

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE CAFÉ (*Coffea arabica*) VARIEDAD LEMPIRA A NIVEL DE
VIVERO.**

POR:

NERLY HERNAIN FLORES DÍAZ.



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

**EFFECTO DE CINCO SUSTRATOS ORGÁNICOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE CAFÉ (*Coffea arabica*) VARIEDAD LEMPIRA A NIVEL DE
VIVERO.**

POR:

NERLY HERNAIN FLORES DÍAZ.

ESMELYM OBED PADILLA M.S.C

Asesor principal

**TESIS PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO.**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

DICIEMBRE, 2013

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO por conservar mi salud y haber ingresado a este centro educativo y cumplir mis metas de ser egresado con mucho orgullo de mi carrera gracias a ti Dios por todo ello.

A MIS PADRES

, **Ana Lidia Díaz Ramos y Lizandro Flores** por ser ellos que me extendieron la mano y brindarme su apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida (espiritual, moral y económico) por confiar en mí.

A MIS HERMANOS

Selvin, Everaldo, Mayra, Brenda Flores Díaz; por haberme transmitido fortaleza cariño y apoyo en todos los aspectos y así vencer cada reto que se me ha presentado en el diario vivir.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO por darme la oportunidad de alcanzar y finalizar una de mis metas en la vida. Gracias Dios por todo tu amor y dedicación en cada una de sus hijos.

A NUESTRA ALMA MATER por brindarme la oportunidad de realizar mi carrera universitaria y a todos los docentes por brindarme sus conocimientos y aportar en mi formación profesional como profesional de las ciencias agrícolas.

A ESMELYM OBED PADILLA M.SC. Por haberme orientado y transmitido su conocimiento en la realización de esta investigación.

A GUSTAVO RAMON LOPEZ M.SC. y EMILIO FUENTES M. SC, por haber sido mis asesores secundarios y haberme brindado su tiempo y sus amplios conocimientos al momento del desarrollo de la investigación.

. A MIS COMPANEROS

Allan E, Jairo F., Juan F, Julio Z, Olman S, Leonardo C, Marley F, Milthon T, Pedro M, Kirien V, por toda su amistad y estar en todo los momentos que convividos en nuestra alma mather.

CONTENIDO

ACTA DE SUSTENTACION	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
I INTRODUCCIÓN	2
II OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1 Importancia del cultivo de café en Honduras	3
3.2 Sistema radicular del cafeto.....	4
3.3 Los sustratos	5
3.3.1 Funciones básica que debe cumplir un sustrato.....	6
3.3.2 Características de los sustratos	6
3.3.3 Características físicas y su importancia.....	7
3.3.4 Características químicas de los sustratos.....	7
3.3.5 Propiedades biológicas de los sustratos.....	9
3.3.6 Otras propiedades	9
3.4 Criterios para la selección de sustratos.....	9
3.5 Los sustratos orgánicos.....	10

3.6	Sustratos a utilizar en el experimento.....	10
3.6.1	Compost de cascarilla de arroz	10
3.6.2	Lombricompost de estiércol de ganado	11
3.6.3	Aserrín viejo descompuesto	12
3.6.4	Suelo	13
3.6.5	Suelo con dosis de fertilizante químico 18-46-0	13
3.6.6	Compost de leguminosas	35
IV	MATERIALES Y MÉTODO	37
4.1	Descripción del sitio de la práctica.....	37
4.2	Materiales y equipo	37
4.3	Tratamientos Evaluados.	38
4.4	Diseño experimental	38
4.5	Modelo estadístico	38
4.6	Manejo del experimento	39
4.6.1	Preparación de sustratos orgánicos.....	39
4.6.2	Llenado de bolsa	40
4.6.3	Siembra del semillero	40
4.6.4	Trasplante a bolsa	41
4.6.5	Riego y manejo del vivero.....	41
4.6.6	Fertilización	41
4.7	Variables a evaluar	42
4.7.1	Altura de las plántulas	42
4.7.2	Numero de hojas	42
4.7.3	Grosor del tallo	42
4.7.4	Área foliar.....	43

4.7.5	Peso de la biomasa vegetativa	43
4.7.6	Peso de la biomasa sistema radicular	43
4.8	Análisis estadístico	44
4.9	Análisis económico	44
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
5.1	Altura de la planta.....	46
5.2	Numero de hojas.....	49
5.3	Diámetro del tallo	53
5.4	Área foliar.....	56
5.5	Biomasa vegetativa.....	57
5.6	Peso fresco radicular.....	58
VI	CONCLUSIONES	61
VII	RECOMENDACIONES.....	36
VIII	BIBLIOGRAFIA	38
IX	ANEXOS.....	45

LISTA DE FIGURAS

Figura

Figura 1. Altura de la planta a los 45 días después de trasplante	47
Figura 2. Altura de la planta atravez del tiempo.....	48
Figura 3. Numero de hojas a los 45 días después de trasplante.....	50
Figura 4. Numero de hojas a los 70 días después de trasplante.....	52
Figura 5. Número de hojas atravez del tiempo	53
Figura 6 Comportamiento del diámetro del tallo atravez del tiempo	55
Figura 7. Área foliar (cm ²) de los diferentes sustratos evaluados.	56
Figura 8 Peso biomasa vegetativa (grs) de las plantas con los diferentes tratamientos	57
Figura 9. Peso fresco de la raíz (grs)	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro

Cuadro 1:	Tratamientos evaluados.....	38
Cuadro 2.	Promedios para las variables altura, numero de hojas, diámetro del tallo, área foliar, biomasa vegetativa y peso fresco de raíz.....	45
Cuadro 3	Relación beneficio-costó	59

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Croquis de campo	45
Anexo 2.	Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 45 ddt	45
Anexo 3.	Contrastes Ortogonales para la variable altura de la planta a los 45 ddt	46
Anexo 4.	Análisis de suelo del sustrato lombricompost bovino	46
Anexo 5.	Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 70 ddt	47
Anexo 6.	Contrastes Ortogonales para la variable altura de la planta a los 70 ddt	47
Anexo 7.	Análisis de varianza para la variable número de hojas de la planta a los 45 ddt	47
Anexo 8.	Contrastes Ortogonales para la variable número de hojas a los 45 ddt	48
Anexo 9.	Análisis de varianza para la variable número de hojas de la planta a los 70 ddt	48
Anexo 10.	Contrastes Ortogonales para la variable número de hojas a los 70 ddt	48
Anexo 11.	Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las planta a los 45 ddt.....	49
Anexo 12.	Prueba de Medias para la variable diámetro del tallo a los 45 ddt	49
Anexo 13.	Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de la planta a los 70 ddt	49
Anexo 14.	Prueba de Medias para la variable diámetro del tallo a los 70 ddt.	50
Anexo 15.	Análisis de varianza para el área foliar de las planta a los 70 ddt	50
Anexo 16.	Contrastes Ortogonales para la variable Área foliar.....	50
Anexo 17.	Análisis de varianza para la variable peso fresco de la biomasa vegetativa.....	51
Anexo 18.	Contrastes Ortogonales para la variable biomasa vegetativa.....	51
Anexo 19.	Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz.....	51
Anexo 20.	Contrastes Ortogonales para la variable peso de raíz	52
Anexo 21.	Análisis del lombricompost de cerdaza	52
Anexo 22.	Análisis de suelo.....	52
Anexo 23.	Aporte de nutrientes de los diferentes sustratos orgánicos.	53

Flores Díaz, NH. 2013. Evaluación del efecto de cinco sustratos orgánicos en la producción de plántulas de café (*coffea arábica*) en la zona de Catacamas, Olancho. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. 69 p.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la sección de cultivos industriales de la Universidad Nacional de Agricultura, en el municipio de Catacamas en el departamento de Olancho para llevar a cabo la investigación se realizó un diseño completamente al azar se utilizaron cinco sustratos los cuales son: suelo + cascarilla de arroz, suelo + Lombricompost bovino, suelo + aserrín, suelo + lombricompost de cerdaza y suelo + Lombricompost de mucuna, más un testigo absoluto 100% suelo y un testigo relativo realizando dos aplicaciones de fertilizante 18-46-0 en forma líquida aplicando a una dosis de 80 cc por planta a los 30 y 50 días después del trasplante así como 168 plantas de café de la variedad lempira las cuales se dividieron en cuatro repeticiones con seis plantas cada una a través del proceso de aleatorización. En cuanto a las variables evaluadas tenemos altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo, área foliar, biomasa vegetativa y peso de raíz. La diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) se dio en las siguientes variables altura de la planta, número de hojas, área foliar, biomasa vegetativa y peso fresco de raíz, excepto de la variable diámetro del tallo que fue la única que no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$). Estos resultados nos indican que existen diferencias en la utilización de diferentes sustratos orgánicos en la producción de plantas de café en la etapa de vivero.

Palabras claves: vivero, plántulas de café, sustratos orgánicos, fertilizante nitrógeno, fósforo.

I INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años la actividad cafetalera en Honduras ha sido uno de los principales rubros que ha permitido la sostenibilidad en aspectos de suma importancia; económico, social y medio ambiente, el cual en la actualidad genera ingresos que contribuye así fortalecimiento de la economía nacional (López 2010). En la actualidad existen 280,000 hectáreas, cultivadas de cafeto, el cual proporciona más de 1,000,000 de empleos directos, lo cual equivale al 22% de la población rural y 100,000 familias la cuales son beneficiados siendo la mayor parte pequeños productores (as) que dependen directamente de este rubro el cual aporta el 8% del PIB a la economía nacional (Klele 2012).

En Honduras la caficultura nacional se encuentra ubicada, principalmente en las regiones montañosas del país; sin embargo en los últimos años se ha mejorado la caficultura nacional debido al aporte de parte de algunas instituciones como el IHCAFE a través de trabajos de investigación y asistencia técnica a los productores (Vendin, s.f

Los sustratos poseen propiedades nutricionales y características que favorecen a las plantas en la etapa de vivero por el cual son una alternativa para mejorar la producción de plántulas de café en la calidad, al mismo tiempo optar por una agricultura orgánica y reducir los costos de producción y obtener mejores beneficios económicos. (Chávez 2002).

Con el objetivo de enfrentar el alto costo en el uso de fertilizantes químicos y el efecto indirecto al suelo surge la necesidad de estudiar diferentes sustratos orgánicos que favorezcan el crecimiento y desarrollo de las plantas particularmente que se encuentran disponibles por parte de los productores para la producción de plantas de café de alta calidad y a un bajo costo.

II OBJETIVOS.

2.1 General

Evaluar el efecto de cinco sustratos orgánicos en la producción de plántulas de café (*coffea arábica*) variedad lempira a nivel de vivero.

2.2 Específicos

2.2.1 Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos sobre el crecimiento de las plántulas de café.

2.2.2 Determinar el efecto a través de los diferentes tratamientos sobre el desarrollo vegetativo (altura, número de hojas, diámetro y área foliar) de las plantas de café.

2.2.3 Determinar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos en las variables (peso fresco de la biomasa vegetativa y del sistema radicular) de las plantas de café.

2.2.4 Determinar la mejor relación beneficio/costo de diferentes sustratos orgánicos en la producción de plántulas de café en la etapa de vivero.

III REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Importancia del cultivo de café en Honduras

El cultivo de café se encuentra dentro de los principales productos agrícolas de exportación, siendo uno de los rubros que genera una fuerte cantidad de divisas en la economía Hondureña, también forma gran parte en la industria, alimentación e investigación además genera más de 1, 000,000 de empleos directos, con más 100,000 familias productoras de café que son beneficiados los cuales son dependientes de esta actividad cafetalera (IHCAFE, 2012).

La actividad cafetalera es considerada una actividad conservacionista ya que la mayor parte de las áreas sembradas del país se encuentran plantadas bajo sombra y en terrenos donde la pendiente es ligeramente pronunciada además son áreas donde difícilmente se adaptarían otros cultivos debido a las condiciones edafoclimáticas y a la topografía de los terrenos (Ártica 2009).

Según IHCAFE (2009), la producción nacional de café correspondiente a la cosecha 2008/09 fue de 4, 182,821.35 quintales, presentando una disminución del 6%, con respecto a la producción registrada en la cosecha 2007/08 de 4,443,720.06 quintales, dicha disminución corresponde a factores climáticos que afectaron algunas áreas de cultivo a nivel nacional y otra al aumento en el contrabando de café a los países vecinos.

Según IHCAFE, (2012), considera que la cosecha de café 2010-2011, logró resultados históricos en Honduras, las exportaciones fueron de 5,172,909.92 quintales mostrando un

Incremento del 25.46% en comparación con los 4,122,888.32 quintales exportados durante la cosecha 2009-2010; lo anterior es fruto del empeño y trabajo de más de 110,000 familias productoras de café, y las oportunas decisiones de los cuerpos directivos de las instituciones cafetaleras que ejecutan labores de ayuda y mejora continua para el sector cafetalero. La semilla de café comúnmente requiere un intervalo de 45 a 60 días para que se lleve el proceso de germinación. Uno de los factores que más influyen el proceso de germinación tanto a nivel de laboratorio como en el campo, es el endocarpio o pergamino que presenta la semilla del cafeto; su remoción permite que la semilla germine en un plazo de 14 a 21 días, lo cual se considera al pergamino como una barrera mecánica que limita la entrada de agua en la germinación en la semilla.

3.2 Sistema radicular del cafeto

El cafeto es considerado una planta que posee un sistema radicular ramificado, debido a esta constituido por una gran diversidad de partes, las cuales tienen una función específica en la planta. El crecimiento de la raíz presenta la característica que tiene un crecimiento indeterminado, el cual tiene relación al crecimiento aéreo de la planta.

El cafeto posee una raíz pivotante o principal la cual se encuentra unida al tronco de la planta, esta puede llegar a medir 50 cm de profundidad lo cual depende del tipo de suelo, las raíces axiales se origina de las principales las cuales pueden desarrollarse en diferentes direcciones y presentan la principal función de servir de anclaje a la planta, crecen vertical de 2 a 3 mts de profundidad. Las raíces laterales superficiales pueden crecer de forma paralela al suelo de forma horizontal a una longitud de 1.5 mts y las raíces absorbentes son las más numerosas, sin embargo se encuentran a los 20 cm de profundidad Maela y Simas citado por (Christiansen, 2004)

3.3 Los sustratos

En la actualidad los sustratos son el principal medio de producción de plántulas, el cual brinda las condiciones adecuadas, en sus primeras etapas de vida del cultivo, asegurando un mayor porcentaje de plántulas producidas presentando las condiciones óptimas para ser llevadas al campo definitivo. (OIRSA 2002).

Los sustratos son un elemento sólido inerte presentan la característica que sirven de anclaje a las plantas, almacenar y brindarle los nutrientes agua y aire al sistema radicular que la planta necesita para llevar a cabo sus funciones fisiológicas de una forma adecuada. La granulométrica por la cual está compuesto el sustrato, debe permitir la circulación del aire y la circulación de soluciones que se le suministren, los sustratos que brindan buenos resultados en el desarrollo de las plantas permiten la presencia de un 15 a 35% de aire y un 20 a 60% de agua en relación al volumen total del suelo.

Según Hartman y Kester, citados por Palacios (2008), los medios más utilizados para la propagación de plantas son suelo, vermiculita, turba, musgo esfagnífero, piedra pómez, composta, perlita, colcho de pino, carbón de casulla de arroz, estiércol de ganado y la mezcla de los antes mencionados. Estos materiales tienen gran influencia sobre la humedad, temperatura y el oxígeno.

La porosidad es la capacidad de medida de un sustrato para retener agua y aire, sin embargo el tamaño de los poros determina capacidad del drenaje y el intercambio de gases, sin embargo los poros pequeños limitan la circulación del agua; por lo tanto el porcentaje de porosidad de un sustrato debe de ser de un 50% de su volumen, y el porcentaje de aireación después del escurrimiento del agua debe oscilar entre un 20 a 35% lo cual son las condiciones óptimas de un buen sustrato (OIRSA 2002).

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.

3.3.1 Funciones básica que debe cumplir un sustrato.

Según OIRSA 2009, el sustrato debe retener el agua en forma disponible para las plantas, brindar el oxígeno para la respiración del sistema radicular, ser el principal medio de anclaje y soporte, proporcionar nutrientes y mantener las condiciones adecuadas para el trasplante de las plántulas.

3.3.2 Características de los sustratos

Según Tepetlixpan, y Izcalli(s.f.), los suelos sustratos poseen propiedades y características las cuales favorecen que las plántulas en semilleros y viveros obtengan un mejor desarrollo en comparación cuando se trasladan al campo definitivo, sin embargo un sustrato debe reunir algunas características que lo hagan adecuado para el cultivo, ya que no siempre presenta las propiedades adecuadas para obtener los mejores resultados por lo que se realizan mezclar diferentes materiales con el objetivo de mejorar las condiciones nutricionales en el aporte de los nutrientes y por ende mejorar los procesos de germinación enraizamiento, crecimiento y desarrollo de las plántulas.

3.3.3 Características físicas y su importancia

Según Jiménez (2005), un sustrato se caracteriza por poseer tres fases: sólida, líquida y gaseosa, las cuales cumplen una función específica en las plantas; la fase sólida le brinda el soporte físico del medio vegetal; la parte líquida permite la alimentación en agua de los nutrientes en su medio líquido, el equilibrio entre estas tres fases está determinado por la calidad del tipo de sustrato. Un sustrato ideal debe contener 20 a 30% de aire, un 25 a 40% de agua y un 30 a 55% de material sólido. La densidad aparente es una característica del sustrato de suma importancia que permite conocer la porosidad del sustrato.

- **Agua disponible:** Es la porción de agua que puede ser absorbida por las raíces de las plantas con la suficiente rapidez para compensar las pérdidas por evaporación y transpiración. Tarjuelo y Pizarro (s.f.).
- **Agua de reserva:** Se refiere a la cantidad de agua que se libera al aplicar una tensión al sustrato de 50 a 100 cm de columna de agua, siendo el valor óptimo de 4 a 10%.
- **Capacidad de aireación:** Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30%.
- **Espacio poroso total:** Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Este dato se determina a partir de la densidad real.

3.3.4 Características químicas de los sustratos

La capacidad de intercambio catiónico es una propiedad de los sustratos que está determinada por la concentración de sales que se encuentren en el sustrato determinan la disponibilidad de los nutrientes entre el sustrato y la solución nutritiva para las plántulas,

por lo que la baja salinidad permite una mejor absorción y asimilación de los nutrientes y elevada capacidad de mantener el pH constante (Jiménez, 2005).

3.3.5 Propiedades biológicas de los sustratos

La velocidad de descomposición esta en función de la población microbiana y de las condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato; esta puede provocar deficiencias de oxígeno, nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas determina la velocidad de descomposición. (Infoagro s.f.).

3.3.6 Otras propiedades

Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas. Reproductividad y disponibilidad bajo costo, fácil de mezclar, fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección, resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (Infoagro s.f.).

3.4 Criterios para la selección de sustratos

El sustrato debe presentar una función principal la cual es brindarle las condiciones adecuadas para la germinación y emergencia de la semilla y el crecimiento de las raíces y brindarle a la planta un mejor soporte y anclaje a la planta. La determinación del material va depender de:

Sus propiedades: Las propiedades físicas, químicas y biológicas que limitan el manejo posterior del sustrato tienen que ser adecuadas para el crecimiento.

- **La relación beneficio/costo:** El costo es el factor principal que determina el uso del tipo de sustrato a utilizar, debido al costo que presenta el acarreo del sustrato, lo que indica que tipo de sustrato se puede utilizar y por consiguiente el beneficio que genera.
- **Facilidad de manejo o compatibilidad:** El uso de los nuevos materiales nos conlleva a realizar programas de investigación, experimentación, con el objeto de presentar un producto apropiada a las condiciones particulares a las que se requiere con el sustrato.
- **Libre de patógenos:** Se debe realizar estudios para asegurarse que el sustrato estén libre de organismos que puedan causar efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.
- **Impacto ambiental:** El cuál debe ser amigable con el ambiente y evitar que provoque alteraciones al medio ambiente.
- **Disponibilidad en la región o zona:** El material a utilizar debe estar disponible en la zona para reducir los costos y mejor disponibilidad al momento de ser utilizado (Villa *et al.*, citado por Cruz-Crespo E. 2013).

3.5 Los sustratos orgánicos

Dentro de este grupo se encuentra una serie de sustratos residuos y subproductos de diferentes actividades, aunque este tipo de materiales deben ser previamente acondicionados mediante un proceso de compostaje o vermicompostaje entre algunos ejemplos de este tipo de materiales se encuentra el bagazo de caña, bagazo de agave, aserrín o serrín, corteza de árboles, cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra y polvo de coco, entre otros los cuales requieren un tratamiento de lavado y esterilizado con el propósito de eliminar algunos residuos y evitar daños en las plantas por contaminación (Abad *et al.* 2004).

Los sustratos orgánicos poseen características como retención de humedad, estabilidad, oxigenación entre otras, que se comportan de manera diferente en cada sustrato; como la retención de humedad en el aserrín es alta en relación con la cascarilla de café que es baja, sin embargo la oxigenación que brinda la cascara de café es buena en comparación con el aserrín, que es baja descomposición (Mora 1999).

Según Gallardo, 1998, las características físicas de los sustratos están directamente asociadas a la capacidad de promover y retener aire a las raíces de las plantas. Un sustrato está constituido por partículas sólidas y espacios libres que dejan entre sí a los cuales se les denominan poros que conforman el espacio poroso.

3.6 Sustratos a utilizar en el experimento

3.6.1 Compost de cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz ofrece buenas propiedades para ser utilizado como sustrato, dentro de esas propiedades físico-químicas; es un sustrato orgánico de baja descomposición y buena aireación. Este sustrato mejora la estructura, facilitando la aireación, absorción de la humedad y la filtración de los nutrientes; estimula el desarrollo abundante y uniforme del sistema radicular de las plantas (Michael, 2009).

La cascarilla de arroz es de peso uniforme ligero en grado y más resistente en comparación con otros materiales y posee menos efecto en la reducción del nitrógeno por los microbios del suelo, además presenta la característica que no introduce plagas pero se recomienda aplicar un proceso de pasteurización el sustrato porque contiene muchas impurezas de semillas de malezas. Sin embargo utilizado sin compostar como un sustituto de vermiculita, por su peso ligero y su resistencia a la descomposición, es un material rico en carbono y presenta altos contenidos de sílice y potasio citado por (OIRSA, 2004).

La cascarilla de arroz presenta la característica que ofrece muy buenos resultados al ser utilizado como sustrato. Sus propiedades físico químicas es un sustrato orgánico de baja descomposición, liviano presenta buen drenaje y buena aireación. También favorece el incremento de la actividad macro y microbiológica del abono y de la tierra, y al mismo tiempo estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas. Como también es una fuente rica en sílice, lo que confiere a los vegetales mayor resistencia contra el ataque de plagas insectiles y enfermedades (propiedades de los sustratos... 2002).

En la forma de cascarilla carbonizada, aporta principalmente fósforo y potasio, y al mismo tiempo ayuda a corregir la acidez de los suelos. La cascarilla de arroz, puede alcanzar en muchos casos hasta una tercera parte del total de los componentes de los abonos orgánicos. Dentro de las propiedades que presenta un sustrato orgánico con una tasa de descomposición. es liviano y de un buen drenaje, las plántulas con casulla de arroz presentan un buen desarrollo, lo cual se debe a la capacidad de retención de humedad sin embargo es recomendable realizar las mezclas con otros materiales lo cual puede ser con pino compostado con el propósito de producir plántulas sanas y con un mejor desarrollo y es una forma de reducir los costos de producción de plántulas porque son materiales que se pueden encontrar en el contexto de la finca y a un bajo precio (Calderón 2002).

3.6.2 Lombricompost de estiércol de ganado

Según Salguero 2006, el lombricompost bovino cumple diversas funciones como ser corregir y mejorar las condiciones físicas y químicas y biológicas, incrementando la disponibilidad del Nitrógeno, fosforo, potasio hierro y azufre, como también estabiliza la reacción del suelo debido a su alto poder tampón, inactiva los residuos de plaguicidas por poseer alta capacidad de adsorción, e inhibición del crecimiento de hongos y bacterias que afectan las plantas, mejora la estructura dando soltura mejora la porosidad y por consiguiente la permeabilidad, incrementa la permeabilidad y mejora el pH .

Los estiércoles son los excrementos de los animales que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen, generalmente entre el 60 y 80% de lo que consume el animal lo elimina como estiércol compostado. El contenido promedio de elementos químicos es de 1.5% de N, 0.7% P y 1.7% K.

3.6.3 Aserrín viejo descompuesto

El aserrín presenta un bajo contenido en humedad y alto contenido en carbono, su degradabilidad es de moderada a pobre (Olivaresi 2011).

Maher *et al*, citado por Valdés y Moreno (2008), demostró que las propiedades físicas del aserrín dependen del tamaño de sus partículas y se recomienda que del 20-40% sean inferiores a 0.8 mm. Es un sustrato ligero, con una densidad aparente de 0.1 a 0.45 g·cm³. La porosidad total es superior al 80%, la capacidad de retención de agua es de baja a media, pero su capacidad de aireación suele ser adecuada. La ventaja principal del aserrín es su bajo costo, pero al ser un material orgánico entra en descomposición, lo que reduce su vida útil como sustrato.

El aserrín posee una elevada relación carbono nitrógeno (C/N), por lo que los residuos deben de ser composteados con correctores que posean nitrógeno suplementario, antes de ser utilizado. Cuando el aserrín está fresco posee una proporción C/N 300: 1 El aserrín de pino es ácido por naturaleza (3.5-4.5 de pH), teniendo una baja fertilidad inicial, sin embargo compostado suprime la actividad de hongos fitopatógenos, teniendo como resultado una baja mortalidad de plántulas (Landis, 1990).

3.6.4 Suelo

Según infoagro, (2011), el suelo es un medio natural formado en su perfil de una mezcla de minerales materia orgánica en desintegración con una capa delgada de agua y aire que brinda las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el cual debe presentar una estructura estable, capaz de permitirle a las plantas, la expresión de su potencial del sistema radicular y crecimiento.

El suelo está constituido por 50% de espacio poroso:

Arena, limo, arcilla 45%, Materia orgánica 1-5%, Agua 25% y Aire 25%

Los principales cationes en el suelo son: calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), hidrógeno (H) y amonio (NH₄). Las partículas de arcilla son los constituyentes del suelo cargados negativamente. Estas partículas cargadas negativamente (arcillas), retienen y liberan nutrientes cargados positivamente (cationes). Las partículas de materia orgánica también están cargadas negativamente y también atraen cationes. Mientras mayor sea la CIC más cationes puede retener el suelo. Los suelos difieren en su capacidad de retener cationes intercambiables. La CIC depende de la cantidad y tipo de arcillas y del contenido de materia orgánica presentes en el suelo (Colmenares y Donado 2004).

3.6.5 Suelo con dosis de fertilizante químico 18-46-0

Nitrógeno: Es un elemento necesario para la etapa de crecimiento de las plantas y durante la producción. Entre las funciones del nitrógeno en las plantas es que: forma parte de las moléculas de proteínas, participa en la transferencia de información genética, la fotosíntesis y presenta una gran movilidad en la planta. Sin embargo la utilización del nitrógeno como sulfato de amonio no es muy recomendable porque aumenta la acidez del suelo, y se recomienda aplicarlo en forma de urea (Suarez,2012).

Fósforo: Su mayor consumo se presenta en el período de crecimiento, es decir durante sus tres primeros años de vida, de la planta, el cual forma parte de las moléculas que conservan y transfieren energía en la planta para procesos metabólicos, es indispensable para la formación de compuestos orgánicos, principalmente hexosas fosfatadas. Experimenta una gran movilidad en la planta. Sin embargo la mayoría de los suelos tienen cantidades suficientes de fósforo para el cafeto. (Carvajal, 1984).

3.6.6 Compost de leguminosas

Según Seipasa, 2013, el compost a base de leguminosas mejorar las propiedades físicas del suelo, enriqueciéndolo con un “humus joven” de evolución rápida, además de otros nutrientes minerales y sustancias fisiológicamente activas, así como a activar la población microbiana del suelo, estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, por los exudados radiculares, por la formación de sustancias pre-húmicas al descomponerse y por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos en su descomposición, se liberan o sintetizan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo.

➤ Investigaciones realizadas sobre el uso de abonos orgánicos

Según investigaciones realizados por Quesada y Mendel, (2005), mediante el uso de la cascarilla de café, en la variable altura de planta en (cm) se han obtenido resultados estadísticamente significativas al ($p < 0.05\%$) al ser utilizado 100% puro, con un altura de la planta de 3.37 cm en comparación con la turba demostrando un crecimiento en la altura de 1.97 cm. Al evaluar el efecto de composta bovino en almácigos de café variedad caturra se ha encontrado un mayor crecimiento en la altura de la planta, como también al mezclarlo con otros sustratos se presentó un mayor grosor del tallo.

El uso de la cascarilla de café en el comportamiento del desarrollo de número de hojas plántula de café es similar que el uso de la fibra, estadísticamente diferente cuando se realizan comparaciones con la turba donde se presentaron valores de 4.67 y 4.33 contra 3.17 respectivamente (Sepúlveda, 2004).

Al realiza evaluaciones con mezclas de diferentes sustratos 25% cascarilla de café + 75% turba lo cual se presentó un mayor peso fresco, y un numero de hojas mayor de las plántulas de café, como también al utilizar aserrín de pino mezclado con suelo en proporciones de 25, 50% y 75%.

El uso de diferentes sustratos orgánicos con diferentes mezclas favorece el desarrollo de las plántulas debido a sus características propias que poseen; como también al aporte nutricional lo que propicia la expresión de un mayor efecto sobre las plántulas.

Adriano et al (2011), reporto en sus experimentos en la utilización de sustratos orgánicos no encontró diferencias significativas para la variable diámetro del tallo ya que los sustratos eran similares nutricionales siendo su respuesta similar entre ellos.

Según trabajos realizado por Anariba 2012 reporto diferencias significativas en la altura de la planta utilizando dos tipos de sustratos JJ con una altura promedio de 11.43 cm siendo el que presento una mayor respuesta en comparación con el testigo correspondiente al testigo 100% suelo y el sustrato COMSA obteniendo un valor intermedio

IV MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Descripción del sitio de la práctica

El estudio se realizó a partir del mes de Julio en la sección de cultivos industriales de la Universidad Nacional de Agricultura (UNA) ubicada en el municipio de Catacamas, Departamento de Olancho, Honduras C.A. Las temperaturas anuales promedio para esta zona son de 25 °C y una humedad relativa de 67.66% con una precipitación pluvial de 1,311.25 mm anuales y una altitud 350 m.s.n.m. (Servicio Meteorológico Nacional 2012).

4.2 Materiales y equipo

En el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales: tierra, estiércol de ganado compostado, aserrín de pino viejo, casulla de arroz, lombricompost, suelo, fertilizante químico (18-46-0) y lombricompost a base de cerdaza, cinta métrica, croquis de campo, hoja de registro, bolsas de polietileno, semillas de café de la variedad Lempira, como equipo se utilizara vehículo, y algunas otras herramientas etc.

4.3 Tratamientos Evaluados.

En el **Cuadro 1**. Se presentan los diferentes tratamientos que se evaluaron como sustratos en la producción de plántulas de café a nivel de viveros.

Tratamiento	Descripción
T1	100% Suelo, (testigo absoluto)
T2	80% suelo + 20% cascarilla de arroz
T3	50% suelo + 50% aserrin
T4	50% suelo + 50% lombricompost bovino
T5	50% Lombricompost a base de cerdaza + 50% Suelo
T6	50% suelo + 50% lombricompost de mucuna
T7	100% Suelo con dosis de fertilizante químico 18-46-0 (testigo relativo)

4.4 Diseño experimental

El diseño que se utilizó fué completamente al azar (DCA), con siete tratamientos y cuatro repeticiones, con 24 observaciones cada uno, para un total de 168 unidades experimentales.

4.5 Modelo estadístico

$$X_{ij} = \mu + \tau + e_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = Variable aleatoria observable

μ = Media general

τ = Efecto de i – esimo tratamiento

e_{ij} = Error experimental, distribución normalmente, con promedio cero, varianza y no correlacionados

4.6 Manejo del experimento

Las semillas que se utilizó en el experimento fueron de café de la variedad Lempira las cuales fueron sometida a un proceso de inmersión en agua a temperatura ambiente durante dos días para acelerar el proceso de germinación y emergencia de la semilla; para luego ser sembradas en el semillero, sin embargo las semillas permanecieron durante un periodo de tiempo de 60 días para su germinación y emergencia presentando sus hojas cotiledóneas.

Luego fueron trasladadas a su segunda etapa de vivero a los diferentes medios de producción de las plántulas; lo cual es el lugar donde se llevó a cabo el registro de la medición de toma de datos de las variables a evaluar durante la investigación del experimento, los mediciones se realizaron a los 45 y 70 días después del trasplante de las plántulas al vivero para evaluar el efecto de los diferentes medios de producción de plántulas de cafeto.

4.6.1 Preparación de sustratos orgánicos

El lombricompost a base de estiércol de ganado y el compost a base de cerdaza son preparados en la universidad Nacional de Agricultura, el cual dichos sustratos son sometidos a un proceso de descomposición durante tres meses, a través de la lombriz californiana (*Eisenia fetida*) la cual realiza la función de descomponer en menor tiempo a través de un medio aeróbico, por lo que se debe regular la temperatura removiendo dicho sustratos.

Aserrín de pino descompuesto se utilizó obteniendo aserrín que haya pasado varios años en su proceso de descomposición debido a su alta relación C:N que lo hace no disponible para ser utilizado inmediatamente después de ser extraído de la madera

La cascarilla de arroz utilizada en uno de los tratamientos es sometida a un proceso de descomposición por un periodo de tiempo de un mes, para que haya una mayor disponibilidad de nutrientes, mejor retención de humedad y eliminación de algunas impurezas.

También fue utilizado un suelo un suelo arcillo limoso en un tratamiento como testigo como también para la mezcla de los demás sustratos utilizados para realizar las diferentes comparaciones que consistió el experimento.

4.6.2 Llenado de bolsa

Consistió en el uso bolsas de polietileno para vivero con una medida de 7*8 el cual se realizaran las mezclas de los diferentes sustratos con las proporciones anteriormente detalladas .El cual se necesitaron 168 bolsas en total para el experimento conteniendo un promedio de 2- 3 lbs de sustrato con su respectiva mezcla cada unidad experimental.

4.6.3 Siembra del semillero

El semillero se sembró haciendo uso de una era construida de concreto el cual se utilizó suelo como medio de producción de las plántulas colocando la semilla en surcos, a una distancia entre ellos de cinco centímetros y a chorro continuo conteniendo de 35-40 semillas cada uno, sembrando un total de 0.5 lbs de semilla de café variedad lempira.

4.6.4 Trasplante a bolsa

El trasplante se realizó cuando las plántulas de café ya emitieron sus hojas cotiledóneas, el cual se realizó asiendo un agujero en cada de las unidades experimentales introduciendo las plántulas de una manera cuidadosa para evitar daños al sistema radicular de las plantas, luego se sellara el agujero para evitar la excesiva entrada de aire para evitar así la pudrición de la raíz.

4.6.5 Riego y manejo del vivero

El riego se realizó de forma manual con intervalos entre riego de acuerdo a las condiciones climáticas que se presentaron durante la conducción del experimento debido que el experimento se llevó a cabo durante el periodo de lluvia lo cual requirió de ciertas veces de la aplicación de riego además se tomó en cuenta de humedad que presentan los sustratos tanto en el semillero y vivero. Aplicando una dosis de 60 ml de agua para cada una de las unidades experimentales de los tratamientos para reducir el error experimental.

4.6.6 Fertilización

El fertilizante se aplicó a los 30 y 50 días después de trasplante realizando dos aplicaciones de 18-46-0 disuelto en agua el fertilizante en una concentración de 67.55 grs en dos litros de agua, aplicando 60 ml por planta.

4.7 Variables a evaluar

4.7.1 Altura de las plántulas

Se efectuó la medición con una regla graduada en centímetros (cm) de la altura de cada una de las plantas únicamente muestreando el 17% del total de las plantas por cada uno de los diferentes tratamientos bajo estudio y se tomaron datos de altura desde la base del tallo hasta el ápice de la planta cada una de las mediciones se realizó a los 45 y 70 días después de trasplante de las plántulas (Pineda 2007).

4.7.2 Numero de hojas

Se realizó tomando en cuenta únicamente el número de hojas verdaderas contenidas por planta lo cual se muestreo el 17% de cada uno de los tratamientos a los 45 y 70 días después del trasplante.

4.7.3 Grosor del tallo

El grosor del tallo se midió en centímetros (cm), utilizando como instrumento el pie de rey colocándolo en la parte central del tallo, a una altura de 2 cm de la base del tallo, se tomara el 17% de las plantas a muestrear para realizar un promedio y así reducir el error experimental de las inferencias externas el cual se realizara la medición a los 45 y 70 días después del trasplante.

4.7.4 Área foliar

La medición del área foliar se realizó en (cm²) utilizando una regla graduada en centímetros colocándola desde el peciolo hasta el ápice de la hoja y midiendo en la parte central en forma transversal de la hoja y luego se multiplico 0.75 utilizado como factor de corrección. Tomando únicamente cuatro plantas de forma aleatorizada para cada uno de los siete tratamientos evaluados las mediciones se realizaron a los 45 y 70 días después de haber realizado el trasplante.

4.7.5 Peso de la biomasa vegetativa

Se determinó el aporte de biomasa de la planta en base al peso fresco para cada uno de los tratamientos; el cual consistió en tomar toda la parte vegetativa de las plantas a muestrear a través del proceso de aleatorización, tomando únicamente el 17% de las plantas por tratamiento las cuales se pesaran en una balanza analítica en (g), para poder determinar a través del análisis estadístico cuál de los diferentes tratamientos se obtiene un mayor peso vegetativo de las plantas (Fernández, 2007).

4.7.6 Peso de la biomasa sistema radicular

Se demostró pesando a través de una balanza analítica (grs), la biomasa fresca de las plantas, tomando en cuenta únicamente todo la parte que conforma el sistema radicular arrancando el 17% de las plantas por cada uno de los tratamientos.

4.8 Análisis estadístico

Los datos obtenidos de todo el experimento fueron interpretados mediante un análisis de varianza al 5% (0.05) de significancia para los siete tratamientos, utilizando como prueba de medias a través del método de contrastes ortogonales para hacer comparaciones de las medias de los distintos tratamientos para aquellas variables que resulten positivas.

4.9 Análisis económico

Se realizaría un análisis económico en base a los costos de producción plantas con los diferentes sustratos utilizados y de esta manera saber cual nos dio mejor resultados tomando en cuenta la relación beneficio costo para ser una alternativa disponible para que los productores puedan producir plantas de alta calidad y aun bajo costo

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El experimento se realizó durante los meses de julio, agosto y septiembre con el objetivo de evaluar el efecto de cinco sustratos orgánicos con diferentes proporciones para conocer el aporte de nutricional en las variables altura, numero de hojas, grosor del tallo área foliar, biomas vegetativa y peso fresco de la raíz para producir plantas de alta calidad.

Cuadro 2. Promedios para las variables altura, numero de hojas, diámetro del tallo, área foliar, biomasa vegetativa y peso fresco de raíz.

Tratamiento	Altura		N° de hojas		Diámetro		Área foliar	Biomasa vegetativa	Peso de raíz
	45 ddt	70 ddt	45 ddt	70 ddt	45 ddt	70 ddt			
T1 100% suelo	6.33 a	6.88 a	4 a	6 a	2.35 a	3.05 a	11.90 a	1.78 a	0.31 a
T2 suelo + cascarilla de arroz	5.38 a	5.6 ab	2 a	4 a	2.08 a	2.6 ab	2.31 b	0.85 a	0.3 ab
T3 suelo + aserrín	7.88 a	9.2 ab	4 a	6.5 a	2.28 a	2.8 ab	17.18 b	2.75 a	0.91ab
T4 suelo + lombricompost Bovino	8.08 a	9.5 ab	4 a	6 a	2.28 a	2.5 ab	25.07 b	3.12 a	0.63 ab
T5 suelo + lombricompost de cerdaza	6.5 a	9.4 ab	4 a	6.5 a	2.28 a	2.6ab	22.01 b	3.19 a	0.43 ab
T6 suelo + lombricompost de mucuna	6.7 a	9.4 ab	3.5 a	6.5 a	2.38 a	2.6 ab	18.47 b	3 a	0.59 ab
T7 suelo + 18-46-0	5.95 a	8.3 c	3.5 a	6 a	2.18 a	2.23 b	17.41 c	2.7 a	0.56 c
Significancia	**	**	**	**	ns	ns	**	**	**
R²	0.68	0.73	0.68	0.53	0.84	0.65	0.81	0.67	0.77
C.V	10.7	12	15	15.2	28.4	17.11	17.11	25.52	23

R²= Coeficiente de determinación

**= altamente significativo

C.V=Coeficiente de variación.

ns.= no significativo

Letras iguales significan que no hay diferencias entre los tratamientos.

Letras diferentes significa que existen diferencias entre los tratamientos

5.1 Altura de la planta

Para la variable altura de la planta se encontraron diferencias altamente significativas entre los diferentes sustratos evaluados ($p < 0.05$) (Anexo 2). Sin embargo a través de la agrupación de los contrastes ortogonales (Anexo 3) los tratamientos (T1) en comparación con T2, T3, T4, T5, T6 y T7 no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

El tratamiento suelo + Lombricompost bovino (T4), presenta en la variable altura de las plántulas mayor con 8.08 cm un mejor aporte en el contenido de materia orgánica, además se presenta la característica de una mejor retención de humedad por lo que permite una mejor disponibilidad de los nutrientes y por ende facilita la asimilación por parte de las plantas. Según el análisis de suelo (Anexo 4). El nitrógeno, potasio se encuentra en niveles altos en comparación con la cascarilla de arroz que es bajo el contenido nutricional de todos los elementos. Sin embargo el fósforo brinda energía y una mejor síntesis en la tasa fotosintética de la planta por lo tanto se da un mejor desarrollo radicular sin embargo está relacionado con el crecimiento vegetativo de la planta.

Canellas *et al.* (2000) demostraron que los ácidos húmicos, están presentes en cantidades apreciables en el lombricompost, pueden estimular el crecimiento tanto de las raíces como de la parte aérea de la planta independientemente del efecto producido por los nutrientes esenciales del sustrato. El efecto benéfico de los ácidos húmicos del lombricompost también ha sido reportado en plantas de café cultivadas tanto en viveros como en el campo definitivo.

Según Fusades, 1997 el lombricompost bovino presenta alta solubilidad debido a la composición enzimática y bacteriana el cual proporciona una rápida asimilación de las raíces en comparación con otros sustratos así mismo produce hormonas como el ácido indolacético y ácido giberílico estimulando el crecimiento y las funciones vitales de las plantas y las protege de las enfermedades. Por lo tanto coincide con el efecto positivo obtenido por las plantas de café en este trabajo de investigación.

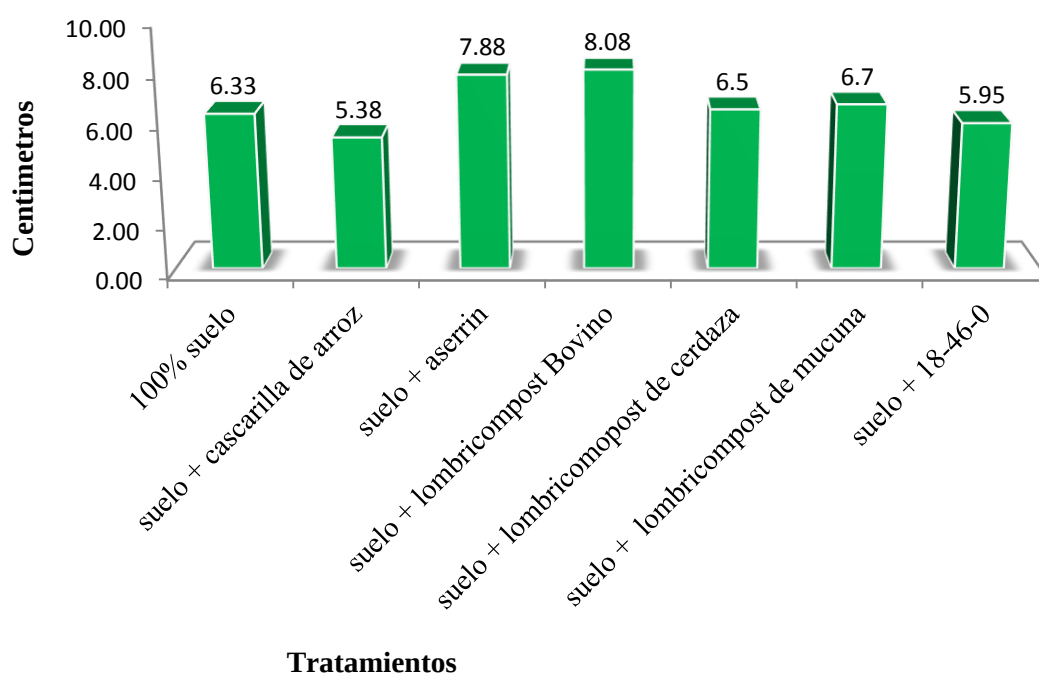


Figura 1. Altura de las plántulas de café a los 45 días después de trasplante.

Sin embargo el análisis de varianza a los 70 días después de trasplante demuestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p > 0.05$) entre los tratamientos evaluados (Anexo 5). Los contrastes ortogonales nos demuestran al comparar el suelo (T1) contra suelo + 18-46-0 (T7), nos indica que el mejor promedio en la altura de la planta es el (T7) con 8.3 cm y el testigo absoluto (T1) con 6.88 cm por lo tanto la aplicación de fertilizante químico induce a una respuesta positiva en el crecimiento de la planta. (Anexo 6).

Según Guerrero 1990 la fórmula 18-46-0 está diseñada principalmente para las etapas iniciales del cultivo de café por su alto contenido de nitrógeno y fosforo que es esencial como fuente de energía para la planta a través de sus procesos de fosforilización en su proceso metabólico obteniendo así una mejor absorción por la planta induciendo a un mejor desarrollo radicular y por ende un mayor crecimiento de la planta.

Según Valderrama los suelos con un pH inferior a 5 el aluminio se une al fosforo asíéndolo de esta manera insoluble para las plantas en el cual no puede ser absorbido debido a la poca movilidad que presenta el fosforo en el suelo, además está influenciado por los contenidos de materia orgánica presentes en el suelo que facilitan la absorción por parte de la planta el cual está relacionado con la interacción existente entre cationes cambiabiles presentes en la materia orgánica y los elementos químicos como lo es el nitrógeno y el fosforo.

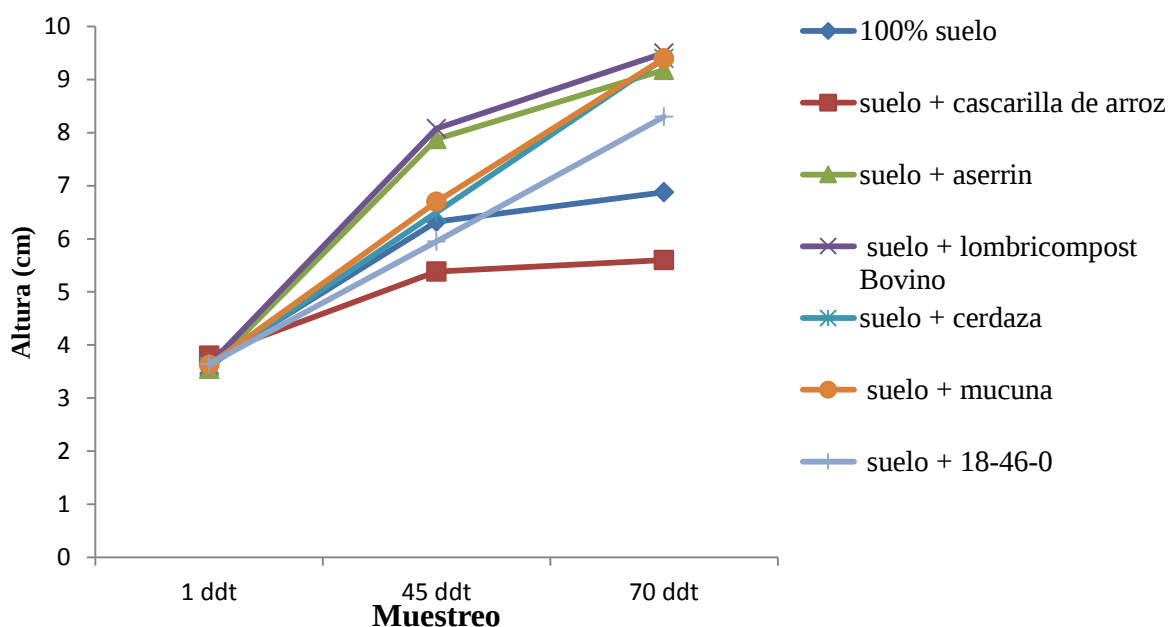


Figura 2. Altura de las plántulas de café según el tiempo de muestreo.

El comportamiento de las plantas a través del tiempo ante el empleo de los diferentes sustratos orgánicos fue similar de forma ascendente a través de las dos mediciones en la toma de datos resultando significativo el aporte del suelo + lombricompost bovino siendo el que presentó un mayor efecto a los 45 y 70 días, debido que presentó mejor aporte de

nutrientes el cual presentan la característica de ser liberados en menor tiempo. Sin embargo a los 70 ddt. el tratamiento suelo + cascarilla de arroz fue el que expreso el más bajo comportamiento ante los dos muestreos con una diferencia de 0.22 cm entre ellos, como también al ser comparados con los demás tratamientos identificando que su comportamiento en la curva de crecimiento fue estancado obteniendo el más bajo crecimiento.

Al comparar atravez de los contrastes ortogonales diferencias entre el (T7) en comparación con (T1), lo que indica que la aplicación de fertilizante químico demostró un efecto significativo de a partir de los 45 ddt con 1.42 esto se debe a que las formulas químicas inician su proceso de liberación de los nutrientes y absorción de las plantas a partir de 15 días de su aplicación el cual se debe por una serie de procesos para ser absorbidos en la forma que las plantas los puede asimilar y presentar un efecto en su crecimiento y desarrollo de las plantas.

5.2 Numero de hojas

Con respecto al número de hojas, en el análisis de varianza no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) (Anexo 7) entre la comparación de los diferentes tratamientos (Anexo 8) siendo el testigo absoluto (T1), suelo + aserrín (T3), suelo + lombricompost bovino (T4), suelo + cerdaza (T5) los que obtuvieron un mayor número de hojas con 4 hojas, seguido por el suelo + compost de mucuna (T6), suelo + 18-46-0 (T7) con 3.5 hojas, siendo el suelo + cascarilla de arroz que obtuvo los más bajos resultados con 2 hojas.

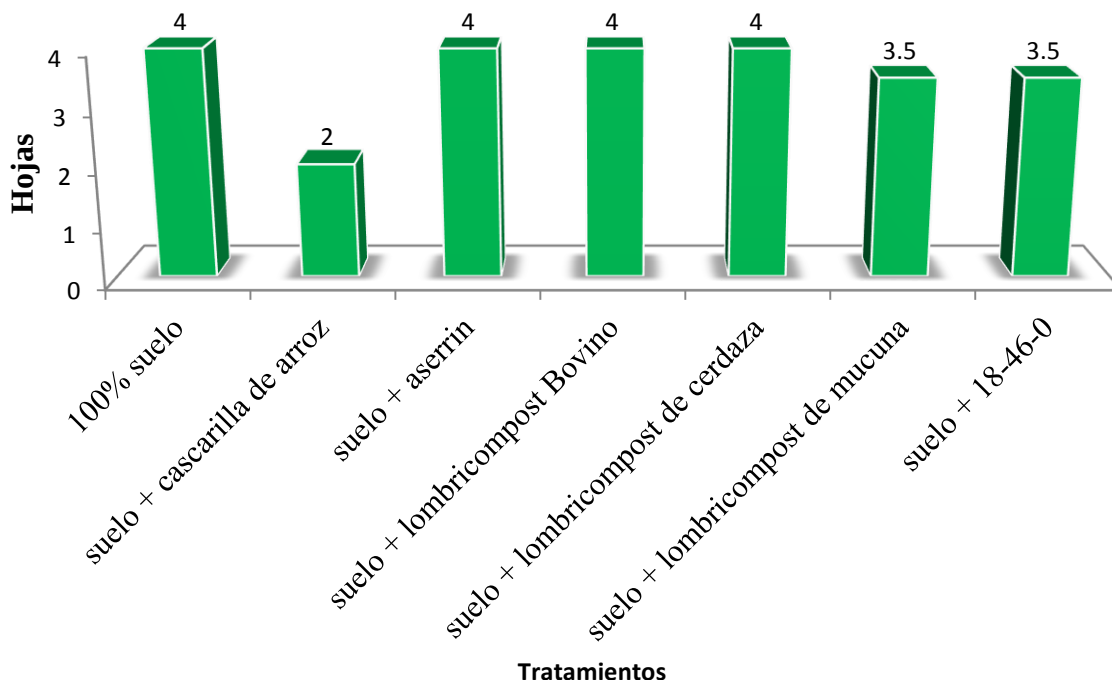


Figura 3. Numero de hojas a los 45 días después de trasplante de las plántulas de café.

Los tratamientos T1, T3, T4 y T5 demuestra que no hay diferencias en el número de hojas el cual se debe al aporte en la mineralización de los nutrientes de los diferentes sustratos orgánicos se liberan de una forma gradual lentamente lo que permitió que no se presentaran diferencias en cuanto al número de hojas en comparación con el testigo absoluto como también al periodo de tiempo que transcurrió para realizar la toma de datos, sin embargo el crecimiento de las plántulas del cafeto en su inicio en vivero es de crecimiento lento por su adaptabilidad a los diferentes sustratos.

El suelo + cascarilla de arroz además de presentar la menor cantidad de hojas se observó que las plántulas de café coloraciones con deficiencias nutricionales especialmente de nitrógeno fosforo, presentando coloración amarilla, como tambien magnesio y calcio por lo tanto se presentó un raquitismo en el número de hojas. Según Chávez (1999) estos macro y

micronutrientes cumplen sus funciones específicas en la parte del follaje de la planta debido a que son parte de las moléculas de clorofila con la que intervienen en la fotosíntesis además participar en numerosas reacciones de fosforilación.

Según OIRSA 2002 la cascarilla de arroz posee peso liviano alto como requiere un mayor tiempo de descomposición para el proceso de liberación de nutrientes especialmente potasio y sílice el cual se debe a una alta relación C/N mayor de 30 por lo tanto el carbono no permite la liberación de los nutrientes y provoca un desequilibrio en la nutrición de las plantas mostrando deficiencias especialmente de nitrógeno demostrándose así raquitismo en el crecimiento de las plántulas de café con coloraciones amarillo.

El análisis de varianza nos indica que el número de hojas a los 70 ddt presento diferencias altamente significativas ($p > 0.05$) entre los diferentes sustratos (Anexo 9). Atravez de la comparación de los contrastes ortogonales no se mostraron diferencias estadísticas (Anexo 10). el sustrato suelo + aserrín (T3), suelo + cerdaza (T5) y el suelo + mucuna (T6) presentaron un promedio igual de 6.5 hojas, siendo el tratamiento suelo + cascarilla de arroz (T2) el que presento el número más bajo con 4 hojas.

Los tratamientos T3, T5 y T6 demostraron una mayor contenido de la materia orgánica facilitando la liberación de los nutrientes produciendo estimulando a un número de hojas a los 70 ddt al igual que el tratamiento suelo + lombricompost bovino (T4) que mostro mayor número de hojas a los. El suelo + cascarilla de arroz (T2), presento el menor efecto en el número de hojas el cual se debe al bajo aporte de nutrientes y al volumen que propicio realizado en la proporción de 5:1 indica que no es favorable combinación al ser utilizado como mezcla debido al bajo contenido especialmente de elementos esenciales tales como el nitrógeno y fosforo en el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

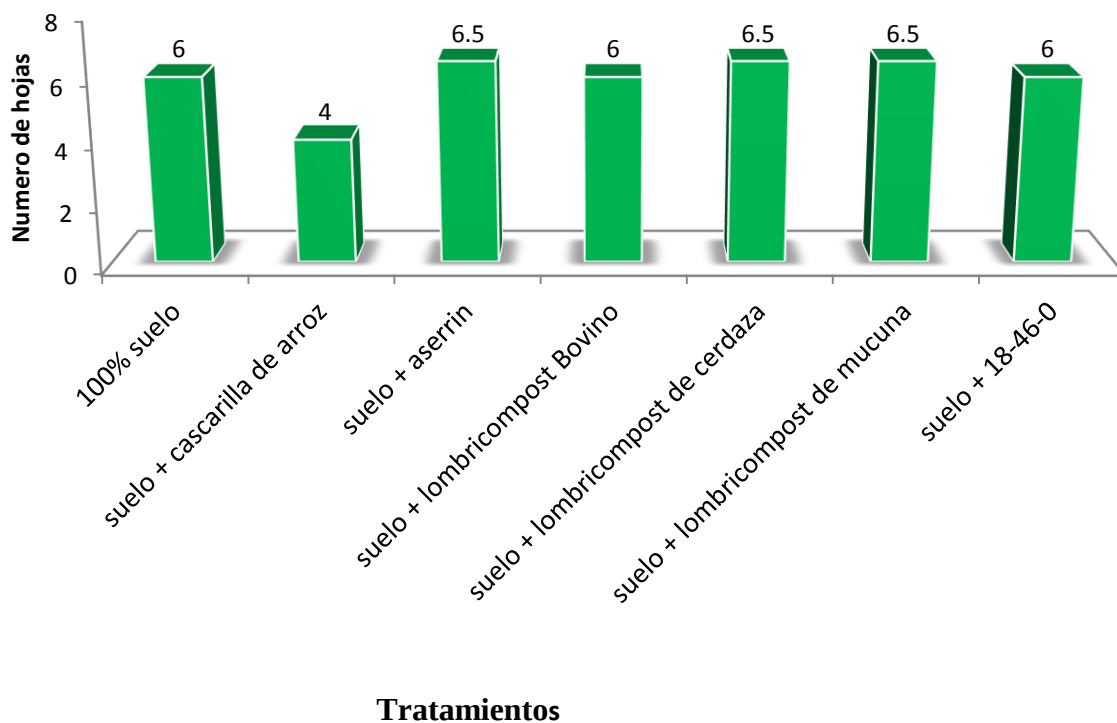


Figura 4. Numero de hojas a los 70 días después de trasplante de las plántulas de café.

El comportamiento de los sustratos en el número de hojas a través de los contrastes ortogonales a los 45 y 70 ddt no existen diferencias estadísticamente significativas reflejando un comportamiento en el número de hojas igual en los T1, T3, T4 y T5 y en menor escala el T2 que representa el menor resultado, por lo tanto el número de hojas no fue influenciado en la utilización de los sustratos orgánicos. Esto debido a la característica de los sustratos en la liberación de los nutrientes, como también a la fisiología de las plantas de café es lento como también al intervalo de tiempo entre muestreo.

El suelo + cascarilla de arroz (T2) fue el sustrato que presentó el menor efecto en el número de hojas el cual se debe al bajo contenido en el aporte de nutrientes principalmente de macronutrientes (nitrógeno y fósforo) que son indispensables en el crecimiento y desarrollo

de las plantas. Otro aspecto que influyo en el bajo efecto de este sustrato fue el volumen utilizado y una lenta degradación de la cascarilla de arroz lo que interfirió en el crecimiento de las plantas.

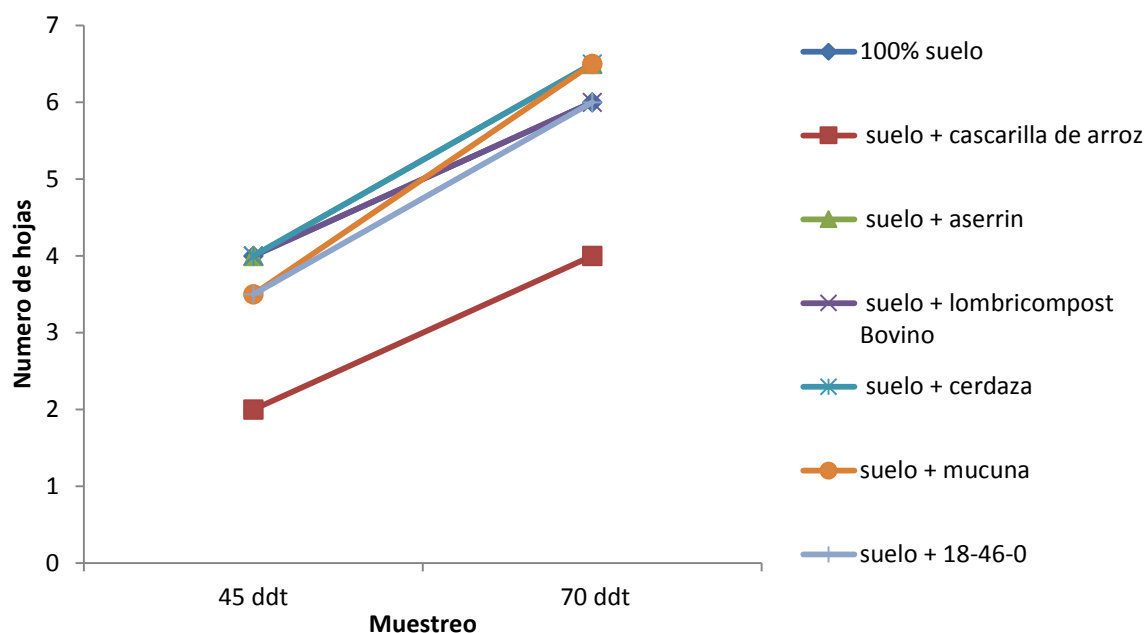


Figura 5. Número de hojas a través del tiempo de las plántulas de café.

5.3 Diámetro del tallo

Al realizar el análisis de varianza para la variable diámetro del tallo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los diferentes tratamientos (Anexo 10). En esta variable mediante la prueba de medias de Duncan ubica todos los sustratos orgánicos en un solo grupo en donde los sustratos como es el suelo + lombricompost bovino (T4) obtuvo el mayor diámetro del tallo con 2.38 mm, seguido por el testigo absoluto (T1) con 2.35 mm de manera similar se comportaron los tratamientos T3, T5 y T6 con 2.28 mm a excepción del testigo relativo (T7) con 2.18 mm y el que obtuvo el menor resultado es el suelo + cascarilla de arroz (T2) con 2.08 mm. (Cuadro 11).

El suelo + lombricompost bovino (T4), obtuvo el mayor resultado en la variable diámetro del tallo con 2.38 el cual se debe a un mayor contenido en el aporte de materia orgánica que facilita la liberación de los nutrientes y así influir en una mejor riqueza nutricional de macro y micronutrientes especialmente de nitrógeno, fosforo y potasio que según el análisis químico de suelo realizado se encuentran en un nivel alto lo que permite mayor disponibilidad para las plantas obteniendo un mayor crecimiento de las plántulas de café el cual está relacionado con un mayor diámetro del tallo.

Según el análisis de varianza el diámetro del tallo no presento diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre los diferentes sustratos empleados en la producción de plántulas en la etapa de vivero (Anexo 12). En esta variable a los 70 ddt la prueba de medias de Duncan ubica los tratamientos en dos grupos en donde el suelo (T1) obtuvo un mayor diámetro del tallo de las plántulas con 3.05 mm en comparación con el suelo + 18-46-0 con 2.23 mm Sin embargo de manera similar se comportan el resto de los tratamientos a excepción del suelo + 18-46-0 (T7) que obtuvo el menor diámetro del tallo con 2.23 mm mostrando así que hay diferencias significativas entre los tratamientos.(Cuadro 13)

El suelo 100% (T1) presento el mayor diámetro del tallo debido a la lenta liberación de los nutrientes en el caso de los sustratos orgánicos como también en el tratamiento suelo + 18-46-0 (T7) no interfirió en la planta a obtener un mayor diámetro en el cual no ocasionaron provocar un mayor diámetro de las plantas por la reacción del fertilizante en un suelo con bajo contenido de materia orgánica que influye en la absorción de los nutrientes por la planta. Además el tiempo influye en el diámetro de la planta por la fisiología de la planta es de crecimiento moderado.

Pinto et al. (2008) la variación existente entre el diámetro del tallo se puede atribuir a la respuesta de elementos nutritivos correspondientes a los sustratos orgánicos actuando de forma distinta debido a que no todos los abonos poseen los mismos porcentajes de nutrientes y en la misma disponibilidad para ser asimilados para las plantas

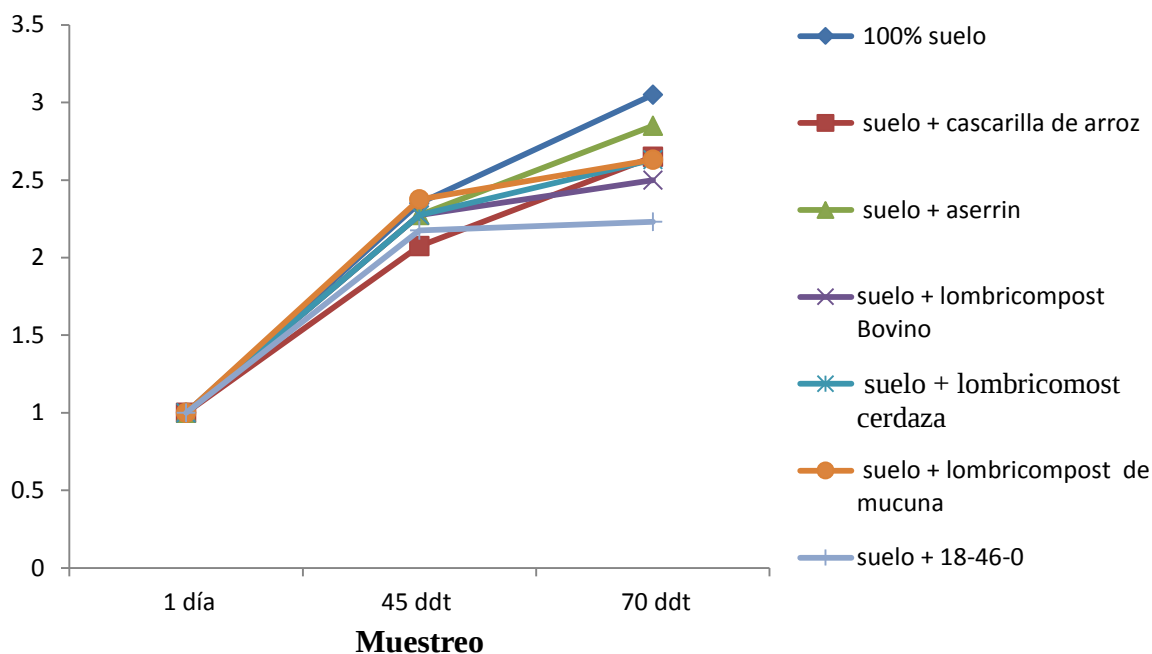


Figura 6 Comportamiento del diámetro del tallo a través del tiempo

El sustrato que presentó un mayor comportamiento en la variable diámetro del tallo a los 45 ddt fue el suelo + lombricompost de mucuna seguido por el T1, el cual se debe al aporte de nitrógeno liberado por la mucuna que es una fuente propicia para la liberación de nutrientes. Sin embargo a través del tiempo en la toma de datos a los 70 ddt el tratamiento suelo 100% mostró un efecto significativo obteniendo un mayor grosor del tallo de 3.05 mm seguido por el suelo + aserrín que reflejó un valor de 2.85 mm.

En cuanto al tratamiento con fertilizante químico presentó el menor efecto en el diámetro del tallo por lo tanto no hay respuesta significativa el cual se puede deber al bajo contenido de materia orgánica lo que está influenciado con las cargas de los cationes cambiabiles para reaccionar al efecto de la fertilización en el sustrato utilizado y al bajo aporte en el contenido nutricional de dicho sustrato

5.4 Área foliar

El análisis de varianza nos indica que la variable área foliar presento diferencias significativas ($P < 0.05$), entre los diferentes sustratos orgánicos (Anexo 14). El sustrato suelo + lombricompost bovino (T3) obtuvo la mayor área foliar con 25.07 cm^2 , luego el suelo + cerdaza (T4) con 22.01 cm^2 , seguido por el suelo + mucuna (T5) con 18.47 cm^2 . Atravez de los contrastes ortogonales (Anexo 15) el suelo + 18-46-0 (T7) con 17.41 cm^2 mostro una mayor área foliar en comparación con el 100% suelo (T1) con 11.90 cm^2 por lo tanto la aplicación de los fertilizantes influyo obtener una mayor respuesta en el área foliar por el aporte de nutrientes esenciales para el desarrollo del área foliar

Según Romero Perez 2002 el lombricompost presento una mayor área foliar en viveros de café con diferentes sustratos debido a que el sustrato debido a la producción de acido giberilico e indolacetico estimulando asi un mayor vigor en el desarrollo de las plántulas.

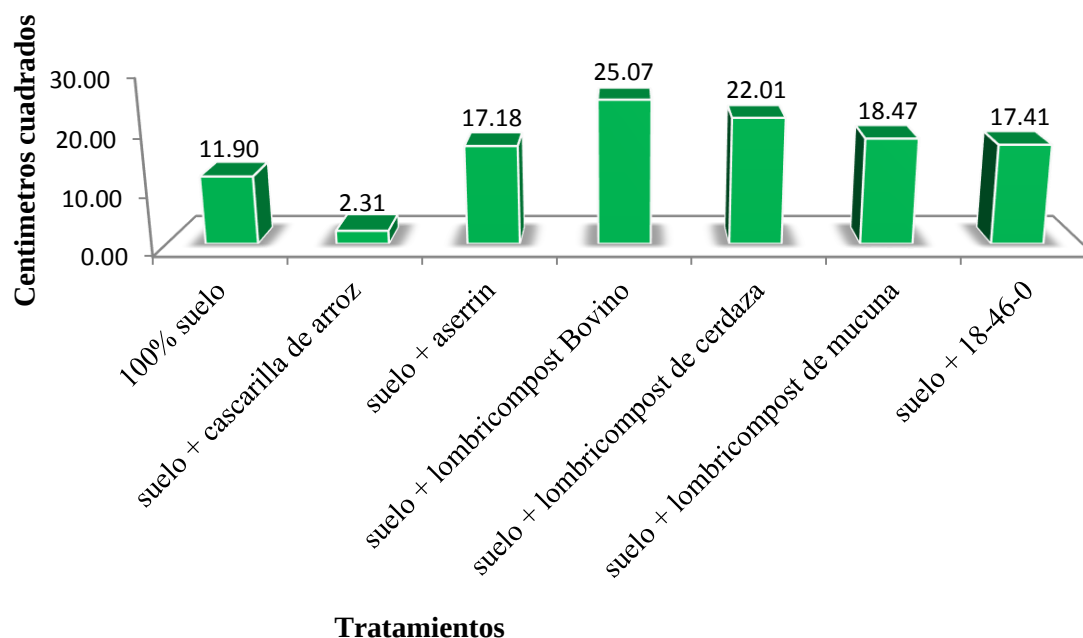


Figura 7. Área foliar (cm^2) de los diferentes sustratos evaluados.

5.5 Biomasa vegetativa

Según el análisis de varianza el peso de la biomasa vegetativa presento diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre la valuación de los diferentes sustratos orgánicos (Anexo 16). En esta variable los contrastes ortogonales ubica todos los tratamientos en un solo grupo (Anexo 17) indicando que no existen diferencias en donde el sustrato suelo + Lombricompost de cerdaza obtuvo el mayor peso fresco de la parte vegetativa con 3.19 grs, seguido por el suelo + Lombricompost bovino con 3.12 grs, luego el suelo + lombricompost de mucuna con un peso de 3 grs, de manera similar se comportan los demás tratamientos a excepción de suelo + cascarilla de arroz que obtuvo el peso más bajo de 0.85 grs.

El suelo + cerdaza presento el mayor peso de la biomasa vegetativa ya que este sustrato presenta un mayor aporte en la cantidad de nitrógeno el cual permite que exista un mayor proceso fotosintético y así una mejor asimilación de nutrientes influyendo en la absorción del fosforo por parte de la planta y un mejor desarrollo del sistema radicular.

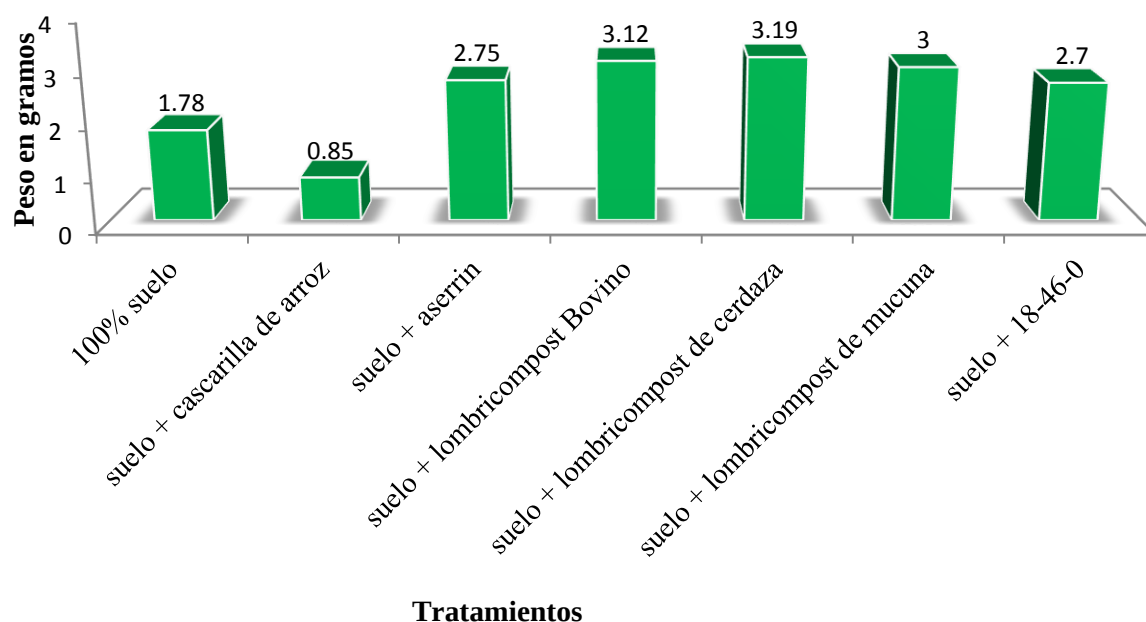


Figura 8 Peso biomasa vegetativa (grs) de las plantas con los diferentes tratamientos

5.6 Peso fresco radicular

El análisis de varianza indica que existieron diferencias estadísticamente significativas en el peso fresco de la raíz ($p < 0.05$) entre los diferentes sustratos orgánicos aplicados en cada uno de los diferentes tratamientos (Anexo 18). Sin embargo a través de los contrastes ortogonales (Anexo 19), nos indica que al comparar el testigo (T1) con los diferentes sustratos orgánicos T2, T3, T4, T5, T6, mostraron diferencias altamente significativas.

El suelo + aserrín (T3), presentó el mayor peso con 0.91 grs seguido por el suelo + Lombricompost bovino con 0.63 grs y el suelo + Lombricompost de mucuna con un peso de 0.59 grs en comparación con el suelo con 0.31 grs. El cual se debe a que estos sustratos presentan una mejor estructura de las partículas de suelo lo que influye en un mayor desarrollo radicular propiciado así un mayor peso radícula.

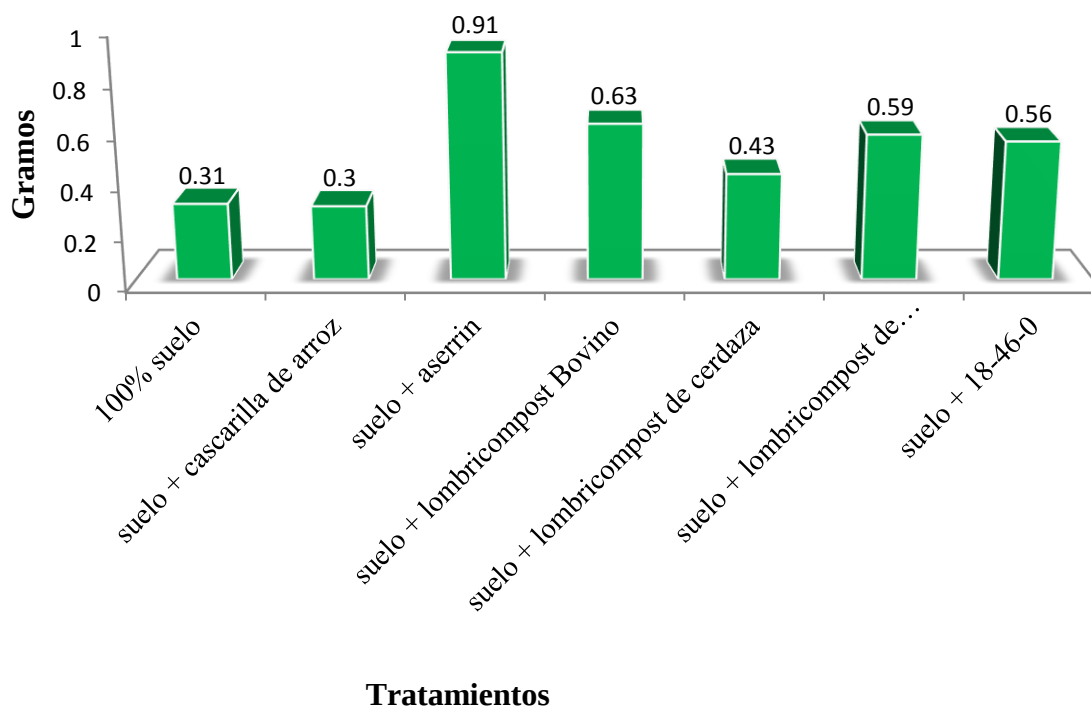


Figura 9. Peso fresco de la raíz (grs) de las plántulas de café.

Pineda 2007, según trabajo realizados afirma que la cascarilla de arroz presenta resultados no satisfactorios en el desarrollo radicular de las plantas de café el cual se debe a que este sustrato presenta una estructura de partículas grandes debido a la baja capacidad de descomposición que posee lo cual impide un buen desarrollo de la raíz principal obteniendo raíces raquílicas por lo tanto el peso radicular es menor.

5.7 Relación beneficio-costo

Se observó que el tratamiento suelo + lombricompost bovino (T4) su relación beneficio costo fue intermedio destacándose en las variables evaluadas, sin embargo habría que evaluar las plantas a un mayor tiempo para determinar si al final de estar listas las plantas para el trasplante resulta beneficioso optar por este tratamiento para la producción de plántulas en la etapa de vivero.

La aplicación de fertilizante químico 18-46-0 tiene una relación de beneficio costo bajo el cual sin embargo en las variables evaluadas se obtuvo un efecto intermedio continuando siendo una alternativa desde el punto de vista económico para la producción de plántulas de café en la etapa de vivero.

La utilización del aserrín para la producción de plántulas es una de las alternativas con el cual se producen plantas de buen tamaño y vigorosas a un bajo costo de 0.144 Lps por planta de café por lo que representa una alta rentabilidad en términos monetarios.

Cuadro 3 Relación beneficio-costo

Tratamiento	Costo del sustrato (grs/planta)	Costo/planta (Lps)	Cantidad de plantas	Costo total (Lps)
T1 100% suelo	4	0.40	24	9.6
T2 Suelo + cascarilla de arroz	2	0.15	24	3.6
T3 Suelo + aserrín	2	0.006	24	0.144
T4 Suelo + lombricompost bovino	2	3.75	24	90.00
T5 Suelo + cerdaza	2	5	24	120.00
T6 suelo + lombricompost de mucuna	2	4.5	24	108.00
T7 suelo + 18-46-0	2.81	0.043	24	10.63

VI CONCLUSIONES

La utilización de sustratos en la producción de plantas de café en la etapa de vivero presenta efectos notables en el desarrollo vegetativo de las plantas siendo sustrato suelo + lombricompost bovino el más destacado.

En las diferentes variables estudiadas y evaluadas a través del análisis estadístico únicamente la variable diámetro del tallo no presentó diferencias estadísticamente significativas.

A través del uso del sustrato suelo + aserrín se obtiene la mejor relación beneficio- costo

VII RECOMENDACIONES

Utilizar el sustrato suelo + lombricompost bovino para producir plantas de café debido que se obtienen plantas de alta calidad.

Realizar esta investigación brindándole al vivero un mayor tiempo de estudio conocer con mayor certeza el efecto de los sustratos en el aporte nutricional en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Realizar la investigación efectuando un análisis de los diferentes sustratos empleados para verificar el aporte de cada uno y así poder sustentar los resultados obtenidos en el estudio con mayor exactitud.

Utilizar el suelo + aserrín en la producción de plántulas de café debido a que se obtienen plantas de buen desarrollo y aun bajo costo.

El sustrato suelo + cascarilla de arroz no se recomienda emplearlo como una alternativa de producción de plántulas de café en vivero debido a la presencia de una alta relación C/N como también al bajo aporte de nutricional presentando así como resultado plantas deficiente en el desarrollo radicular y crecimiento vegetativo.

Los productores de plántulas de café pueden elaborar sustratos con los materiales disponibles en la finca para obtener una mejor relación beneficio-costos y plantas de alta calidad.

VIII BIBLIOGRAFIA

Abad-Berjon, M. Noguera-Murray P, y Carrión-Benedito C. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mandí Prensa, 2004. 113-158. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho HN. Universidad Nacional de Agricultura 24 p.

Anariba Francisco 2012. Evaluación de sustratos y la aplicación de cuatro biofertilizantes en la producción de plántulas de café (*coffea arabica*). Tesis Ingeniero agrónomo. Uniiversidad Nacional de Agricultura, Consultado el 13 de nov del 2013.

Ballester, J. 1992. Sustratos para el cultivo de plantas ornamentales: Ministerio de agricultura pesca y alimentación, Madrid, Divulgadores Numero 11/92 HD. 44 p. Consultado el 10 de abr del 2013. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm

Ártica, E. 2009. C.L.C.D (Centro Latinoamericano para la competitividad y desarrollo) Caficultura en Honduras: Consultado el 01 de abr del 2013. Disponible en: http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen536_final.pdf

Calderón, F. 2002. La cascarilla de arroz "caolinizada"; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos (en línea).Bogotá D.C., Colombia S.A. Consultado el 11 de abr del 2013. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/Cascarilla_Caolinizada/La_Cascarilla_Caolinizada.htm.

Olivares FL, Okorokova AL, Facaña AR (2000) Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, lateral root development, and plasma H-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiol.* 130: 1951-1957. Canellas LP,

Carvajal, 1984. Manual del Cafetero Colombiano. Establecimiento de las funciones de los nutrimentos en la fisiología de las planta 4 ed. Consultado el 13 de abr del 2013. Disponible en http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd14/texto/viveros.htm

Chávez, J. 2002. Producción de plántulas de hortalizas a nivel de invernadero utilizando lombricompost y dos sustratos de cultivo. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho. p 7-9.

Christiansen J. 2004. Café orgánico con diversificación. Consultado el 2 de abr del 2013. 1 ed. Honduras. Ideas Litográficas 20, 21, 22 y 23 p.

Colmenares, D. y Donado L. 2004. Modelo de conductividad hidráulica en suelos (en línea). Consultado el 14 de abr del 2013. Disponible en: http://www.docentes.unal.edu.co/lddonadog/docs/Grade_Docs/Donado/.pdf

Cruz-Crespo E, Sandoval-Villa M, VolkeHaller V, Ordaz-Chaparro V, Tirado-Torres JL, Sánchez- Escudero J. (en línea). Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas: Terra Latinoamericana 2010; 28: 219-229. Consultado el 4 de abr del 2013. 20 p.

Fernández, B. et al. 2005. Germinación de plántulas de café (*Coffe arábica*). Rio grande, Universidad de Zulia. Maracaibo Z. 2004 Venezuela. P 21 -32. Consultado el 29 de may del 2013.

Fusares, 1997. Boletín vermiabono San Salvador. El Salvador vermicompost S.A de C.V. 2 pag. Consultado el 2 de nov del 2013.

Gallardo, J. 1998. Producción de plantines de tomate en medios de crecimiento formulados con suelo: Horticultura Argentina. Sustratos para plantas tipos y características. Consultado el 29 de mar del 2013. 25, 27 y 40 p.

Guerrero Garcia, A 1990. El suelo los abonos y la fertilización de los cultivos. Madrid España. Ediciones Mundi prensa. Pg 60: Consultado el 2 de nov del 2013

Quesada, R. y Mendel S. (2005). Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas agronomía mesoamericana, Jul-dic, año/vol, 16 numero 002 Universidad de Costa Rica, Alajuela CR, P 171-183.Consultado el 28 de May del 2013.

IHCAFE, 2004. (Instituto Hondureño del Café). El café en cifras. HN. (En línea). Consultado el 01 abr del 2013. Disponible en: http://www.cafedehonduras.org/aboutus_esp.php

Landis, T. 1990. Producción de Especies Forestales en Contenedor: Medios de Crecimiento E.U.A. Consultado el 10 de abr del 2013. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho, HN. UNA. 12,16 p.

López, A. 2010. Manual de caficultura. Consultado el 12 de abr del 2013. Disponible en: <http://progresonetwork.ning.com/profiles/blogs/caficultura-1> 12 p.

Macla, T. y Simas, D. 1996. Manual de agricultura ecológica. Interacciones entre suelo y planta. Cornell University. Ithaca N.Y USA. Consultado el 8 de abr del 2013. 10-24 p.

Maher, M. 2008. Serie horticultura. Revista Chapingo vol.18 núm., 1, 2012 p. 95-111. Consultado el 13 de abr del 2013. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60923315007> MX.

Michael J. 2009. Características, ventajas y propiedades físico químicas de la cascarilla de arroz. (En línea). Consultado el 12 de abr del 2013. Disponible en: <http://los-invernaderos-123.blogspot.mx/2010/02/caracteristicas-ventajas-y-propiedades.html>

Morales, L. 1999. Sustratos para cultivo sin suelo o hidroponía. CR. (En línea). Consultado el 28 de mar 2013. Tesis. Ing. Agr. Catacamas HN p13 Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_095.pdf

OIRSA, 2002. Producción de sustratos para vivero: Proyecto regional para el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria para los cultivos de exportación no tradicional

OIRSA. 2009. Producción de sustratos para vivero Proyecto regional para el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria para los cultivos de exportación no tradicional vifinex. Consultado el 10 de abr 2013. Manual de agricultura ecológica. Interacciones entre suelo y planta. P 4.

Pineda, A. 2007. Sustratos utilizados en semilleros como alternativas de reducción de costos. HND. (En línea). Consultado el 27 de may del 2009. P1-3

Pinto A, Vargas, S 2008. Efecto de los abonos orgánicos y químicos en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatos L.*) Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad técnica del norte. Facultad de Ingeniería en las ciencias Agropecuarias y ambientalistas. Escuela de Ingeniería Agronómica. Ibarra, Ecuador.

Romero, Perez, M. 2002 Ecohumus abono biológico: humus de lombriz San Jose, CR. Consultado el 2 de nov 2013. Disponible en <http://www.geocitis.com/html>.

Suarez, M.R. 2012. Requerimientos nutricionales y la fertilización del cultivo del café. (En línea). Consultado el 13 de jun del 2013. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos94/requerimientos-nutricionales-y-fertilizacion-del-cultivo-del-cafe/requerimientos-nutricionales-y-fertilizacion-del-cultivo-del-cafe.shtml>

Vifinex, U. 2002. Consultado el 8 de abr del 2013. (En línea) Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm.

Mendoza, O. y Guaviare, D. 2008. Abonos Orgánicos. AR. SA. Consultado el 27 de marzo del 2013. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm

Morales, M.F. (2011).Eficacia de productos químicos, orgánicos y biológicos en el control de mal de talluelo (*rhizoctonia solani*) y pudrición de raíz (*fusarium spp.*) en plántulas de café.Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura 62 pág.

Morales, L. (2002). La cascarilla de arroz. Consultado el 11 de abr del 2013. Disponible en:<http://no-more-school10.wikispaces.com/como+hacer+abono+organico>abono orgánico

____(s.f.). Productos agri-nova science. (En línea) Consultado el 7 de abr del 2013. Disponible en: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

IHCFE. 2004. (Instituto Hondureño del Café). Información general de café de Honduras. HN. (En línea).Consultado el 1 abr. 2013. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras, p 4.

_____. 2012. Producción de café. Consultado el 1 de abr del 2013. Disponible en: http://www.elfinancierocr.com/ef_archivo/2011/noviembre/13/istmo2961469.html

Panzardi, R. Quiroz, N. y Mansilla, P. 2011. Efecto de la aplicación de aserrín de algarrobo en el suelo sobre las propiedades físicas y químicas. Consultado el 9 de abr del 2013. Disponible en: <http://agr.unne.edu.ar/Extension/Res2011/Suelo/Suelos-05.pdf>

Servicio Meteorológico Nacional. 2012. Base de datos estación Catacamas, Olancho. Consultado el 11 de abr. 2013. Tesis, Ing. Agr. Universidad Nacional de agricultura Catacamas, Olancho. P 44.

Sepúlveda, M.I 2004. Utilización de pino compostado en almacigo de hortalizas. Universidad de Talca, Chile. Escuela de Agronomía. Consultado el 29 de May del 2013.

Seipasa, 2013. Las leguminosas, como valor nutricional para el suelo (En línea). Consultado el 13 de abr del 2013. Disponible en http://seipasa.blogspot.com/2013/05/las-leguminosas-como-valor-nutricional_31.html

Sosa, M. 2005. Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. Consultado el 9 de abr del 2013. Disponiblen: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>

Tajuelo, M y Pizarro, F. (s.f.). El agua, el suelo y la planta consultado el 10 de abr del 2013. Disponible en: www.elriego.com

Tepetlixpan, B. y Izcalli R. (s.f.). Producción orgánica. Consultado el 9 de abr del 2013. Disponible en:
http://www.cosechandonatural.com.mx/sustratos_y_sus_caracteristicas_articulo44.html

Tipos de. (2012). Suelo para cultivo (En línea). Consultado el 15 de abr del 2013. Disponible en: http://www.infoagro.com/noticias/2012/suelo_para_cultivo_optimo.asp

Vendin, L. (s.f.). Principales tipos de café y donde se cultivan. Consultado el 12 de abr del 2013. Disponible

IX ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo



Anexo 2. Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 45 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	p > 0.05.
Tratamiento	6	23.074	3.846	7.436	0.000 **
Error experimental	21	10.86	0.517		
Total	27	33.934			

CV=10.75%

$R^2 = 0.68$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 3. Contrastes Ortogonales para la variable altura de la planta a los 45 ddt

Contrastes	GL	M C	Fc	P> 5%
T1 100% suelo	1	0.60720238	1.17	n.s
T2 80% suelo + 20% cascarilla de arroz	1	0.28125	0.54	n.s
T3 50% suelo + 50% Aserrín	1	2.96055556	5.72	n.s
T4 50% suelo + 50% Lombricompost bovino	1	3.04008333	5.88	n.s
T5 50% suelo + 50% cerdaza	1	12.50000000	24.17	n.s
T6 50% suelo + 50% compost de mucuna	1	2.76125	5.34	n.s

Tratamientos

N. S= no significativo

** = Altamente

significativo

T1= 100% suelo

T2= 80% suelo + 20% Cascarilla de arroz

T3= 50% suelo + 50% Aserrín

T4= 50% suelo + 50% Lombricompost bovino

T5= 50% suelo + 50% Cerdaza

T6= 50% suelo + 50% Compost de mucuna

T7= 100% suelo + 18-46-0

Anexo 4 Análisis de suelo del sustrato lombricompost bovino

FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA

Identificación: Lombricompost bovino

Ph	8.2%	A	Hierro (Fe)	18.9 mg/dm	A
Materia orgánica	242 g/kg	A	Manganeso (Mn)	20 mg/dm	A
Nitrógeno total	12.1 g/kg	A	Cobre (Cu))	7.14 mg/dm	A
Fosforo (P)	2993 mg kg	A	Zinc (Zn)	15.7 mg/dm	A
Potasio (K)	7560 mg kg	A	Boro (B)		B
Calcio (Ca)	9400 mg/kg	A			
Magnesio (Mg)	4140 mg kg	A			
Azufre (S)		B			

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable altura de la planta a los 70 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	55.772	9.295	9.675	0.000**
Error experimental	21	20.175	0.961		
Total	27	75.947			

CV=11.78%

$R^2=0.73$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 6. Contrastes Ortogonales para la variable altura de la planta a los 70 ddt

Contrastes			GL	M C	Fc	P >5%
T1 VS	T2, T3, T4, T5, T6, T7		1	9.76339286	10.16	n.s
T7 VS	T1		1	4.06125000	4.23	*
T7, T1 VS	T2, T3, T4, T5, T6		1	7.60500000	7.92	n.s
T7 VS	T2, T3, T4, T5, T6		1	0.33075	0.34	n.s
T2 VS	T3		1	25.56125000	26.61	n.s
T3 VS	T6		1	0.10125000	0.11	n.s

Anexo 7. Análisis de varianza para la variable número de hojas de la planta a los 45 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	18.857	3.143	3.882	0.009**
Error experimental	21	17	0.81		
Total	27	35.857			

CV=15.18%

$R^2=0.68$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 8. Contrastes Ortogonales para la variable número de hojas a los 45 ddt

Tratamiento	GL	M C	Fc	P >5%
T1 100% suelo	1	0.85714286	3.00	n.s
T2 80% suelo + 20% cascarilla de arroz	1	0.50000000	1.75	n.s
T3 50% suelo + 50% Aserrín	1	0.50000000	1.75	n.s
T4 50% suelo + 50% Lombricompost bovino	1	0.00000000	0.00	n.s
T5 50% suelo + 50% cerdaza	1	8.00000000	28.00	n.s
T6 50% suelo + 50% compost de mucuna	1	0.50000000	1.75	n.s

Anexo 9 Análisis de varianza para la variable número de hojas de la planta a los 70 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	18.857	3.143	3.882	0.009**
Error experimental	21	17	0.81		
Total	27	35.857			

CV=15.18% $R^2=0.52$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 10. Contrastes Ortogonales para la variable número de hojas a los 70 ddt

Contrastes	GL	M C	Fc	P >5%
T1 VS T2, T3, T4, T5, T6, T7	1	0.02380952	0.03	n.s
T7 VS T1	1	0.00000000	0.00	n.s
T7, T1 VS T2, T3, T4, T5, T6	1	0.05555556	0.07	n.s
T7 VS T2, T3, T4, T5, T6	1	0.03333333	0.04	n. s
T2 VS T3	1	12.50000000	15.44	n.s
T3 VS T6	1	0.00000000	0.00	n.s

Anexo 11. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de las planta a los 45 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	0.254	0.42	1.038	0.429 NS
Error experimental	21	0.855	0.41		
Total	27	1.109			

CV=28.37% $R^2=0.84$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 12. Prueba de Medias para la variable diámetro del tallo a los 45 ddt

Tratamientos	Media	Duncan
100% suelo (testigo absoluto)	2.38	a
50% suelo + 50% aserrín	2.35	a
50% suelo + 50% cascarilla de arroz	2.27	a
50% suelo + 50% lombricompost bovino	2.27	a
50% suelo + 50% lombricompost de cerdaza	2.27	a
50% suelo + 50% lombricompost bovino	2.17	a
100% suelo + 18-46-0 (testigo relativo)	2.07	a

Anexo 13 Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de la planta a los 70 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	1.617	0.27	1.312	0.295 n.s
Error experimental	21	4.313	0.205		
Total	27	5.93			

CV=17.11% $R^2=0.65$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 14. Prueba de Medias para la variable diámetro del tallo a los 70 ddt.

Tratamientos	Media	Duncan
100% suelo (testigo absoluto)	3.05	a
50% suelo + 50% aserrín	2.85	ab
50% suelo + 50% cascarilla de arroz	2.65	ab
50% suelo + 50% lombricompost bovino	2.63	ab
50% suelo + 50% lombricompost de cerdaza	2.62	ab
50% suelo + 50% lombricompost bovino	2.50	ab
100% suelo + 18-46-0 (testigo relativo)	2.23	b

Anexo 15. Análisis de varianza para el área foliar de las planta a los 70 ddt

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	1324.688	220.781	15.641	0.000**
Error experimental	21	296.425	14.115		
Total	27	1621.113			
CV=23%		R ² =0.81			

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 16. Contrastes Ortogonales para la variable Área foliar

Contrastes			GL	M C	Fc	P >5%
T1	VS	T2, T3, T4, T5, T6, T7	1	91.7158149	6.50	n.s
T7	VS	T1	1	60.6100500	4.29	*
T7, T1	VS	T2, T3, T4, T5, T6	1	46.8350681	3.32	*
T7	VS	T2, T3, T4, T5, T6	1	0.5320008	0.04	n.s
T2	VS	T3	1	441.93645	31.3	n.s
T3	VS	T6	1	3.3153125	0.23	*

Anexo 17.. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la biomasa vegetativa.

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	17.885	2.976	7.412	0.000**
Error experimental	21	8.432	0.402		
Total	27	26.29			

CV=25.52% $R^2=0.68$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 18.. Contrastes Ortogonales para la variable biomasa vegetativa

Contrastes			GL	M C	Fc	P >5%
T1 VS T2, T3, T4, T5, T6, T7			1	2.33357143	5.81	n.s
T7 VS T1			1	1.70201250	4.24	n.s
T7, T1 VS T2, T3, T4, T5, T6			1	1.05851250	2.64	n.s
T7 VS T2, T3, T4, T5, T6			1	0.04563000	0.11	n.s
T2 VS T3			1	7.20101250	17.94	n.s
T3 VS T6			1	0.13005000	0.32	n.s

Anexo 19. Análisis de varianza para la variable peso fresco de la raíz.

FV	GL	SC	CM	Fc	P > 0.05
Tratamiento	6	1.09	0.182	11.595	0.000**
Error experimental	21	0.329	0.0157		
Total	27	1.42			

CV=23.67% $R^2=0.77$

Diferencias

** Altamente significativo

N.S = No significativo

Anexo 20. Contrastes Ortogonales para la variable peso de raíz

Contrastes			GL	M C	Fc	P >5%
T1 VS T2, T3, T4, T5, T6, T7			1	0.3714881	20.18	n.s
T7 VS T1			1	0.20801250	11.3	n.s
T7, T1 VS T2, T3, T4, T5, T6			1	0.22556806	12.26	n.s
T7 VS T2, T3, T4, T5, T6			1	0.00021333	0.01	**
T2 VS T3			1	0.75031250	40.76	n.s
T3 VS T6			1	0.20480000	11.13	n.s

Anexo 21. Análisis del lombricompost de cerdaza**FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA**

Identificación: Lombricompost de cerdaza

Identificación:Suelo

Ph	5.8%	M	Hierro (Fe)	20 mg/dm	A
Materia orgánica	183.7 g/kg	A	Manganeso (Mn)	2.8 mg/dm	M
Nitrógeno total	9.18 g/kg	A	Cobre (Cu))	8.91 mg/dm	A
Fosforo (P)	2821 mg kg	A	Zinc (Zn)	239 mg/dm	A
Potasio (K)	1230 mg kg	A	Boro (B)		B
Calcio (Ca)	4940 mg/kg	B			
Magnesio (Mg)	4020 mg kg	A			
Azufre (S)		B			

Anexo 22. Análisis de suelo**FUNDACION HONDUREÑA DE INVESTIGACION AGRICOLA**

Identificación: Suelo

Ph	7.2%	A	Hierro (Fe)	13.7 mg/dm	M
Materia orgánica	17.7 g/kg	B	Manganeso (Mn)	14.1 mg/dm	A
Nitrógeno total	0.88 g/kg	B	Cobre (Cu))	1.27 mg/dm	A
Fosforo (P)	25 mg kg	B	Zinc (Zn)	1.09mg/dm	M
Potasio (K)	45 mg kg	B	Boro (B)		B
Calcio (Ca)	7810 mg/kg	A			
Magnesio (Mg)	438 mg kg	A			
Azufre (S)		B			

Anexo 23. Aporte de nutrientes de los diferentes sustratos orgánicos.

Materiales orgánicos	Composición nutricional								
	N (%)	P (%)	K (%)	C (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ph (%)
Casulla de arroz	0.50	0.5	1.38	0.22	0.11				7.20
Lombricompost de Mucuna	2.49	0.13	1.40	1.17	0.27	29	174		
Aserrín	0.83	2.67	0.79	0.89	0.23				7