgánicos

Realizando labores de limpieza en el cultivo



Preparando abonos para ser aplicados



Señalizando parcelas



Cultivo de chía a los 50 ddg



Realizando levantamiento de datos



Fotografía para para calcular área foliar



Midiendo altura de la planta



Midiendo longitud de raíz



Realizando la cosecha de chía



Aporreando chía



Realizando despolvoreado de chía



Calculando números de espiguillas por espigas