

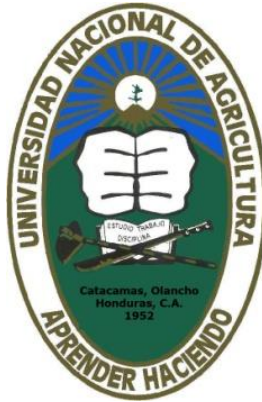
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**USO DE SUSTRATOS ORGANICOS PARA PRODUCCION DE PLANTULAS DE
CAFÉ (*Coffea arábica*) VARIEDAD LEMPIRA EN ETAPA DE VIVERO.**

POR:

BELINDA NOHEMI FUNEZ BAQUEDANO

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO



**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2016

**USO DE SUSTRATOS ORGANICOS PARA PRODUCCION DE PLANTULAS DE
CAFÉ (*Coffea arábica*) VARIEDAD LEMPIRA EN ETAPA DE VIVERO.**

POR:

BELINDA NOHEMI FUNEZ BAQUEDANO

**GUSTAVO RAMON LOPEZ M. Sc.
Asesor Principal**

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRONOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

JUNIO, 2016

ACTA DE SUSTENTACION

DEDICATORIA

A **Dios Todopoderoso** y con todo el amor y cariño a las personas que son mis pilares y principal motivo de vida **Mis Padres Policarpo Fúnez Velásquez y Sabina Baquedano Pedrano** a mis adoradas hermanas **Edna Mirèlida Fúnez Baquedano y Teresa Marbely Fúnez Baquedano** a mis Sobrinos y a todas aquellas personas que me apoyaron con sus palabras de aliento, con sus muestras de cariño que para mí significan mucho; porque cada una de ellas me motivaron para continuar el día a día firme en la lucha por culminar mi meta y hacerme una profesional en las Ciencias Agrícolas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a **Dios** por haberme dado la fuerza la sabiduría y entendimiento para culminar mis estudios con éxito, porque gracias a sus bendiciones siempre me mantuve en pie frente a las adversidades que se presentaron.

A mi familia por apoyarme en cada momento y por creer ciegamente en mí, por todos los esfuerzos que hicieron para que yo lograra una de mis grandes metas. A mis padres **Policarpo Fúnez Velásquez y Sabina Baquedano Pedrano** por inculcarme una buena educación, principios y valores que son los que me han convertido en una mujer de bien, gracias padres, porque lo que soy ahora se los debo enteramente a ustedes. A mis hermanas **Edna Mirèlida Fúnez Baquedano y Teresa Marbely Fúnez Baquedano** por cada palabra de aliento, cada gesto de amor, por cada consejo que me motivo a continuar firme en mis estudios a mis Sobrinitos por darme tanto amor.

Gracias a todas aquellas personas que una manera u otra me apoyaron con sus palabras de aliento, sus consejos, sus muestras de cariño, gracias Dios, por todas tus bendiciones y por rodearme de gente buena que siempre me guían por el camino del bien.

A la **Universidad Nacional de Agricultura**, docentes y trabajadores por haber sido parte fundamental en mi formación académica y hacer de mi un mejor profesional, día con día en cada salón de clases y laboratorios de campo en esta nuestra alma mater.

A mi asesor **Ing. M. Sc. Gustavo Ramón López** por todo el apoyo que me brindó, sus consejos y dedicación hacia mi trabajo, infinitas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE CUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1 Importancia del café en Honduras	4
3.2 Importancia de producir plantas vigorosas en la etapa de vivero	4
3.3 Características del suelo para el cultivo de café.....	5
3.4 Vivero	5
3.5 Los sustratos	6
3.5.1 Características Físicas.....	6
3.5.2 Características Químicas.....	7
3.5.3 Características Biológicas.....	8
3.5.4 Criterios para la selección de un sustrato	8
3.6 Sustratos orgánicos	9
3.6.1 Lombricompost.....	9
3.6.1.1 Propiedades del lombricompost	10
3.6.2 Estiércol bovino o Vacaza.....	10
3.7 Investigaciones realizadas sobre el uso de abonos orgánicos.....	11
IV. MATERIALES Y METODO	12

4.1 Descripción del sitio experimental.....	12
4.2 Materiales y equipo.....	12
4.3 Manejo del experimento	12
4.3.1 Selección de la chapola.....	12
4.3.2 Trasplante a vivero.....	13
4.3.3 Riego	13
4.3.4 Control de maleza.....	13
4.3.5 Control de plagas.....	13
4.4 Diseño experimental y tratamientos.....	13
4.7 Variables evaluadas	14
4.7.1 Área foliar	14
4.7.2 Diámetro del tallo	14
4.7.3 Altura de la planta.....	15
4.7.4 Contenido de agua en el suelo	15
4.8 Análisis estadístico	15
4.9 Análisis económico	15
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
5.1 Altura de la planta	17
5.2 Área foliar.....	18
5.3 Contenido de humedad en el suelo	19
5.4 Diámetro del tallo.....	20
5.5 Análisis económico	22
VI. CONCLUSIONES	23
VII. RECOMENDACIONES	24
VIII. BIBLIOGRAFIA	25
ANEXOS	29

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el experimento.....	14
Cuadro 2. Análisis por la relación beneficio/costos	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resultados de la altura de la planta por efecto de los sustratos.	17
Figura 2. Medias del area foliar de las plántulas de café.	18
Figura 3. Contenido de humedad en el suelo por efecto del uso de sustratos en plántulas de café.	19
Figura 4. Resultados del diámetro del tallo por efecto de los sustratos y sus proporciones con el suelo.	21

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones	30
Anexo 2. Tamaño de la unidad experimental	30
Anexo 3. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable Altura de la Planta	31
Anexo 4. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable Area foliar. .	31
Anexo 5. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable contenido de humedad en el suelo.	32
Anexo 6. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable diametro del tallo.	33

FUNEZ BAQUEDANO, BN. 2016. Uso de sustratos orgánicos para producción de plántulas de café (*coffea arábica*) variedad Lempira en etapa de vivero. TPS Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, con el objetivo de evaluar el efecto de sustratos orgánicos sobre el crecimiento vegetativo de plántulas de café. Se utilizó el diseño completamente al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1 (Lombricompost + suelo relación 1:1) T2 (Lombricompost + suelo 1:2) T3 (Lombricompost + suelo 1:3) T4 (Vacaza + suelo 1:1) T5 (Vacaza + suelo 1:2) T6 (Vacaza + suelo 1:3) T7 (100% Suelo o Testigo). Las variables evaluadas fueron: altura de planta, área foliar, contenido de humedad en el suelo y diámetro del tallo. Las mayores alturas de planta correspondieron a los tratamientos con vacaza (6.58, 6.44 y 6.24 cm, respectivamente). Similar comportamiento se encontró para el área foliar con 10.27; 8.85 y 8.55 cm², respectivamente. Los sustratos con mayor contenido de humedad en el suelo fueron el lombricompost relación 1:1 y 1:2 y vacaza relación 1:1 con 10, 10 y 9.75 respectivamente (punto de saturación). La relación 1:2 vacaza más suelo presentó humedad a capacidad de campo que se diferenció del testigo (100% suelo) con menos humedad. Para diámetro de tallo no se encontraron diferencias por efecto de ninguno de los sustratos. Se observó hojas con coloración amarillento en los sustratos con lombricompost. Los sustratos con vacaza presentaron la mejor relación beneficio /costo.

Palabras claves: Lombricompost, vacaza, suelo, sustratos orgánicos, vivero de café.

I. INTRODUCCION

La producción, industrialización y exportación del café en Honduras es una actividad estratégica para el desarrollo del país por su importancia económica, social, y potencial contribución en el mejoramiento ambiental y sostenimiento de los recursos naturales en las zonas donde se produce, beneficia y procesa.

La producción está en manos de miles de familias ubicadas en 14 departamentos del país, es generadora de aproximadamente 600,000 empleos anuales (IICA, 2005)

Honduras ha logrado mantenerse a pesar de la crisis económica en el comercio mundial, lo anterior se atribuye entre otros al trabajo que hacen los agricultores hondureños por mantener activa la economía; particularmente el sector café. En el 2008 aportó un 4.38% al PIB Nacional, al contribuir con una generación de divisas por el orden de los 463.95 millones de dólares, y el 36.13% al PIB agrícola (IHCAFE 2009).

Según el Instituto Hondureño del Café las exportaciones para este año suman 5.22 millones de sacos de 46 kg, mostrando una disminución del 3.05% comparado a los 5.38 millones registrados en el mismo periodo del año 2014-2015. El valor de las exportaciones es de 652 millones de dólares mostrando una disminución de 23% comparado con 853 millones registrados en esta fecha en 2014-2015, esto debido a la caída en los precios durante la actual cosecha. El precio promedio de exportación a la fecha es de \$124.90, comparado con el precio promedio de 2014-2015 de \$158.55 hay una diferencia negativa del 21% (IHCAFE, 2016).

Los contratos de venta suman un total de 6.32 millones de sacos de 46 kg, mostrando un incremento del 6.31% comparado a los 5.94 millones registrados a esta misma fecha en 2014-2015 (IHCAFE, 2016).

El uso de sustratos orgánicos ha cobrado gran importancia por diversas razones. Desde el punto de vista económico, su uso se ha fomentado por la agricultura orgánica, ya que es una respuesta a la mejora en las prácticas agrícolas. Los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes, han mejorado las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana (Nieto–Garibay *et al.* 2002, citado en Cruz, Estrada, Robledo, Osorio, Márquez & Sánchez 2009)

La preparación del almácigo con la adición de abonos orgánicos al suelo como: pulpa descompuesta (proporción 1:1 ó 2:1 tierra: pulpa), lombricompuesto y gallinaza (2:1 ó 3:1 (tierra: gallinaza o lombricompuesto), permiten obtener plantas más vigorosas y sanas, debido a que además del aporte de algunos nutrimentos, permiten mayor aireación del suelo, lo cual redundará en menor compactación, buena capacidad de retención de humedad y mayor desarrollo de raíces (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2008).

La adición de materia orgánica también representa menores costos, debido a que los caficultores no necesitan adicionar fertilizantes edáficos ni foliares y, además, se reduce el uso de fungicidas en la etapa de almácigo (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2008).

Con el objetivo de enfrentar la problemática antes mencionada surge la necesidad de identificar un sustrato y su mezcla con suelo, que favorezca un mejor crecimiento y desarrollo de plántulas de café a nivel de vivero.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Evaluar la influencia del empleo de sustratos orgánicos (lombricompost, vacaza) sobre el crecimiento vegetativo de las plántulas de café en la etapa de vivero.

2.2 Específicos

Determinar el efecto de los sustratos orgánicos en el desarrollo de área foliar, altura de planta, diámetro del tallo y contenido de agua en el suelo.

Determinar cuál de los sustratos a utilizar, lombricompost y vacaza es el más eficiente en el desarrollo más vigoroso de las plántulas de café.

Identificar que sustrato y su mezcla con suelo muestra mayor relación beneficio/costo.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia del café en Honduras

El café es el producto de exportación más importante para Honduras, sólo dejado atrás por el plátano. Su aporte en el valor de las exportaciones llegó, en el período 1987-1989, a 22.3 %. El grano de café ha adquirido este rango por una fuerte expansión en las últimas décadas, causada tanto por una extensión de la superficie como un crecimiento de la cantidad de productores y un incremento en la productividad (Jansen, 2015).

Fruto del arduo trabajo de los productores en el campo y las oportunas acciones brindadas por IHCAFE, Honduras continúa siendo el Rey Cafetalero de Centro América. Durante la cosecha 2012-2013 ofreció al mundo 5.6 millones de sacos de 46kg. con una variación absoluta del 21% menos que la cosecha anterior, este no debe ser motivo de descontento sino un incentivo para seguir trabajando y recuperar los rendimientos antes alcanzados, que le permita al café de Honduras seguir figurando en el mercado internacional (IHCAFE, 2013).

3.2 Importancia de producir plantas vigorosas en la etapa de vivero

El éxito de la futura siembra dependerá de la calidad de la planta que se lleve al campo, la elaboración de un buen vivero es parte fundamental en el éxito de la futura plantación. Para obtener una planta vigorosa en la etapa de vivero se debe considerar las siguientes practicas: El riego es de suma importancia para que la planta de café se desarrolle normalmente, durante la época seca se recomienda efectuar riegos con el propósito de mantener la planta en continuo crecimiento y evitar el efecto perjudicial de un déficit hídrico.

El sustrato para llenar las bolsas debe ser enriquecido con la mezcla de abono orgánico, sin embargo, será necesario reforzar la fertilización, ya sea en forma granular o diluida, lo que estimulará un adecuado crecimiento de la planta de café. Así mismo se obtendrán plantas sanas, vigorosas, con buen desarrollo vegetativo las cuales asegurarán el éxito de la futura plantación.

La protección fitosanitaria es una actividad de suma importancia para el control de patógenos e insectos plaga. Un programa eficiente contribuirá a la producción de plantas de café sanas y vigorosas.

El control de malezas en los viveros se hace de preferencia en forma manual utilizando el azadón para eliminar las malezas de la calle y también se elimina manualmente la maleza que crece dentro de la bolsa (Ordoñez, 2001).

3.3 Características del suelo para el cultivo de café

El suelo debe tener como característica una textura franca o que posea porcentajes equilibrados de arena, limo y arcilla. Si el suelo es muy arcilloso habrá que mezclarle arena para mejorar su drenaje, al contrario, sucedería si el suelo fuera muy arenoso (Ordoñez, 2001).

Además de un suelo profundo, franco o ligeramente arcilloso, con buen equilibrio de poros para un buen drenaje y retención de la humedad, y un 2% o más de materia orgánica, el café necesita un suelo con contenidos suficientes de nutrientes, y relaciones químicas adecuadas, que le permitan un crecimiento y producción eficiente (OIRSA, 2000).

3.4 Vivero

El café es una planta perenne de la cual se espera, en un sistema agrícola, una vida productiva por lo menos de 20 años de duración. Por dicha razón es muy importante e imprescindible obtener el mejor y más vigoroso material de siembra para iniciar el cultivo. El vivero se convierte entonces en una de las etapas en la cual la calidad de las plantas obtenidas es determinante para el éxito de la empresa agrícola (Pulgarin, 2000)

En Honduras existen dos formas de hacer los viveros de café: uno en bolsas de polietileno y el otro directamente en el suelo, las dos opciones son adecuadas para la producción de plantas, sin embargo, el productor decide por la alternativa más apropiada para sus condiciones. (Ordoñez, 2001).

Debe de planificarse la construcción de viveros entre los meses de marzo y abril, para efectuar la siembra al campo definitivo a los 4-5 meses de edad cuando por lo menos posea seis pares de hojas verdaderas (Ordoñez, 2001).

3.5 Los sustratos

Son los más utilizados en la actualidad para la propagación de plantas en semilleros e invernaderos, teniendo como característica el elevado costo de adquisición; sin embargo, asegura un alto porcentaje de plántulas de buena calidad y a la vez menos pérdidas de las mismas al momento de trasplante a campo definitivo (Palacios 2008, citado en Marín 2012).

El sustrato es todo material solido distinto del suelo, cuyo origen puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, en forma pura o en mezcla. Que brindan beneficios tales como permitir el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta y proporciona una mayor oxigenación, retención de agua y nutrientes que la planta necesita (Gallardo 2003).

3.5.1 Características Físicas

Las características físicas más importantes de los sustratos son la densidad aparente (o volumen), la retención de agua y la capacidad de aireación. Los sustratos suelen tener una densidad aparente baja en comparación con el suelo. La densidad aparente es la relación entre la masa o peso del sustrato y el volumen aparente que este ocupa. La retención de agua, que define la frecuencia de la aplicación de riego. La capacidad de aireación que es el porcentaje

de aire que queda en el sustrato tras aplicar una tensión de 10 cm de columna de agua (Pastor, 2002).

3.5.2 Características Químicas

Entre las propiedades químicas de importancia se destacan: capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, contenido de sales (salinidad, conductividad eléctrica o presión osmótica) y contenido de elementos nutritivos totales o libres en la solución del sustrato o intercambiables, solubles o extractables (Pastor, 2002).

En la práctica comercial se suelen utilizar el pH y la salinidad como indicadores de calidad de un sustrato. La conductividad eléctrica indica de una manera aproximada la concentración de sales en la solución del sustrato. La capacidad de aportar nutrientes de un sustrato depende de la cantidad de elementos nutritivos que este posea y de la capacidad de intercambio catiónico (Pastor, 2002).

Bajo estas características, se pueden definir dos tipos extremos de sustratos desde el punto de vista químico: a) sustratos químicamente inertes.; son aquellos que no se descomponen química o bioquímicamente, no liberan elementos solubles de forma notable ni tienen capacidad de absorber elementos añadidos a la solución del sustrato. En lo sustratos inertes no existe transferencia de materia entre el material sólido y la solución. b) sustratos activos químicamente o no inertes. Reaccionan liberando elementos debido a la degradación, disolución o reacción de los compuestos que forman el material sólido del sustrato o bien adsorbiendo elementos en su superficie que pueden intercambiar con los elementos disueltos en la fase líquida (Pastor, 2002).

3.5.3 Características Biológicas

Las características biológicas de un sustrato provienen de la presencia de materia orgánica. Esta en un sustrato actúa como un reservorio liberador de nutrientes, además de presentar múltiples características beneficiosas para el cultivo. Algunas de las propiedades biológicas principales son: supresividad: algunos materiales orgánicos contienen poblaciones de hongos como *Trichoderma* o *Streptomyces* que son capaces de suprimir la actividad de algunos hongos patógenos como *Pythium*, *Fusarium* o *Rhizoctonia*. Actividad reguladora del crecimiento: se ha descrito en algunos materiales orgánicos actividad hormonal que puede favorecer el desarrollo vegetal. Actividad enzimática: la actividad enzimática de algunos compuestos orgánicos favorece la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas. Micorrizas: la presencia de *Rhizobium*, *Azotobacter*, hongos vesículo-arbusculares, ectomicorrizas, y otros agentes bióticos en los sustratos pueden favorecer la adecuada nutrición de las plantas. Formación de complejos metálicos: las sustancias húmicas forman complejos con algunos elementos metálicos, como el hierro, magnesio, cinc y cobre, aumentando la disponibilidad de micronutrientes para las plantas (Pastor, 2002).

3.5.4 Criterios para la selección de un sustrato

El sustrato presenta una función primordial; la cual es brindar un ambiente adecuado para la germinación de las semillas y crecimiento de las raíces, facilitando a la plántula un mejor anclaje y soporte mecánico. La elección de un material en particular está determinada por: Sus propiedades: Pueden ser físicas, químicas y biológicas que son factores limitantes que determinan el manejo posterior del sustrato. Su costo: generalmente este factor determina, antes que otras condiciones, el sustrato a utilizar. Usualmente el principal factor de costos es el transporte, lo cual es determinado para decidir usar o no un sustrato en particular. La experiencia local en su utilización: el uso de nuevos materiales como sustratos obliga al desarrollo de programas de investigación, experimentación y extensión, con el objeto de ofrecer finalmente un paquete tecnológico apropiado a sus condiciones particulares. Su

impacto ambiental: Se debería limitar el uso como sustrato de aquellos materiales que son recursos naturales difícilmente renovables (en Marín, 2012).

3.6 Sustratos orgánicos

En este grupo se encuentran una serie de sustratos, dentro de los más comunes están la cascarilla de arroz, cascarilla de pergamino de café, fibra de coco, concha de macadamia; los cuales necesitan un proceso de tratamiento, lavado y esterilización, eliminación de residuos y así evitar trastornos en las plantas ocasionadas por sustratos contaminados (Mora 1999, citado en Marín 2012).

Los sustratos orgánicos poseen características como retención de humedad, estabilidad, oxigenación entre otras. Estos se comportan de manera diferente; para el caso en el aserrín la retención de humedad es mayor en relación a la cascarilla de café, sin embargo, la oxigenación que brinda la cascara de café es mejor en comparación con el aserrín (Mora 1999, citado en Marín 2012).

3.6.1 Lombricompost

El "lombricompost", es un tipo de abono orgánico que resulta del proceso descomponedor que realiza la lombriz californiana (*Eisenia foetida*). El proceso inicia cuando la lombriz se alimenta de cualquier sustrato o desecho orgánico biodegradable y lo transforma en humus (materia orgánica bien descompuesta). Este abono no solo aporta nutrientes a las plantas, sino que también mejora las propiedades químicas y biológicas del suelo (Henríquez & Mora, 2003)

3.6.1.1 Propiedades del lombricompost

La primera propiedad es su riqueza en flora microbiana (1g de abono contiene aproximadamente 2 billones de microorganismos vivos) que, al ponerse en contacto con el suelo aumenta su capacidad biológica. En su composición están presentes todos los nutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre, Zinc, Carbono en cantidades suficientes para provocar un buen desarrollo de las plantas, además de un alto contenido de materia orgánica, que enriquece los suelos (FAO, 2016).

Favorece la circulación del agua y del aire, las tierras ricas en humus son esponjosas y menos sensibles a las sequías. Facilita además la absorción de los elementos fertilizantes de manera inmediata, tiene capacidad de taponamiento. Su pH neutro permite colocarlo en contacto directo con la raíz, evitando así el estrés por trasplante. Para abonar cultivos como café, cítricos y mango (FAO, 2016).

3.6.2 Estiércol bovino o Vacaza

El estiércol bovino es el producto que se obtiene de la fermentación anaeróbica sucedida en el intestino de los residuos alimentarios no utilizados por el rumiante. Esta fermentación no sintetiza una considerable cantidad de proteína que es desperdiciada, junto con parte de la energía no aprovechada (Pérez & Viniegra, s.f.).

El uso de estiércol animal como abono orgánico se hace con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y meso biológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. Contiene 1.1-3% de Nitrógeno; 0.3- 1% de Fosforo y 0.8-2% de Potasio. El contenido de nutrientes en el estiércol varía dependiendo de la clase de animal y su dieta. El estiércol de vacunos y de aves son los más usados; el estiércol porcino tiene la desventaja de ser portador de algunos parásitos capaces de infectar al humano (PASOLAC, s.f.).

Contribuye a mejorar suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes. En estos suelos degradados los 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 de estiércol contribuye a mantener la materia orgánica en el suelo y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo.

Se utiliza sobre todo en cultivos de alto valor como hortalizas, café, musáceas, frutales, aunque también se puede utilizar en granos básicos (PASOLAC, s.f.).

3.7 Investigaciones realizadas sobre el uso de abonos orgánicos

Flores (2013) encontró que el sustrato suelo + lombricompost bovino en área foliar presento resultados estadísticamente significativos ($p < 0.05$) con 25.07 cm^2 en comparación con suelo + cerdaza con 22.01 cm^2 y el uso de suelo + lombricompost bovino, mostro el mejor resultado para diámetro del tallo con 2.38 mm el cual se debió a un mayor aporte de materia orgánica que facilito la liberación y absorción de nutrientes en el cultivo de café.

Efectos significativos en la altura de la planta utilizando dos tipos de sustratos se encontraron en el cultivo de café en vivero en comparación con el testigo correspondiente al 100% suelo y el sustrato COMSA obteniendo un valor intermedio, en el cultivo de café (Anariba, 2012).

IV. MATERIALES Y METODO

4.1 Descripción del sitio experimental

El ensayo se realizó en la Universidad Nacional de Agricultura localizada a 6 Km de distancia de la ciudad de Catacamas Olancho, a una altitud de 350 msnm, latitud de 14.8333 y longitud de -85.9 con una precipitación promedio anual de 1350 mm siendo los meses más lluviosos de mayo a octubre y una temperatura promedio de 28 °C.

4.2 Materiales y equipo

Los materiales y equipo utilizados para instalar y conducir el ensayo fueron: Lombricompost de pulpa de café fue elaborado en la sección de producción de abonos orgánicos del Departamento Académico de Recursos Naturales y Ambiente y vacaza recolectado en la sección de bovinos del Departamento de Producción Animal, bolsas de vivero, marcadores, semillas de café variedad Lempira. El equipo que se utilizó fue pie de rey, hoja de acetato milimetrada, equipo portátil para medir la humedad del suelo y regla graduada en centímetros.

4.3 Manejo del experimento

4.3.1 Selección de la chapola

Seleccionándose chapolas bien desarrolladas sanas y sin defectos visibles en la raíz y parte aéreas y de similar tamaño.

4.3.2 Trasplante a vivero

El trasplante de las chapolas (dos hojas cotiledonares y el tallo de tres centímetros de altura) del semillero a las bolsas de vivero se hizo cuando estas mostraban buen desarrollo a los 70 días de emergidas.

4.3.3 Riego

Para el riego del ensayo se aplicó el mismo volumen de agua a cada planta, cuando fue necesario.

4.3.4 Control de maleza

Este se hizo de forma manual a las bolsas donde estaba ubicado el ensayo y con azadón en las áreas adyacentes.

4.3.5 Control de plagas

Durante el manejo del ensayo no se presentaron plagas.

4.4 Diseño experimental y tratamientos

El diseño usado fue un completamente al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos, la unidad experimental lo constituyeron 6 plántulas (una plántula por bolsa para vivero), el área útil lo constituyeron dos plantas, el modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = valor observado en el i-esimo tratamiento ($i = 1, \dots, 7$), de la j-esima repetición ($j = 1, \dots, 4$)

μ = es la media general común a todas las observaciones

T_i = efecto del i-esimo tratamiento

E_{ij} = es el error experimental asociado a la observación Y_{ij} tal que $e_{ij} \sim N(0; \alpha^2)$

En el Cuadro 1 se observan los tratamientos evaluados

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el experimento

Sustrato	Proporciones	Tratamiento
Lombricompost + Suelo	1:1	T1
	1:2	T2
	1:3	T3
Vacaza + Suelo	1:1	T4
	1:2	T5
	1:3	T6
Suelo (Testigo)	1	T7

4.7 Variables evaluadas

4.7.1 Área foliar

Para medir el área foliar se usó una hoja de acetato milimetrada; colocándola sobre cada una de las hojas de la planta contándose el número de cuadros (cada cuadro midió 1cm²) se sumaban las áreas de todas las hojas y se dividía este entre el número de hojas.

4.7.2 Diámetro del tallo

Se utilizó un pie de rey graduado en milímetros, para medir el diámetro del tallo de las plantas desde la base del suelo hasta los 3 centímetros y se procedió a calcular un promedio (Paz, 2012).

4.7.3 Altura de la planta

La altura se tomó con una regla graduada en centímetros, desde la superficie del suelo hasta el extremo superior del tallo (Paz, 2012).

4.7.4 Contenido de agua en el suelo

Para tomar esta variable se usó un instrumento portátil medidor de la humedad cuya varilla se introducía a 10 cm de profundidad este instrumento tenía una lectura de 1-3 punto de marchitez; 4-7 capacidad de campo y de 8-10 punto de saturación.

4.8 Análisis estadístico

Los datos de las variables de respuesta fueron sometidos a un análisis de varianza al 5% de probabilidad y la prueba de medias DMS (diferencia mínima significativa).

4.9 Análisis económico

Se realizó un análisis económico en base a la relación beneficio/costo, de esta forma sabremos cuál de los tratamientos es el que proporcione los mejores resultados y por ende cual es el más rentable de acuerdo a los costos en vivero.

Usaremos la fórmula de relación beneficio/costo:

$$Relacion\ beneficio/costo = \frac{\text{ingresos}}{\text{egresos}}$$

El análisis de costos se realizó en función de área foliar y altura de planta para determinar una planta vigorosa y poco vigorosa. Los tratamientos con sustrato lombricompost y sus distintas relaciones con el suelo presentaron una menor área foliar y altura de planta por lo que son plantas poco vigorosas y se les asignó un precio por unidad de 3 Lps. A diferencia

de los tratamientos con sustrato vacaza y sus distintas relaciones que revelaron los mejores resultados en cuanto a área foliar y altura de planta por lo que son plantas vigorosas y con buen desarrollo vegetativo, se les asigno un precio por unidad de 4 Lps. El tratamiento suelo testigo no contiene materia orgánica por lo que se le asignó un precio por unidad de 2.5 Lps.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Altura de la planta

El análisis de varianza (Anexo 3) revelo efectos altamente significativos para tratamientos, se observa en la Figura 1 que las mayores alturas de planta correspondieron a los tratamientos vacaza + suelo relación 1:1; vacaza + suelo relación 1:2 y vacaza + suelo relación 1:3, sus valores de altura fueron: 6.58; 6.44 y 6.24 cm respectivamente. Estos resultados se explican porque la vacaza aporta los nutrientes nitrógeno, fosforo, potasio y por otro lado libera otros nutrientes que en condiciones sin abono orgánico no están disponibles para los cultivos.

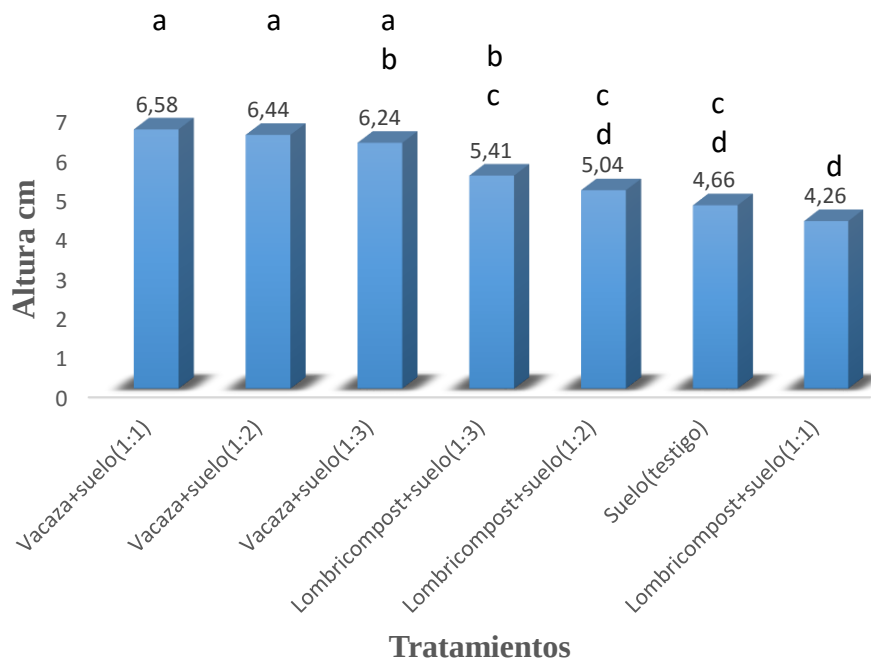


Figura 1.Resultados de la altura de la planta por efecto de los sustratos.

Flores (2013) encontró resultados similares usando suelo + lombricompost bovino con un valor de altura de planta de 8.08 cm con un alto contenido en materia orgánica, en comparación con el testigo suelo con un valor de 6.33 cm.

5.2 Área foliar

Para el área foliar, hubo efectos altamente significativos por efecto de los sustratos (Anexo 4). En la Figura 2 se presentan las medias de los distintos sustratos y su relación con el suelo. Similar a los resultados de la altura de planta, la mayor área foliar se observan con los tratamientos usando vacaza con sus distintas proporciones. El sustrato vacaza mostro mejores resultados debido a que el estiércol bovino contiene micro y macro nutrientes que estimulan la actividad micro y meso biológica del suelo, lo que contribuye a un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas.

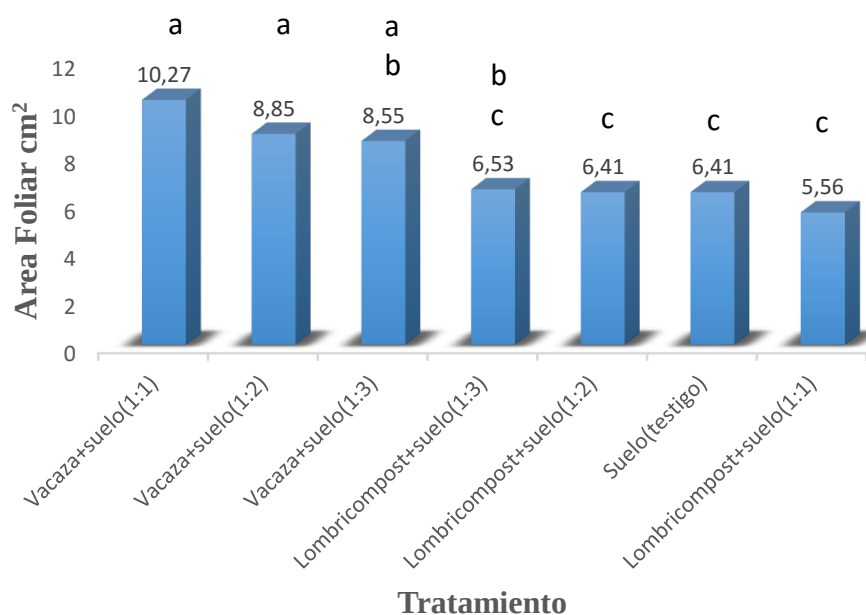


Figura 2. Medias del area foliar de las plántulas de café.

Según Flores (2013) usando sustratos orgánicos, encontró diferencia estadísticamente significativa, siendo suelo + lombricompost bovino quien presento la mayor área foliar con valor de 25.07 cm² e comparación con suelo testigo con 11.90 cm².

5.3 Contenido de humedad en el suelo

Hubo efectos significativos para contenido de humedad en el suelo (Anexo 5). En la Figura 3 se presentan las medias de los distintos sustratos y el contenido de humedad en el suelo correspondiente a los tratamientos vacaza + suelo relación 1:1; lombricompost + suelo relación 1:1 y lombricompost + suelo relación 1:2. . El tratamiento vacaza + suelo relación 1:2 se encontró en nivel de capacidad de campo y suelo (testigo) fue el que presento diferencia en relación a los demás tratamientos con un valor de 3.00 en punto de marchitez permanente.

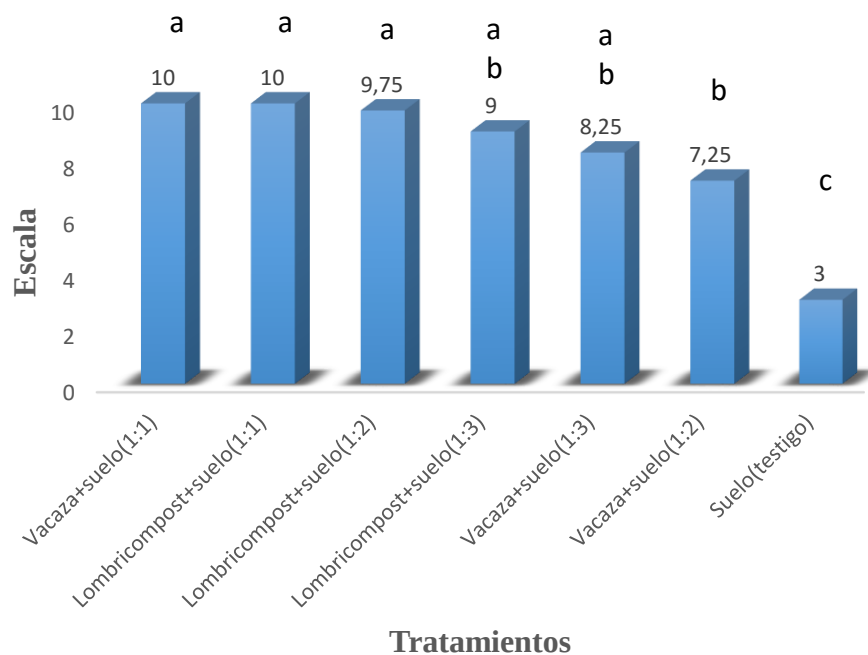


Figura 3. Contenido de humedad en el suelo por efecto del uso de sustratos en plántulas de café.

Los tratamientos que mostraron el mayor contenido de humedad en el suelo fueron los de lombricompost y sus distintas proporciones debido a su alto contenido en materia orgánica, ácidos fulvicos y húmicos lo que promueve una mayor retención de humedad y en consecuencia una mayor liberación de nutrientes a pesar de pocas lluvias (sequias), pero lo hace en demasiadas cantidades lo que provocó suelos saturados y esto en la planta ocasiona presencia de patógenos. La vacaza + suelo relación 1:2 permaneció a nivel de capacidad de campo y el suelo (testigo) se encontró en punto de marchitez.

El agua disuelve las moléculas de los compuestos químicos del suelo, una vez enriquecida de nutrientes, forma el agua capilar que rodea a los pelos absorbentes de las raíces de las plantas. Por ósmosis, los pelos absorbentes toman el agua con las sales minerales disueltas (medio hipotónico), gracias a la luz solar, al CO₂ atmosférico y a la clorofila, la savia no elaborada se transforma en savia elaborada, la cual es transportada por los tubos cribosos (floema) a todas las partes de la planta, para ser almacenada y así formar frutos, raíces y tallos (Raven *et al.* 1992).

5.4 Diámetro del tallo

Para la variable diámetro del tallo no se encontraron diferencias significativas (Anexo 6) por efecto de los sustratos y sus relaciones de mezcla con suelo. Se observan las medias de los distintos sustratos y su relación con el suelo (Figura 4).

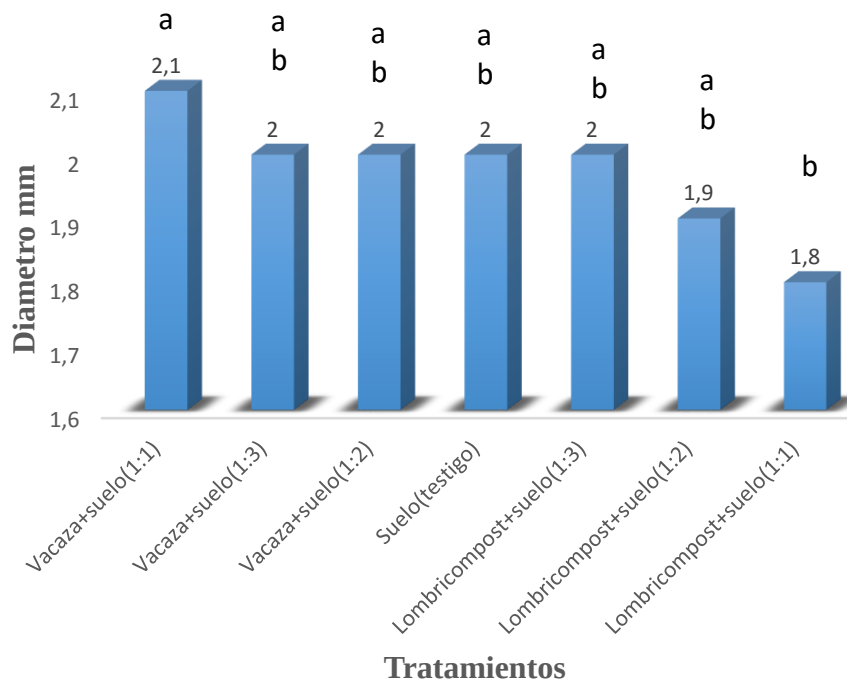


Figura 4. Resultados del diámetro del tallo por efecto de los sustratos y sus proporciones con el suelo.

Ningún sustrato mostro efectos significativos para el diámetro del tallo; posiblemente se debió a que la planta de café, es un arbusto pequeño que tiene brotes denominados ortotrópicos, es decir, que concentra la mayor parte de su energía y nutrientes en crecer verticalmente (Café de Colombia, 2010).

Investigaciones realizadas por Flores (2013) usando cascarilla de arroz, aserrín, lombricompost bovino, cerdaza, mucuna y 18-46-0 revelaron que la variable diámetro del tallo no presento diferencias estadísticamente significativas para los tratamientos.

5.5 Análisis económico

Cuadro 2. Análisis por la relación beneficio/costos

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Plantas	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Plant. vigorosas (precio Lps)	0	0	0	4	4	4	0
Plant. poco vigor (precio Lps)	3	3	3	0	0	0	0
Plant. Sin materia orgánica (precio Lps.)	0	0	0	0	0	0	2,5
Ingresos	3000	3000	3000	4000	4000	4000	2500
Costos	8422,39	5980	4749,62	1183,6	1130	1103	821,2
Utilidad Bruta	-5422,39	-2980	-1749,62	2816,4	2870	2897	1678,8
Relación B/C	0,36	0,50	0,63	3,38	3,54	3,63	3,04

B/C > 1: es rentable.

B/C ≤ 1: no es rentable.

Descripción	Precio (Lps/qq)	Descripción	Precio (Lps)
Lombricompost	500	Bolsa con mezclas	0,4
Vacaza	15	Bolsa sin mezcla	0,2
Suelo	4	bolsa de polietileno	0,5

En base al análisis económico el sustrato con la mejor relación beneficio/costo fue vacaza y sus distintas relaciones con el suelo.

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 la planta siendo los más destacados tratamientos con estiércol de bovino, mostraron mejores resultados en relación a las variables área foliar y altura de la planta.

De todas las variables estudiadas y evaluadas en el análisis estadístico solamente la variable diámetro de tallo no presentó una respuesta positiva a ninguno de los tratamientos, a diferencia de las demás variables como área foliar, contenido de agua en el suelo y altura de planta, las cuales por lo menos en uno de los tratamientos demostraron diferencia estadísticamente significativa.

Los tratamientos con lombricompost son los que retiene más agua solo que a niveles saturados lo que puede provocar problemas severos a la planta por el exceso de agua en el sustrato a diferencia de los tratamientos con vacaza que mostraron resultados más bajos y cerca del nivel de capacidad de campo.

Los tratamientos vacaza relación 1:1 1:2 y 1:3 provocan una mayor altura de planta, área foliar y un contenido de agua en el suelo en capacidad de campo.

Los tratamientos con la mejor relación beneficio costo fueron vacaza + suelo relación 1:2 y 1:3.

VII. RECOMENDACIONES

La utilización de sustrato vacaza son ideales para un buen desarrollo foliar además se da una mejor absorción de nutrientes al igual que se manifiesta un crecimiento vigoroso de la planta.

Investigar cual será la proporción más adecuada del sustrato lombricompost utilizado en etapa de vivero para la obtención de plántulas de café con el fin de encontrar las mezclas más idóneas para cada estadio de las plantas. Porque las proporciones usadas en este ensayo mostraron inhibición en el crecimiento de las plantas y coloración amarillenta en las hojas.

Hacer riegos de acuerdo a las necesidades de la planta para evitar suelos saturados y causar daños en el vivero lo que se reflejaría en plantas deficientes que no estarán listas a tiempo para campo definitivo.

Realizar análisis de suelo a los sustratos vacaza y lombricompost, para verificar que nutrientes aportan al cultivo, el contenido de materia orgánica y pH.

Instalar el experimento en campo definitivo identificando tratamientos para ver efectos de mediano y largo plazo de efectos residuales.

En los ensayos experimentales no medir la variable diámetro del tallo ya que está comprobado por investigaciones que no presenta diferencia significativa.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Anariba F. 2012. Evaluación de sustratos y la aplicación de cuatro biofertilizantes en la producción de plántulas de café (*coffea arábica*). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Consultado 20 sep. 2015

Café de Colombia 2010. El árbol y el entorno (en línea) Colombia. Consultado 21 jun. 2016. Disponible en:
http://www.cafedecolombia.com/particulares/es/sobre_el_cafe/el_cafe/el_arbol_y_el_entorno

Cruz, E.; Estrada. M.; Robledo, V.; Osorio, R.; Márquez, C. & Sánchez, R. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato (En Línea) Tabasco, México. Consultado 26 abr. 2016. Disponible en
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-29792009000100004&script=sci_arttext

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2016. Elaboración de lombricompost (En Línea) Guatemala. Consultado 01 may. 2016. Disponible en: <http://teca.fao.org/es/read/5984>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 2008. Establecimiento y Administración del Cafetal: En la etapa de Almacigo. Consultado 26 abr. 2016 Pág. 12.

Figuerola O. 2012. Análisis de suelos y fertilización en el cultivo de café (En Línea) San Martín Perú. Consultado 28 abr. 2016. Disponible en:
<http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/011-c-cafe.pdf>

Flores, N. 2013. Efecto de cinco sustratos orgánicos en la producción de plántulas de café (*coffea arábica*) variedad Lempira a nivel de vivero. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho.

Gallardo C. 2003. Sustratos para plantas, tipo y principales características (En Línea) Provincia de Entre Ríos. Consultado 28 abr. 2016. Disponible en: http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/ENTRE_RIOS/58/macronutrientes%20en%20sustratos%20para%20plantas.pdf

Henríquez C. & Mora L. (2003) Produciendo Abono de Lombriz (En Línea) Costa Rica. Consultado 22 sep. 2015. Disponible en http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/av0712_lombriz.pdf

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café) 2009. Informe anual cosecha 2008-2009. HND (En línea). Consultado el 26 de abr. 2016. Disponible en: [http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=144/Informe Cierre 2008_2009.pdf](http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=144/Informe+Cierre+2008_2009.pdf)

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café) 2013. Informe anual cosecha 2012-2013. HND. Consultado 28 abr. 2016 pág. 25.

IHCAFE (Instituto Hondureño del Café) 2016. Informe anual cosecha 2015-2016. HND. Consultado 14 jun. 2016 pág. 1.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) 2005. Análisis de la Cadena del Café en Honduras (En Línea). San José Costa Rica. Consultado 20 sep. 2015. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/REPDO/A9829E/A9829E.PDF>

Jansen K. 2015 Café y Formas de Producción en Honduras. (En Línea) Honduras. Consultado 22 sep. 2015. Disponible en <http://www.keesjansen.eu/wp-content/uploads/2015/08/Cafe-y-Formas-de-Produccion-en-Honduras-Jansen.pdf>

Marín C. 2012 Efecto de cinco sustratos sobre la producción de plántulas de café (*coffea arabica*) variedad lempira. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. pág. 5

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) 2000. Manual Técnico Buenas Practicas de Cultivo en Café Orgánico (en línea). Costa Rica. Consultado 14 jun. 2016. Disponible en <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALCAFEORGANICO.pdf>

Ordoñez M. 2001. Producción de Semilleros y Viveros. HND. Consultado 28 abr. 2016, pág. 47, 53.

PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central) s.f. Guía Técnica de Conservación de Suelos y Agua (En Línea). Nicaragua. Consultado 01 may. 2016. Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/conser_sueyagua_49.pdf

Pastor S. 2002. Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas (En Línea). Consultado 01 may. 2016. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/51/742/51742.pdf>

Paz, G. 2012. Uso de enmiendas calcáreas sólidas y solubles en viveros de café (*coffea arábica*) en suelos franco arcillosos de Linderos, Santa Bárbara. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho.

Pérez, P.& Viniegra, G. s.f. Potencial del uso del Estiércol en la Alimentación de los Bovinos (En Línea). México. Consultado 18 sep. 2015. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol1/CVv1c10.pdf>

Pulgarin J. 2000. Evite errores en el manejo de almácigos de café. Colombia. Consultado 28 abr. 2016. Pág. 1

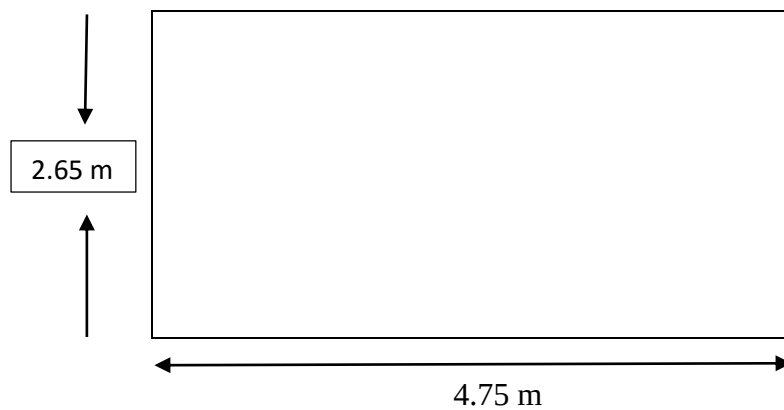
Raven P.; Evert R. & Eichhorn S. 1992. Biología de las plantas. Sergi Santamaría del Campo. Edición en español. Ciudad de España. Editorial Reverte. Volumen 2 pág. 547.

ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos y repeticiones

T5 R1	T3 R1	T6 R3	T1 R4
T1 R1	T7 R4	T2 R1	T4 R3
T7 R2	T6 R2	T5 R4	T2 R4
T3 R4	T5 R3	T3 R2	T3 R3
T6 R1	T1 R2	T4 R4	T5 R2
T4 R2	T2 R2	T1 R3	T7 R3
T2 R3	T4 R1	T7 R1	T6 R4

Anexo 2. Tamaño de la unidad experimental



En la parcela total fueron 7 tratamientos, haciendo un total de 168 plantas y 56 plantas de parcela útil.

Anexo 3. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable Altura de la Planta

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de Planta	28	0,74	0,66	10,65%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	20,13	6	3,36	9,73	<0,0001 **
Error	7,24	21	0,34		
Total	27,38	27			

ns = no significativo

* *= altamente significativo

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,86373

Error: 0,3450 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	6,58	4	0,29	A
5	6,44	4	0,29	A
6	6,24	4	0,29	A B
3	5,40	4	0,29	B C
2	5,04	4	0,29	C D
7	4,66	4	0,29	C D
1	4,26	4	0,29	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable Area foliar.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Área Foliar	28	0,64	0,54	18,39%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	70,70	6	11,78	6,18	0,0007 **
Error	40,05	21	1,91		
Total	110,75	27			

ns = no significativo

* *= altamente significativo

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,03082

Error: 1,9073 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	10,27	4	0,69	A
5	8,85	4	0,69	A
6	8,55	4	0,69	A B
3	6,53	4	0,69	B C
2	6,41	4	0,69	C
7	6,41	4	0,69	C
1	5,56	4	0,69	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 5. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable contenido de humedad en el suelo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad en el suelo	28	0,81	0,76	15,62%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamiento	149,86	6	24,98	15,31	<0,0001 **
Error	34,25	21	1,63		
Total	184,11	27			

ns = no significativo

* *= altamente significativo

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,87797

Error: 1,6310 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	10,00	4	0,64	A
1	10,00	4	0,64	A
2	9,75	4	0,64	A
3	9,00	4	0,64	A B
6	8,25	4	0,64	A B
5	7,25	4	0,64	B
7	3,00	4	0,64	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 6. Analisis de varianza y pruebas de medias de DMS para la variable diametro del tallo.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
diámetro	28	0,23	0,01	11,78%

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
tratamiento	0,34	6	0,06	1,06	0,4192 ns
Error	1,13	21	0,05		
Total	1,46	27			

ns = no significativo

* *= altamente significativo

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,34036

Error: 0,0536 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	2,13	4	0,12	A
6	2,00	4	0,12	A B
5	2,00	4	0,12	A B
7	2,00	4	0,12	A B
3	2,00	4	0,12	A B
2	1,88	4	0,12	A B
1	1,75	4	0,12	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)