

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA DE AGRICULTURA

**USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN SUSTRATO PARA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE CAFÉ. LINDEROS, SANTA BÁRBARA**

POR:

NILDA DARIELA PERDOMO FUNES

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

JUNIO 2016

**USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN SUSTRATO PARA PRODUCCIÓN DE
PLÁNTULAS DE CAFÉ. LINDEROS, SANTA BÁRBARA**

POR

NILDA DARIELA PERDOMO FUNES

ESMELYM OBED PADILLA ÁVILA M.Sc

Asesor Principal

ARNOLD PINEDA

Asesor Principal IHCAFE

ALLAN ERAZO

Asesor Principal Laboratorio IHCAFE

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

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

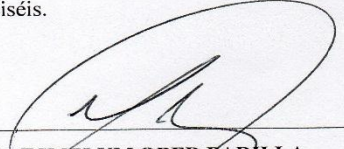
Reunidos en el Departamento Académico de Producción Vegetal de la Universidad Nacional de Agricultura: **M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA**, **M.Sc. GUSTAVO RAMÓN LÓPEZ**, **M.Sc. JORGE MEDINA**, Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

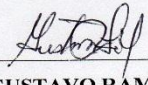
El estudiante **NILDA DARIELA PERDOMO FUNES** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

“USO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN SUSTRATO PARA PRODUCCIÓN, DE PLÁNTULAS DE CAFÉ. LINDEROS, SANTA BÁRBARA”

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los veintitrés días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M.Sc. ESMELYM OBED PADILLA
Consejero Principal


M.Sc. GUSTAVO RAMÓN LÓPEZ
Examinador


M.Sc. JORGE MEDINA
Examinador

DEDICATORIA

A Dios, todo poderoso por darme las fuerzas y la sabiduría necesaria una de mis metas ya que sin el nada es posible.

A MIS PADRES VILMA ROSA FUNES y RODOMIRO PERDOMO ENAMORADO, por brindarme su apoyo incondicional tanto económico, moral y espiritual e impulsarme a seguir adelante en todos los aspectos manteniendo los principios que ellos me han forjado.

A MIS TIOS MELBA, SAMUEL, MANUEL, ARACELY, ELODIA, SALATIEL, DANILO, por brindarme siempre su apoyo incondicional y económico.

A MI ABUELA VICTORIA (QDDG) por haber sido como una madre durante el tiempo que me crecí con ella y brindarme todo lo necesario y sobre todo por darme mucho amor.

A MIS HERMANOS (AS) LARITZA, HÉCTOR, por brindarme su apoyo moral y espiritual cuando lo necesite y así contribuir a lograr esta meta.

A MIS COMPAÑEROS DE CLASE “JETZODIAM” por ser ellos los testigos en los momentos buenos y malos que pasamos durante estos cuatro años ya que siempre estuvimos unidos todos los días de lucha y trabajo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS TODOPODEROSO, por fortalecerme cada día y guiarme por el mejor camino y llegar hasta el final de la batalla siempre vencedor.

A MI MADRE ya que gracias a su amor, comprensión, sabiduría y confianza en mí, he podido lograr cada una de mis metas en estos cuatro años y por ende en toda mi vida.

A MIS TIOS MELBA, SAMUEL, MANUEL, ARACELY, ELODIA, SALATIEL, DANILO, ya que han contribuido con mi formación.

A MIS AMIGOS: NELSON, CREYDI, PAOLA, JESSY, YESSANIA, ANDREA, FRANCIS, RODOLFO, GABRIEL, NAHUM, HUMBERTO, BRAYAN, JORGE, KEYLI, por brindarme su amistad incondicional y apoyo en todo momento.

A MIS HERMANOS por estar siempre conmigo.

A MIS COMPAÑERAS DE LA CASA MIREYA por haberme ayudado y acobijado durante la estadía en la universidad.

A IHCAFE Y SUS TRABAJADORES, por haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis en su finca y por brindarme el apoyo necesario e incondicional, en especial al Ing. Arnold Pineda, Ing. Alex Trejo, Lic. Allan Erazo y los Sres. Raúl Reyes, Omar, Nolvín, Digna, Juan, por su valiosa colaboración en compartir sus conocimientos y experiencias.

A MI ALMA MATER “UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA” por ser el pilar de mi formación como profesional de las ciencias agrícolas.

CONTENIDO

	pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
LISTA DE CUADROS.....	viii
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General.....	2
2.2. Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1 Importancia del cultivo del café en Honduras	3
4.2 El suelo	3
4.3. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en vivero.....	3
4.3.1. Relación entre el pH y la nutrición	3
4.3.2 Disponibilidad de nutrientes	4
4.3.3 Suelos ácidos	4
4.3.4 Características de los suelos ácidos.....	5
4.3.5 Trasplante al vivero	5
4.3.6. Riego en el vivero.....	6
4.4 Enfermedades en la etapa de vivero.....	6
4.4.1 Malformación de raíces	6
4.4.2 Pudrición de raíces	6
4.4.3 Mal de talluelo	7
4.4.4 Mancha de Hierro (<i>Cercospora coffeicola</i>).....	7
4.5 Los sustratos	8

4.5.1	Características de los sustratos	9
4.6	Sustratos orgánicos	9
4.7	Sustratos utilizados en el experimento	10
4.7.1	Bio-abono	10
4.7.2	Bocashi.....	10
4.7.3	Silicio	11
4.7.4	Fertilizante formula 18-46-0 (Fosfato Diamónico).....	11
4.7.5	Fosfomax	12
4.7.6	Cal (Dolomita AGROMSA).....	12
4.7.7	Tacre K- NIR	12
V.	MATERIALES Y MÉTODO	14
5.1	Descripción del sitio experimental.....	14
5.2	Materiales y equipo.....	14
5.3	Manejo del experimento	14
5.4	Llenado de bolsas	15
5.5	Trasplante de la chapola	15
5.6	Descripción de tratamientos evaluados.....	16
5.7	Diseño experimental.....	17
5.8	Variables evaluadas	17
5.8.1	Altura de la planta.....	17
5.8.2	Diámetro de la planta.....	18
5.8.3	Área foliar	18
5.8.4	Longitud de la raíz principal.....	18
5.8.5	Peso fresco de la biomasa.....	18
5.9	Análisis estadístico	19
5.10	Análisis de costos.....	19
VI	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
6.1	Altura de planta.	21
6.2	Diámetro de la planta	22
6.3	Área foliar.....	24
6.4	Longitud de la raíz principal	25
6.5	Peso fresco de la biomasa	27

6.5.1	Peso fresco de la hoja	27
6.5.2	Peso fresco de la raíz	28
6.5.3	Peso fresco del tallo	29
6.6	Comportamiento del pH por tratamiento.....	30
VII	CONCLUSIONES	33
VIII	RECOMENDACIONES	34
IX.	BIBLIOGRAFÍA	35
	ANEXOS	41

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de las variables evaluadas según comportamiento con sustratos orgánicos. ... 20

Cuadro 2. Resumen de las variables evaluadas según comportamiento con sustratos orgánicos. ... 21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos evaluados en las plantas de vivero de café Lempira.	16
---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Altura de planta de café (Cm) variedad Lempira en vivero a los 120 días de edad a causa de los sustratos orgánicos. 24
- Figura 2.** Diámetro de la planta de café (mm) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos. 25
- Figura 3.** Área foliar de la planta de café (Cm²) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos. 26
- Figura 4.** Longitud de la raíz principal de la planta de café (Cm) variedad Lempira a los 120 días a causa de os sustratos orgánicos. 27
- Figura 5.** Peso fresco de la hoja de planta de café (g) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de sustratos orgánicos. 28
- Figura 6.** Peso fresco de la raíz de la planta de café (g) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos. 29
- Figura 7.** Peso fresco del tallo de la planta de café (g) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos. 30
- Figura 8.** Comportamiento del pH por tratamiento. 31

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Plan de inversión para vivero	42
Anexo 2. Costos por tratamiento.....	43
Anexo 3. Análisis estadístico para la variable altura de planta.	43
Anexo 4. Prueba de medias Tukey para la variable altura de planta.....	44
Anexo 5. Análisis estadístico para la variable diámetro de tallo.....	44
Anexo 6. Prueba de medias Tukey para la variable diámetro de tallo.	45
Anexo 7. Análisis estadístico para la variable área foliar de planta.	45
Anexo 8. Prueba de medias Tukey para la variable área foliar.	46
Anexo 9. Análisis estadístico para la variable longitud de la raíz principal de planta.	46
Anexo 10. Prueba de medias Tukey para la variable longitud de la raíz principal de planta.	47
Anexo 11. Análisis estadístico para la variable biomasa fresca hoja de planta.	47
Anexo 12. Prueba de medias Tukey para la variable biomasa fresca hoja de planta.	48
Anexo 13. Análisis estadístico para la variable biomasa fresca de la raíz de planta.....	48
Anexo 14. Prueba de medias Tukey para la variable biomasa fresca de la raíz de planta. ..	49
Anexo 15. Análisis estadístico para la variable biomasa fresca del tallo de planta.	49
Anexo 16. Prueba de medias para la variable peso fresco del tallo de planta.....	50
Anexo 17. Análisis de suelo inicial.....	51
Anexo 18. Tabla de valores para interpretación de análisis de suelos.	52
Anexo 19. Análisis de lombricompost.	53
Anexo 20. Análisis de bocashi.	54
Anexo 21. Análisis de los tratamientos a los 120 días.	55
Anexo 22. Precipitación del CIC-JVE.	56

Perdomo Funes, ND. 2016. Uso de enmiendas orgánicas en sustratos para producción de plántulas de café variedad Lempira. Linderos, Santa Bárbara. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Honduras. 68 p.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de comparar la respuesta de crecimiento vegetativo en plantas de café y reducir la acidez de suelo en vivero, inducido por fertilización al suelo. El ensayo se estableció en el centro de investigación y capacitación José Virgilio Enamorado Los Linderos del municipio de San Nicolás departamento de Santa Bárbara. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar en 4 bloques. Se evaluaron sustratos orgánicos 30% bocashi, 30% lombricompost, 70% suelo, 3 y 6g de Silicio, 3g de fosfomax, 3g cal (Dolomita), 5 ml de foliar. Las aplicaciones a las plantas se hicieron cada 20 días y las foliares cada 23 días por cuatro veces consecutivas. Las variables evaluadas fueron altura de planta, diámetro de tallo, área foliar, longitud de la raíz principal, peso fresco. Los tratamientos que mejor respondieron según la corrección de acidez son 30%Bocashi + 70%Suelo + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax (T6), 30%Bocashi + 70%Suelo + 3g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax (T8), 100%Suelo + 3g Cal (Dolomita) 3g DAP + Foliar + 3g Fosfomax (T13), y de acuerdo a las variables evaluadas es 30%Bocashi + 70%Suelo + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax (T6), es el que mejor efecto expreso con un diámetro de planta de 8.25 mm originando una plantación de café resistente a fuertes vientos en la etapa vivero.

Palabras claves: Vivero de café, Silicio, Fosfomax, Sustratos orgánicos, acidez del suelo.

I. INTRODUCCIÓN

El café es el rubro de mayor influencia en el sector agrícola de Honduras; más de 115,000 familias se benefician directamente de la explotación del cultivo por lo tanto vincula aproximadamente un millón de empleos directos e indirectos en las labores de mantenimiento, cosecha, comercialización, procesamiento e industrialización del grano. El efecto multiplicador de la economía que ejerce la agroindustria del café puede medirse por su capacidad de generar ingresos a un gran número de subsectores de la economía que satisfacen las necesidades de servicio del cultivo (Argillo, 2011).

No obstante, en nuestro medio el cultivo de café se ve afectado en las plantaciones, debido a los desbalances nutricionales que causan, deficiencias mismas que a su vez inducen a severos ataques de plagas aunado a la presencia de aluminio en el suelo, provocando acidez e induciendo a malformaciones del sistema radicular, obligando al sector productor del café a realizar enmiendas de todo tipo. Los sustratos orgánicos poseen propiedades nutricionales como: proporciona un buen enraizamiento, fortalece el tallo y aumenta la actividad catiónica del suelo, además ayuda a obtener plantas sanas, 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 de la calidad, al mismo tiempo optar por una agricultura orgánica.

En respuesta a la problemática de mejorar las propiedades físicas y químicas en el suelo se ha usado sustratos en viveros o en campo definitivo y como medida a la alta demanda de plantas de café en vivero es necesario evaluar y dar a conocer a nuestros agricultores la existencia de los diferentes sustratos orgánicos y eficiencia de los mismos. Se realizó este trabajo para brindar una respuesta (opción) a los agricultores y así hacer uso de productos garantizados que se encuentran disponibles, para mejorar la producción nacional de café.

II. OBJETIVOS

2.1.General

- ✓ Evaluar el efecto de sustratos orgánicos y silicio en el desarrollo vegetativo de plántulas de café (*coffea arábica*) variedad Lempira para corrección de acidez a nivel de vivero.

2.2.Específicos

- ✓ Determinar el efecto de los sustratos orgánicos en la altura de planta, diámetro del tallo, área foliar, longitud de la raíz principal, biomasa fresca, de café en vivero.
- ✓ Identificar cuáles de los sustratos promueve mayor corrección en el suelo e inducen a un vigor a las plántulas de café.
- ✓ Identificar cuál de los sustratos como mezclas a nivel de vivero es el más factible y económicamente viable.
- ✓ Comparar el efecto del silicio y formula sintética (18-46-0), fosfomax; en reducción de acidez del suelo.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Importancia del cultivo del café en Honduras

El cultivo de café se encuentra dentro de los principales productos agrícolas de exportación siendo uno de los rubros que genera empleo y divisas a la economía Hondureña. A nivel nacional el café figura como el principal cultivo de exportación de Honduras, y durante la cosecha el café aportó a la economía 1,439 millones de dólares, obteniendo así una participación del 38.1%, en el total de los ingresos por exportaciones de los principales productos agrícolas y del 5.1% en el Producto Interno Bruto (PIB). Las divisas generadas por el rubro funcionan como soporte importante a la economía del país (IHCAFE, 2012).

4.2 El suelo

El suelo, es el medio o sustrato más importante en el cual se cultiva y se produce café. La fertilidad adecuada del suelo le sirve al cafeto principalmente para que sus raíces crezcan abundantes y/o profundas, proporcionarle y acumular nutrientes minerales, disponer y almacenar agua, así como para que otras especies animales y vegetales vivan. Cuando todo lo anterior ocurre, el suelo se vuelve un sustrato muy dinámico y lleno de vida (Gil, 2008).

4.3. Factores que afectan la disponibilidad de nutrientes en vivero

4.3.1. Relación entre el pH y la nutrición

Según Phillion (1989) el pH en una solución involucra no solo iones H^+ u OH^- en las soluciones del medio de crecimiento, si no con frecuencia refleja la actividad de iones; este

no afecta directamente el crecimiento de las plantas pero si muestra efectos negativos en los valores del pH, en la toxicidad de los iones aluminio y magnesio y en la no disponibilidad de los micronutrientes en los suelos minerales. Sin embargo, las disponibilidades de nutrientes actúan con un pH de 6.5 en suelos minerales; mientras que en suelos orgánicos el valor es bajo entre 5.0-5.5 (pH).

4.3.2 Disponibilidad de nutrientes

Todos los minerales (elementos) determinados en el análisis de suelo son disponibles para la nutrición del cafeto, sin embargo, las cantidades varían de un elemento a otro. Y cuando se comparan con las cantidades de nutrientes optimas que el cafeto requiere para su nutrición, (rango adecuado) se conoce el nivel de suficiencia de cada nutriente (niveles: Bajos, óptimo y excesivo) (PROCAFE, 2008). Ejemplo: para que el elemento Fosforo (P), en el análisis de laboratorio se determinó una cantidad disponible de 6.6 partes por millón (ppm), para la nutrición del cafeto, sin embargo, la cantidad ideal optima, que el cafeto requiere esta entre 20 y 45 ppm de fosforo (P).

Esto significa que el nivel de suficiencia del elemento P es bajo, por tanto, será necesario aplicar un nutriente mineral que contenga Fosforo para llegar y/o superar el nivel óptimo, para tener en reserva. Mientras que en el caso del Aluminio, cantidades superiores a partir de 0.7 mili equivalentes por cada 100 gramos de suelo (meq/100g) son elevadas negativas y toxicas, provocando que otros nutrientes, como el Fosforo, Hierro, Boro, Zinc no sean disponibles para la nutrición del cafeto (PROCAFE, 2008).

4.3.3 Suelos ácidos

Vega (2008), argumenta que la acidez presente en el suelo corresponde a la concentración de iones de hidrogeno en solución, extraída de la mezcla de suelo y agua o del suelo y una solución extractora. El nivel de acidificación se ha incrementado, por varios factores: perdida

de la capa arable por erosión, extracción de nutrientes en sistemas de cultivo intensivo, efecto residual ácido de fertilizantes nitrogenados amoniacales; manejo inadecuado del encalado, deforestación para el cultivo de suelos ácidos, escaso uso de técnicas de diagnóstico de la fertilidad de suelos.

El fenómeno de la acidez; reduce el crecimiento de las plantas: ocasiona: disminución de algunos nutrientes como Ca, Mg, K y P; favorece la solubilización de elementos tóxicos para las plantas como el Al y Mn (Vega, 2008).

4.3.4 Características de los suelos ácidos

La acidificación de los suelos es un proceso dinámico que engloba la acción de factores naturales (edáficos, climáticos y biológicos) y antropogénicos (derivados de la acción del hombre), que se traducen en un incremento de la acidez natural del suelo. Los suelos ácidos se generan por una pérdida de cationes básicos (Ca, Mg, K y Na) y una acumulación de cationes ácidos Al e H (SI, 2014).

La acidez del suelo limita el crecimiento de las plantas debido a la combinación de factores que incluyen la toxicidad de Al, Mn e H y la deficiencia de nutrientes esenciales especialmente Ca, Mg, P y Mo. Pero, el factor limitante del crecimiento más importante en estos suelos ácidos, es la toxicidad del aluminio soluble e intercambiable (SI, 2014).

4.3.5 Trasplante al vivero

Por su vez Ordoñez (2001) indica que el éxito de la futura producción dependerá de la calidad de la planta que se lleve al campo, la instalación de un buen vivero es parte fundamental en el éxito de la futura plantación.

4.3.6. Riego en el vivero

El agua es muy importante para que la planta de café se desarrolle normalmente, el riego debe de ser adecuado para que haya penetración de agua en el suelo de las bolsas, ya que cuando hay compactación no existe un aprovechamiento eficiente de la misma, 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. La frecuencia de riego dependerá de la duración del periodo seco y de la sombra que tenga el vivero (Ordóñez, 2001).

4.4 Enfermedades en la etapa de vivero

4.4.1 Malformación de raíces

En la etapa de siembra considerar el cuidado de la posición de la raíz ya que cuando tiene defectos por mala formación como: raíces cortadas, bifurcadas, dobladas, trifurcadas puede afectar a la planta con un mal anclaje, produciendo un sistema radicular deficiente que perjudica el desarrollo y crecimiento normal de la planta (Ordóñez, 2001).

4.4.2 Pudrición de raíces

En el cultivo de café este problema es provocado principalmente por un hongo del género *fusarium*; dentro de las especies que causan esta enfermedad se destacan *F. solani* y *F. oxysporum*, estas atacan varios hospederos y producen la pudrición negra de la raíz, reflejándose en las partes superiores de las raíces pivotantes. Esta enfermedad es favorecida por exceso de humedad y reducida luminosidad. Algo característico es que los síntomas no se aprecian a inicios, sin embargo se puede observar en los estados finales, manifestándose como amarillamiento, marchitez, caída de hojas y por último muerte regresiva (Tronconi, 2009).

4.4.3 Mal de talluelo

Es una enfermedad que ataca a las plantas de cafeto en el semillero, antes o después que la planta ha emergido, también pueden dañar plantas recién trasplantadas en el vivero, llegando a ocasionar pérdidas de 50, 60 y hasta el 75%. Esta enfermedad es causada por un complejo de hongos, destacándose *Rhizoctonia solani*, *Kuhn*, *Pythium* sp. Y *Fusarium* sp. Las condiciones ambientales para que se desarrolle esta enfermedad son el exceso de humedad y sombra, y las bajas temperaturas. Los síntomas se presentan generalmente en estado de fosforito y chapola, la cual es reflejada con la aparición de lesiones necróticas de color café rojizo en la base del tallo extendiéndose hasta la estrangulación y muerte de la planta (Lopez, 2009).

4.4.4 Mancha de Hierro (*Cercospora coffeicola*)

Es causada por el hongo *Cercospora coffeicola*, produciendo en la parte central de la lesión, estructuras de reproducción de color oscuro. La enfermedad es favorecida por la época fría, asociada a la humedad, exposición a la insolación; relacionada también con deficiencias nutricionales y el ataque de nematodos. El hongo se reproduce en tiempo muy lluvioso. La lluvia y las hojas viejas enfermas permiten que se traslade a otros lugares. La mancha de hierro se multiplica en aquellas condiciones donde los cafetales están a pleno sol, suelos pobres en nutrientes, tiempos húmedos y soleados (Sanchez, 2010).

Los síntomas de la enfermedad consisten en la presencia de manchas circulares aproximadamente de un centímetro de diámetro, pudiendo alcanzar más dimensiones. Se caracteriza por presentar un color pardo-claro o café oscuro, con un centro blanco ceniciento, exteriormente la lesión esta circundada por un anillo de color amarillento; puede afectar a nivel de vivero, planta joven y planta adulta de igual forma ataca al follaje y al fruto (Macias, 2001).

4.5 Los sustratos

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

Los sustratos son material sólido natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un recipiente, en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radical y proporciona una mayor oxigenación, retención de agua y nutrientes que la planta necesita desempeñando así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Abad, 1997).

Según Chávez (2002) las mezclas que sustituyen al suelo natural para el establecimiento de las plantas pueden estar compuestas de elementos naturales o modificados por reacciones físicas y químicas, las cuales tienen gran influencia sobre la susceptibilidad de los cultivos a las enfermedades. Pueden ser totalmente inertes o tener actividad química. Los sustratos se clasifican de acuerdo a las propiedades de los materiales que los constituyen.

La granulación, dimensión de las partículas por las cuales está compuesto el sustrato, debe permitir la circulación del aire y soluciones suministradas; los sustratos que dan buenos rendimientos son los que permiten la presencia del 15 al 30% de aire, y del 20 al 60% de agua en relación al volumen total (Calderón y Cevallos 2001).

La porosidad de los sustratos es el volumen del medio no ocupado por partículas sólidas, además tiene la capacidad de retención de agua y aire condicionada por el grosor de los poros. La porosidad debe ser abierta, pues la porosidad ocluida al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos y por tanto no sirve como almacén para la raíz (INFOAGRO, 2010).

Según Hartman y Kester, citado por Palacios (2008) los medios más utilizados para la propagación de plantas son suelo, vermiculita, musgo, 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 oxígeno.

4.5.1 Características de los sustratos

El conocimiento de las propiedades de los sustratos como medios de crecimiento es importante para la toma de decisiones, pero no es suficiente para determinar un sustrato ideal. Aunque en realidad, el sustrato ideal quizá no exista, únicamente se puede conocer el sustrato adecuado porque va a depender de muchos factores: tipo de planta, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillero, crecimiento), condiciones climatológicas, y el manejo del sustrato (Pastor, 1999 citado por TUT SI 2002).

Las características de un sustrato ideal comprenden elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, elevada capacidad tampón, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo mezclado, y desinfección (Pastor, 1999 citado por TUT SI 2002).

4.6 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 material se encuentran: el bagazo de caña, bagazo de agave, aserrín, corteza de árboles, cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra, polvo de coco, entre otros los cuales requieren un tratamiento de lavado y esterilizado con el propósito de eliminar algunos residuos y evitar danos en las plantas por contaminación (Abad, 1997).

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 a la cascara de café que es baja, sin embargo, la oxigenación que brinda la cascara de café es buena en comparación al aserrín la cual es baja. Sustratos como el aserrín, arena de río, cascara de café y arroz, entre otros, los niveles de oxigenación, retención de humedad, capilaridad son diferentes debido a las propiedades de cada sustrato (Mora, 2009).

4.7 Sustratos utilizados en el experimento

4.7.1 Bio-abono

El bio-abono de la pulpa de café que se ofrece a la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) la cual ingiere y después excreta totalmente descompuesta con una fuerte carga microbial benéfica que contribuye a mejorar la materia orgánica del suelo. El pH es de 5.18, Materia orgánica 12.64%, Fosforo (ppm) 150.4, Potasio (meq) 3.74, Calcio (meq) 16.04, Magnesio (meq) 25, Aluminio (meq) 0.1, Zinc (ppm) 31, Manganeso (ppm) 0.5, Hierro (ppm) 18, Cobre (ppm) 75 (Pineda J. A., 2004).

4.7.2 Bocashi

El bocashi es un abono en el que actúa la descomposición de los materiales y la transformación de los nutrientes a formas fácilmente asimilables para las plantas, cuyo proceso ocurre debido a la actividad de microorganismos en presencia de oxígeno, obtenido al volteo diario (IHCAFE, 2004). El pH 7.6, Materia orgánica (%) 22.3, Nitrógeno 1.12, Fosforo (ppm) 1700, Potasio (meq) 172.3, Calcio (meq) 623.2, Aluminio (cmol) 0.01, Magnesio (meq) 309, CICE (cmol) (Ca+k+Mg+H+Al) 1104.51, Ca/Mg (cmol) 2.0, Ca/K (cmol) 3.6, Mg/K (cmol) 1.8, Ca+Mg/K 5.4, Zinc (ppm) 0.55, Manganeso (ppm) 3.06, Boro (ppm) 5.83, Hierro (ppm) 0.85, Cobre (ppm) 0.5, Azufre (ppm) 3.

4.7.3 Silicio

El silicio es un elemento muy abundante en la naturaleza al estar presente en la mayor parte de las rocas. Es de carácter benéfico atribuido principalmente por el aumento en la resistencia a enfermedades, este elemento se localiza en la pared celular o cerca de la misma dificultando la penetración del agente patógeno y por la disminución del efecto toxico del exceso de Mn, Fe y Al en suelos ácidos; aumenta la disponibilidad de P en el suelo disminuye la actividad de los iones Al^{3+} disminuyendo la intoxicación que provoca este elemento, de esta manera incrementa la disponibilidad de Zn en altas concentraciones P desarrollando el crecimiento de las raíces de las plantas (Malavolta, 2005).

4.7.4 Fertilizante formula 18-46-0 (Fosfato Diamónico)

Nitrógeno: Es un elemento necesario para la etapa de crecimiento de las plantas y durante la producción. Entre las funciones del nitrógeno se destaca que forma parte de las moléculas de proteínas, participa en la transferencia de información genética, la fotosíntesis 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).

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

4.7.5 Fosfomax

Es un fertilizante mineral que contiene Calcio, Fosforo y Silicio concentrado, producto especialmente formulado para suelos ácidos con altas deficiencias de nutrientes, tiene una solubilidad que lo convierte para zonas con muy alta precipitación pluvial y suelos arenosos. Mejora sustancialmente el desarrollo radicular (raíz pivotante, raíces primarias y secundarias) lo cual permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes y el agua (Enlase, 2015).

4.7.6 Cal (Dolomita AGROMSA)

Es una mezcla de gran acción neutralizante de acidez en el suelo está compuesta de magnesio (37%), el cual trabaja como contribuyente de la clorofila. El contenido de calcio (45%), estimula el desarrollo de las raíces y hojas. Promueve la actividad microbiana y activa la absorción de otros nutrientes. Además, recompone el balance de los nutrientes en el suelo, mejora su estructura, la aireación y la permeabilidad del agua de lluvia o riego. El calcio y el magnesio desplazan al hidrógeno, disminuyendo la acidez y neutralizando la toxicidad del aluminio y el hierro (Milian, 2013).

4.7.7 Tacre K- NIR

Fertilizante solido totalmente disponible, con alta concentración de potasio y fosforo para corregir deficiencias de estos elementos, así como de azufre, magnesio, boro y hormonas que sirven para el crecimiento de las plantas. Composición Potasio (K_2O) 53.5%, Fosforo (P_2O_5) 20%, Acido Húmico 2%, Azufre (S) 800 ppm, Magnesio (MgO) 800 ppm, Boro (B) 100 ppm, Calcio (C) 50 ppm, Ac. Giberelico 25 ppm, Sodio (Na) 25 ppm, Cobalto (Co) 25 ppm, Cloro (Cl) 25 ppm, Cerio (Ce) 25 ppm, Lantano (La) 25 ppm, Niquel (Ni) 25 ppm (Bellrod, 2011).

Investigaciones realizadas sobre el uso de abonos orgánicos

Según investigaciones realizadas por Quezada y Mendel, (2005) mediante el uso de la cascarilla de café, en altura de planta (cm) presentaron una altura de planta de 3.37cm al ser utilizado 100%, en comparación con el carbón demostró una altura de 1.97 cm.

Según Acevedo y Pire (2004) el sustrato lombricompost en área foliar presento resultados estadísticamente significativos al ($p < 0.05\%$) al ser utilizado 20%lombricompost + 80%suelo, en comparación con 100%suelo + 20%nitrógeno (N) presentando menor desarrollo de área foliar.

Trabajos realizados por Anariba (2012) demostró diferencias significativas en el diámetro de planta utilizando sustratos COMSA y JJ (biofertilizante) siendo el sustrato JJ el cual presento un diámetro mayor en comparación con COMSA que se observaron valores intermedios.

Según Redondo (2000) reporto que el sustrato Bocashi aplicado a maduración de maíz, no presento diferencia significativa en el rendimiento nutricional al ser utilizado 115kg/ha, en comparación con el testigo.

Trabajos realizados por CENICAFE (2007) mediante el uso de Lombricompost y fosforo, demuestra que al realizar las mezclas (lombri + suelo) hubo un incremento de pH cercano a la neutralidad debido a ello se limitó el desarrollo de las plantas, pero cuando se le aplicó una dosis de 4 g de fosforo no hubo efecto significativo en la adición de fosforo por las plantas en el área foliar (peso seco), excepto en el testigo tuvo un incremento de 0.5 pH.

Investigación realizada por Bartra (2012) mediante el uso de silicio y abonos orgánicos (Bocashi, Lombricompost) en la variedad de café catimor con dosis de 5, 10, 15 cc, el tratamiento que presento significancia es la dosis 15 cc induciendo a un mayor número de brotes, mayor crecimiento y mayor área foliar en la etapa de vivero.

V. MATERIALES Y MÉTODO

5.1 Descripción del sitio experimental

El estudio se realizó en el periodo comprendido del mes de octubre 2015 hasta abril del año 2016, en el centro de investigación y capacitación “José Virgilio Enamorado” (CIC JVE) del Instituto Hondureño del Café (IHCAFE), ubicado en la comunidad de Los Linderos, municipio de San Nicolás, Departamento de Santa Bárbara, Honduras C.A. Las temperaturas anuales promedio para esta zona son de 15.7⁰ C mínima y 24.8⁰ C máxima, humedad relativa del 88% con una precipitación anual de 1072 mm y una altitud de 1140 msnm.

5.2 Materiales y equipo

Para esta investigación se utilizaron los siguientes materiales: Lombricompost, Bocashi, Fosfomax, Fertilizantes sintéticos 18-46-0 (Fosfato Diamónico) y Silicio, Cal (Dolomita) bolsas de vivero, marcadores, semillas de café variedad Lempira. Como equipo se utilizó: balanza de granulométrica, pie de rey, regla, bolsas de papel (sobre manila), bolsas nylon.

5.3 Manejo del experimento

El experimento comenzó con la sección y prueba de viabilidad de las semillas de café haciendo uso del método de tetrazolium, se estableció el semillero según las prácticas y normas estipuladas e indicadas por el IHCAFE comprendido 45-50 días en el almacigo, luego se procedió a obtener el suelo seleccionándolo de una parcela que presenta acidez.

5.4 Llenado de bolsas

Se utilizaron bolsas de polietileno de 7 cm x 8 cm se llenaron por grupo de sustrato.

5.5 Trasplante de la chapola

La chapola se humedeció un día antes, eliminando aquellas plantas que presentaron defectos o anormalidades en la raíz, se realizó el trasplante en horas de la mañana, para evitar el estrés producido por el calor. Se rotularon los debidos tratamientos y repeticiones, se finalizó la investigación se realizó por cada tratamiento un nuevo análisis de suelo para ver que sustrato y enmienda neutralizo la acidez.

5.6 Descripción de tratamientos evaluados

Tabla 1. Tratamientos evaluados en las plantas de vivero de café Lempira.

Tratamiento	Descripción
T ₁	30% Lombricompost + 70% suelo + 3g DAP + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₂	30% Bocashi + 70%Suelo + 3g DAP + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₃	30%Lombricompost + 70%Suelo + 3g DAP + 3g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₄	30%Bocashi + 70%Suelo + 3g DAP + 3g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₅	30%Lombricompost + 70%Suelo + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₆	30%Bocashi + 70%Suelo + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₇	30%Lombricompost + 70%Suelo + 3g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₈	30%Bocashi + 70%Suelo + 3g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₉	30%Lombricompost + 70%Suelo + 3g DAP + Foliar + 3g Fosfomax
T ₁₀	30%Bocashi + 70%Suelo + 3g DAP + Foliar + 3g Fosfomax
T ₁₁	Suelo + 3g DAP + 6g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₁₂	Suelo + 3g DAP + 3g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax
T ₁₃	Suelo + 3g Cal (Dolomita) + 3g DAP + Foliar + 3g Fosfomax
T ₁₄	Suelo + 3g DAP + 6g Silicio + 3g Fosfomax (una sola vez)
T ₁₅	Suelo + 3g DAP + 3g Silicio + 3g Fosfomax (una sola vez)
T ₁₆	Suelo (Testigo absoluto)

DAP: Fosfato Diamónico (18-46-0)

Las dosis que se utilizaron son las recomendadas por los investigadores de IHCAFE y el llenado se calculó a base del peso de la bolsa de vivero (7x8) cm.

5.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental Bloque completo al azar. El experimento consto de diez y seis tratamientos con cuatro repeticiones por tratamiento haciendo un total de 1280 unidades experimentales. Cada unidad experimental consto de 20 plantas. El área útil de cada unidad experimental consistió en 6 plantas centrales de las cuales se efectuó las mediciones de las variables bajo estudio.

Modelo lineal para un Diseño Bloque Completo al Azar (DBCA) con 4 repeticiones.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ji} = \mu + T_i + B_j + E_{ji} \quad (ji)$$

Donde:

Y_{ji} = Variable de respuesta de interés

μ = promedio general

T_i = efecto del i-esimo tratamiento

B_j = efecto del i-esimo bloque

E_{ji} = Error experimental

5.8 Variables evaluadas

5.8.1 Altura de la planta

La altura de las seis plantas centrales de cada unidad experimental se tomó mensualmente con una regla graduada en centímetros, se midió desde la parte inicial del tallo hasta la parte terminal del mismo (Monrroy, 2012).

5.8.2 Diámetro de la planta

Se utilizó un pie de rey, para medir la parte del tallo, la medición se realizó 3cm después de la base del tallo de las seis plantas de cada unidad experimental, después de tomar las mediciones mensualmente se procedió a realizar promedios (Monrroy, 2012).

5.8.3 Área foliar

La medición del área foliar se realizó en todas las hojas verdaderas, con 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, tomando únicamente seis plantas centrales de cada tratamiento, las mediciones se realizaron mensualmente después de haber trasplantado (Díaz, 2013).

5.8.4 Longitud de la raíz principal

La medición de la raíz principal se realizó con una regla graduada en centímetros colocándola desde la base del tallo hasta la parte terminal de la raíz, para cada tratamiento, las mediciones se realizaron a los 120 días después de haber trasplantado (Díaz, 2013).

5.8.5 Peso fresco de la biomasa

Se determinó el aporte de la biomasa de la planta en base del peso fresco para cada uno de los tratamientos; el cual consistió en tomar toda la parte vegetativa: peso fresco de la hoja, peso fresco de la raíz, peso fresco del tallo de las seis plantas centrales de cada unidad experimental, de las cuales se pesaron en una balanza analítica en (g) para poder determinar a través del análisis estadístico (Varela, 2013)

5.9 Análisis estadístico

Los datos que se reflejaron durante todo el experimento fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANAVA) al 5% ($p < 0.05$) de significancia, y los promedios se compararon a través de la prueba de medias Tukey.

5.10 Análisis de costos

Se realizó un análisis en base a los costos de producción de las plantas con los diferentes sustratos que se utilizaron, tomando en cuenta los costos por material y tratamientos.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en la investigación se ilustran en los cuadros 1 y 2 en donde se muestra un resumen de los tratamientos con su respectivo comportamiento con sustratos orgánicos según variables evaluadas.

Cuadro 1. Resumen de las variables evaluadas según comportamiento con sustratos.

Tratamientos	Variables Evaluadas			
	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (mm)	Área foliar (cm ²)	Longitud de la raíz Principal (cm)
T1	11.13 A	6.32 A	252.59 A	13.49 A
T2	11.12 A	8.25 B	506.44 A	17.15 A
T3	9.86 A	2.08 C	370.87 A	17.71 A
T4	10.94 A	1.68 C	379.67 A	11.32 A
T5	11.39 A	1.94 C	382.45 A	14.96 A
T6	11.00 A	1.78 C	406.99 A	13.88 A
T7	11.11 A	1.79 C	475.64 A	17.60 A
T8	10.57 A	1.82 C	359.37 A	16.74 A
T9	10.46 A	1.71 C	238.02 A	14.82 A
T10	10.76 A	1.74 C	285.29 A	12.66 A
T11	10.68 A	1.66 C	344.86 A	14.58 A
T12	11.38 A	1.76 C	467.46 A	18.06 A
T13	10.67 A	1.98 C	422.61 A	15.76 A
T14	9.69 A	1.63 C	476.16 A	14.63 A
T15	12.14 A	1.79 C	531.93 A	19.33 A
T16	11.32 A	1.69 C	482.52 A	15.83 A
ANAVA				
R ²	29 n.s	97 **	33 n.s	32 n.s
C.V	10.63%	15.68%	39.66%	25.7%

Cuadro 2. Resumen de las variables evaluadas según comportamiento con sustratos.

Tratamientos	Variables Evaluadas		
	Biomasa Fresca de la planta		
	Hoja Fresca (g)	Raíz Fresca (g)	Tallo fresco (g)
T1	1.22 A	0.57 A	0.46 A
T2	3.81 A	1.40 A	1.34 A
T3	4.26 A	1.13 A	1.31 A
T4	1.62 A	0.88 A	1.09 A
T5	3.64 A	1.71 A	1.06 A
T6	4.020 A	1.87 A	1.69 A
T7	4.68 A	1.53 A	1.69 A
T8	4.12 A	1.54 A	1.17 A
T9	1.44 A	0.73 A	0.57 A
T10	2.22 A	1.09 A	0.74 A
T11	2.79 A	1.29 A	1.07 A
T12	4.48 A	1.48 A	1.27 A
T13	3.15 A	1.14 A	0.95 A
T14	2.37 A	0.64 A	0.72 A
T15	5.68 A	1.72 A	1.62 A
T16	5.54 A	1.57 A	1.62 A
ANAVA			
R²	36 n.s	41 n.s	34 n.s
C.V	63.77%	51.79%	58.13%

6.1 Altura de planta.

Según análisis de varianza ($p\text{-valor} < 0.05$) mediante la prueba de medias Tukey no hubo diferencia estadística significativa en los tratamientos en la variedad Lempira (ver figura 1)

Las plantas tratadas con sustratos orgánicos lombricompost + suelo, bocashi + suelo y sin sustrato orgánico no respondieron favorablemente a la absorción de nutrientes disponibles en las mezclas por lo cual se ve reflejado en el poco crecimiento de las plantas, debido a la lenta liberación de los nutrientes en el caso de los sustratos orgánicos y 100% suelo con un alto

contenido de elementos tóxicos dispuestos en el mismo; a la vez se trató de corregir acidez (pH) del suelo con los sustratos orgánicos (lombricompost, bocashi) silicio, fosforomax posiblemente ocasionando fijación de elementos en el suelo.

Estos resultados están influenciados por la precipitación observada en los meses de noviembre, diciembre y enero (ver anexo 15) ocasionando una excesiva humedad, produciendo efecto de capilaridad que afecta la retención de agua en bolsas nylon, recipientes pequeños o someros donde se encuentran los sustratos o mezclas de los mismos.

Para Bueso (2012) la mayor altura encontrada fue de 11.43 cm en la cual es menor que la expresada por las plantas de esta investigación.

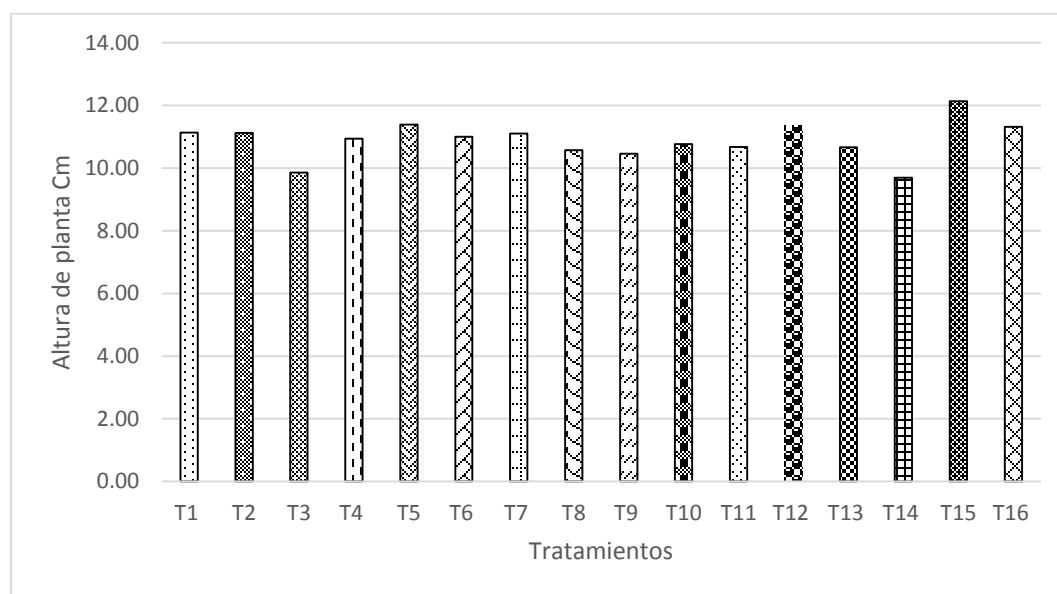


Figura 1. Altura de planta de café (Cm) variedad Lempira en vivero a los 120 días de edad a causa de los sustratos orgánicos.

6.2 Diámetro de la planta

Según análisis de varianza ($p\text{-valor} < 0.05$) hubo diferencia estadística significativa en los tratamientos en la variedad Lempira (ver figura 2); en esta variable mediante la prueba de

medias Tukey se observó que las plantas que mejor expresaron su desarrollo del diámetro fueron las tratadas con sustrato orgánico 30% bocashi + 70% suelo + 3g 18-46-0 +6g silicio + foliar + 3g fosfomax (T2) superando 8.25 mm de diámetro a las demás plantas este responde a los nutrientes disponibles en el bocashi.

Las plantas que no se les aplicó ningún sustrato 100% suelo mostraron una disminución del diámetro de 1.69 mm esta diferencia tan marcada se le atribuye a los elementos nutritivos aplicados, correspondiente a los distintos abonos orgánicos.

Un buen desarrollo del tallo en la plántula de vivero indica que la planta en su edad adulta tendrá también un tallo resistente para soportar la producción, así como fuertes vientos.

Según Gutiérrez (2012) los tallos constituyen la vía para el tráfico de minerales a larga distancia dentro de las plantas, tanto en el xilema como en el floema, de la raíz al follaje y viceversa.

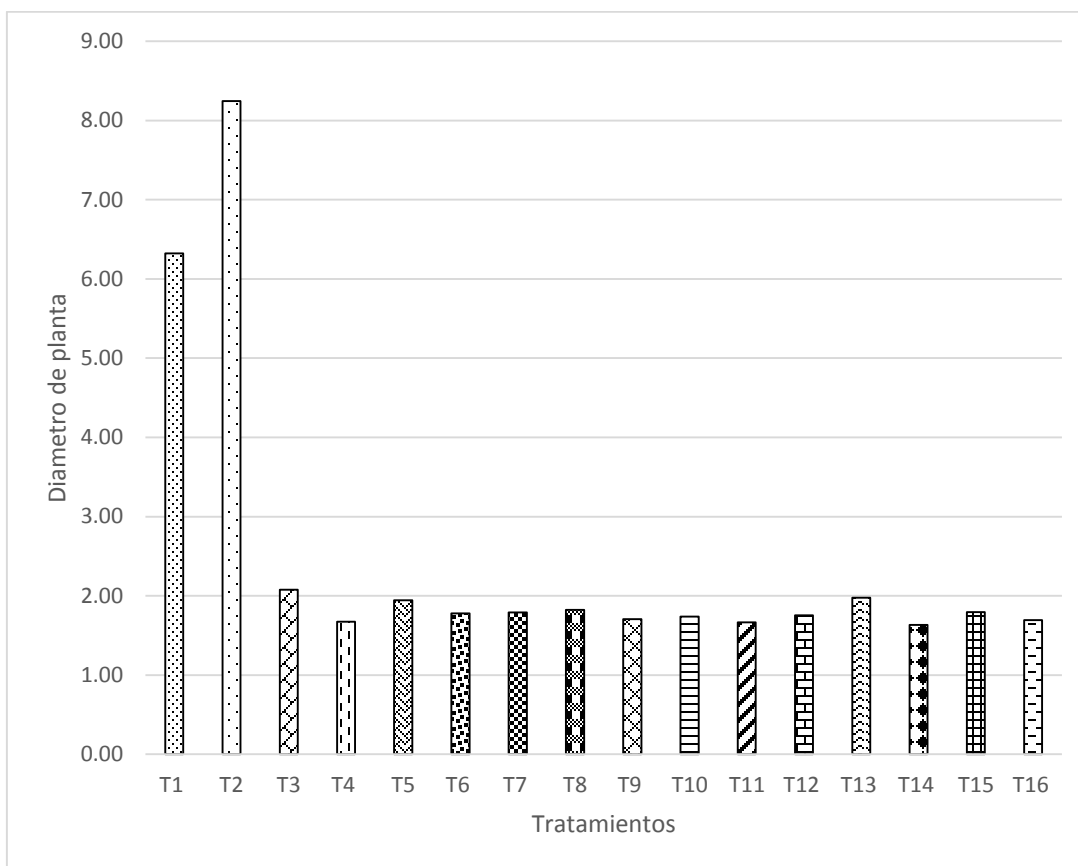


Figura 2. Diámetro del tallo de la planta de café (mm) variedad Lempira en vivero a los 120 días de edad a causa de los sustratos orgánicos.

6.3 Área foliar

El análisis de varianza indica que la variable área foliar no presento diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) mediante la prueba de medias Tukey (ver figura 3).

La interferencia de los nutrientes disponibles en los sustratos orgánicos para el crecimiento vegetativo de las plantas de café es poco debido al factor lluvia y fijación de elementos que se le aplicaron al suelo, lo cual está influenciado por la no absorción de nutrientes disponibles en el suelo.

En trabajos realizados por Intriado (2012) las medias obtenidas en las plantas de 5 meses de edad fue de 306 cm² de área foliar, siendo diferentes a las obtenidas en esta investigación a excepción de que en estas plantas se realizó los 105 días de edad.

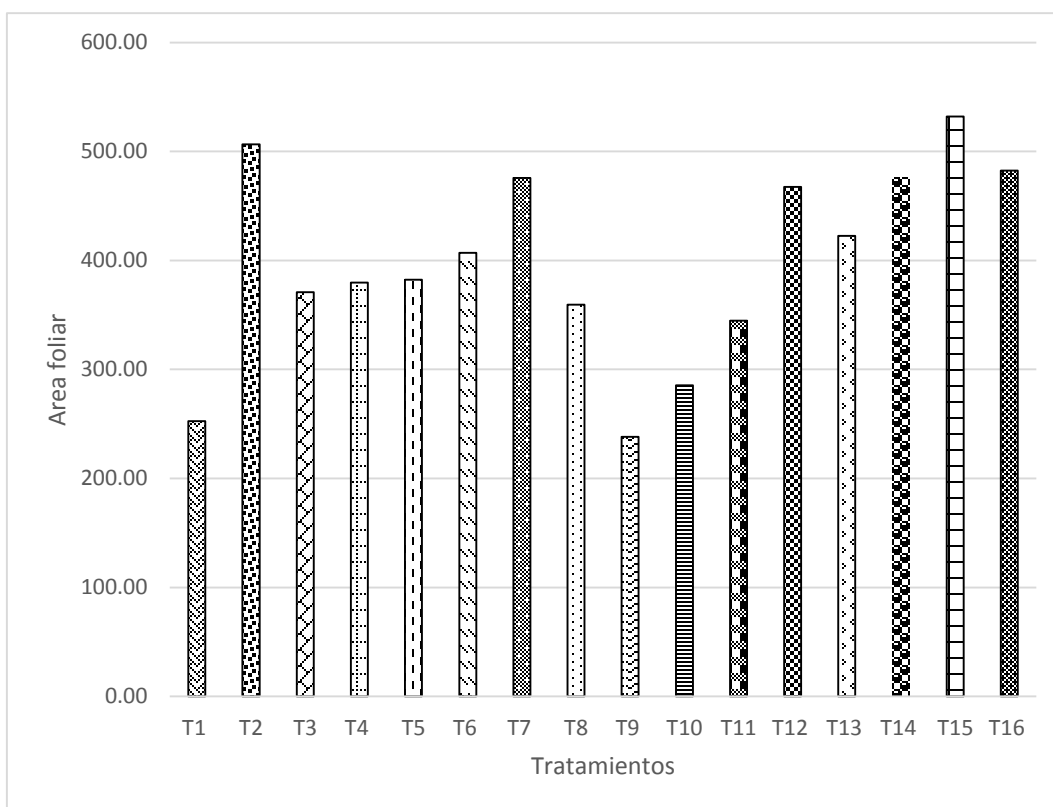


Figura 3. Área foliar de la planta de café (Cm²) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos.

6.4 Longitud de la raíz principal

En esta variable las plantas de variedad Lempira no presentan diferencia estadísticamente significativa, mediante la prueba de medias Tukey (ver figura 4).

El sustrato lombricompost a base de cascarilla de café presenta partículas grandes en la estructura del suelo lo cual impide el desarrollo de la raíz principal (Pineda, 2002).

Se muestran resultados no satisfactorios en el desarrollo de la raíz principal, debido a la humedad excesiva del suelo presentándose en los primeros meses después de haber realizado el trasplante de la chapola frecuentemente se establecen condiciones de avenamiento y a la vez producen condiciones de reducción de que no permiten la oxidación de los residuos inorgánicos los cuales a la larga se acumulan y originan el desarrollo de histosoles (Ponnamperuna, 1985).

La capacidad de cambio de la materia orgánica es altamente dependiente del pH del suelo y estructura del mismo afectando de esta manera el desarrollo radicular y expansión e impidiendo la absorción de nutrientes que se encuentran disponibles en la superficie.

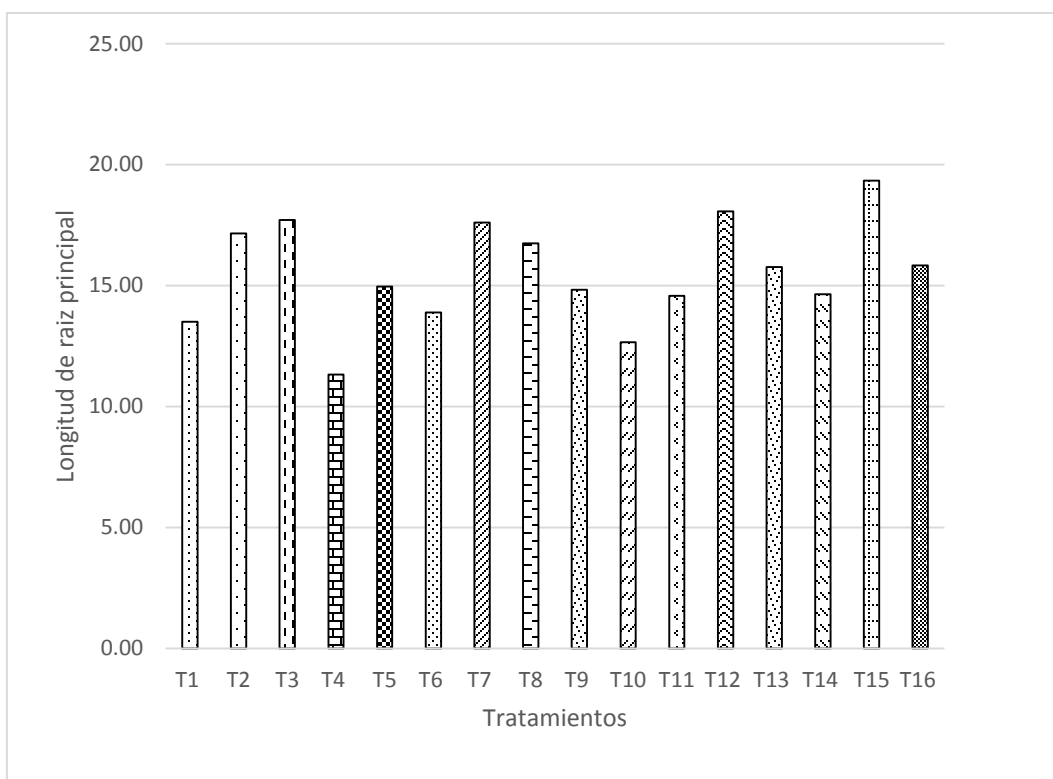


Figura 4. Longitud de la raíz principal de la planta de café (Cm) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos.

6.5 Peso fresco de la biomasa

6.5.1 Peso fresco de la hoja

Las plantas de la variedad Lempira en cuanto al peso fresco de la hoja no mostraron diferencia significativa según análisis de varianza ($p < 0.05$), en respuesta a los tratamientos utilizados según prueba de medias Tukey (ver figura 5).

Un mayor peso de la parte vegetativa de las plantas indica que hubo absorción de nutrientes de acuerdo a las exigencias de las plantas, sin embargo en esta investigación muestran comportamiento similar en la absorción de nutrientes disponibles en el suelo, ya que en diferentes tratamientos se realizó mezclas de sustratos orgánicos (lombricompost, bocashi) y en algunos otros 100% suelo, no reflejando diferencia estadística en el peso de la biomasa (hoja).

Esto concuerda con Quijada (1997) quien establece que los abonos orgánicos contienen cantidades bajas de nutrientes lo que indica agregar dosis altas para proporcionar los nutrientes que las plantas necesitan en su etapa de vivero.

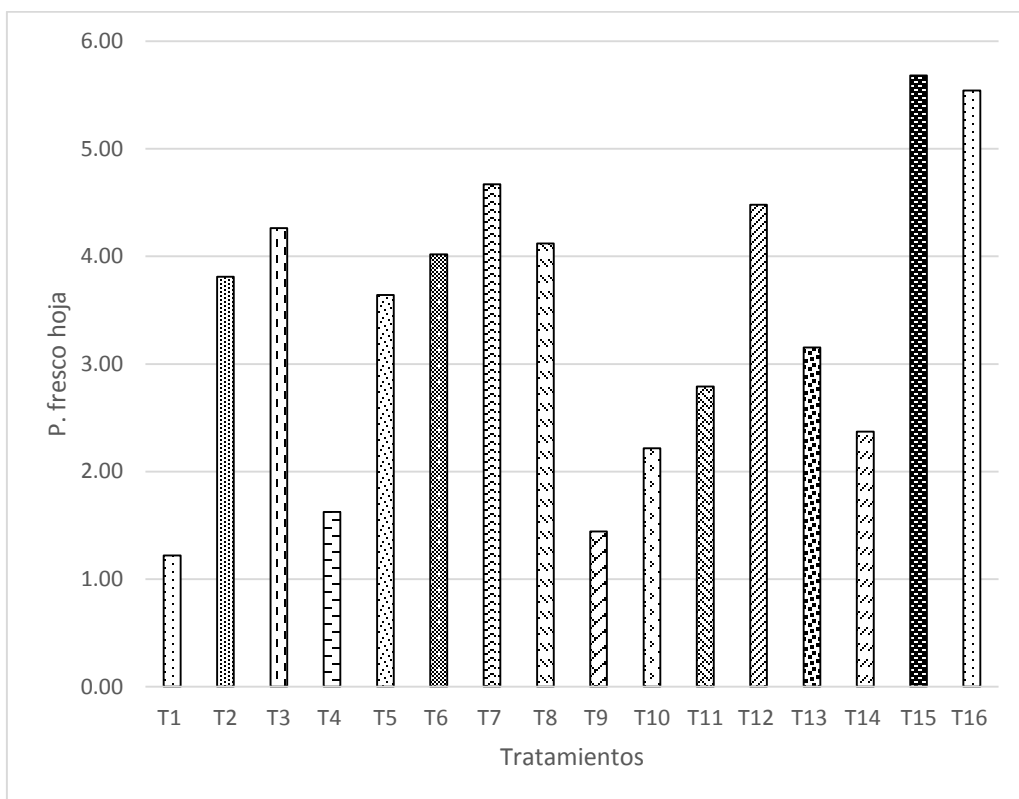


Figura 5. Peso fresco de la hoja de planta de café (g) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos.

6.5.2 Peso fresco de la raíz

Las plantas de la variedad Lempira en cuanto al peso fresco de la raíz no mostraron diferencia estadística significativa según análisis de varianza ($p < 0.05$), en respuesta a los tratamientos utilizados, mediante la prueba de medias Tukey (ver figura 6).

El peso bajo de la raíz se debe a que no desarrollo completamente, ya que el material en el cual se encontraba dispuesta no permitió el desarrollo de la misma por lo que se quedó corta y delgada.

Se ha constatado que niveles muy bajos de pH reducen la absorción de Ca, Mg, Mn, Zn y Cu; estas reducciones en conjunto se manifiestan en una disminución del crecimiento de las raíces y de los pelos radiculares (Kamprath, 1985).

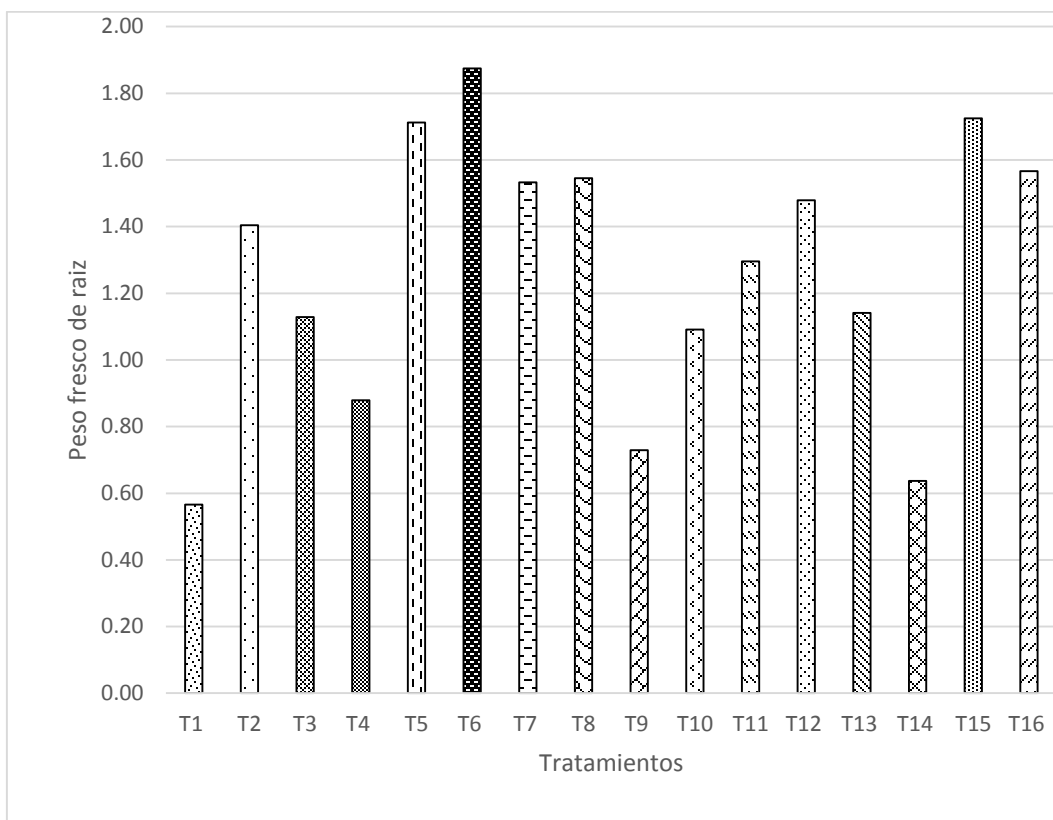


Figura 6. Peso fresco de la raíz de planta de café (g) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos.

6.5.3 Peso fresco del tallo

Las plantas de la variedad Lempira en cuanto al peso fresco del tallo no mostraron diferencia estadística significativa según análisis de varianza ($p < 0.05$), en respuesta a los tratamientos utilizados, mediante la prueba de medias Tukey (ver figura 7).

En cuanto al peso del tallo este se mostró delgado reflejándose de esta manera en la no interferencia de los sustratos orgánicos, los cuales contienen nutrientes necesarios para las plantas.

Al realizar comparaciones de los tratamientos nos indica que es necesario una dosis más grande de sustratos orgánicos para que las plantas puedan suplir sus exigencias y que se reflejen en su crecimiento y desarrollo vegetativo.

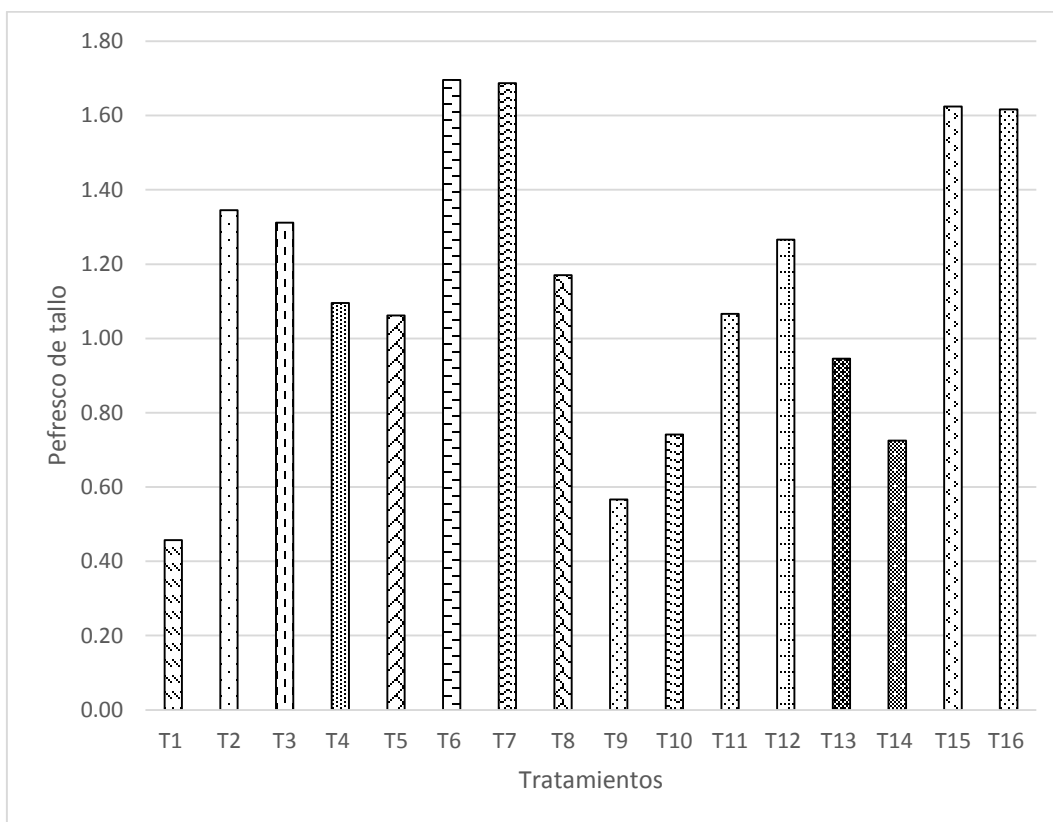


Figura 7. Peso fresco del tallo de la planta de café (g) variedad Lempira en vivero a los 120 días a causa de los sustratos orgánicos.

6.6 Comportamiento del pH por tratamiento

En cuanto a la corrección de pH, el tratamiento que muestra un efecto positivo son (T8) 30% bocashi + 70% suelo + 3g silicio + 3g fosfomax + foliar llevando el pH de 5.22 a 6.31 que estaría entre los valores óptimos para el desarrollo de la planta de café, encontrándose en un nivel medio (ver figura 8).

El tratamiento (T6) 30% bocashi + 70% suelo + 6g silicio + foliar + 3g fosfomax presentan un efecto positivo llevando el pH 5.22 a 6.14 el cual se encuentra en un nivel medio realizando la corrección debida en el suelo acido.

El efecto expresado en el tratamiento (T13) 100% suelo + 3g cal (Dolomita) + 3g de 18-46-0 + foliar + 3g fosfomax (una sola vez) fue de pH 5.95 mostrando también corrección de

acidez de suelo al igual que los tratamientos antes mencionados, el cual se encuentra en un nivel medio.

El silicio en suelos arcillosos y con materia orgánica disponible actúa de forma sinérgica con calcio, magnesio, zinc, hierro aumentando en gran medida la capacidad de intercambio catiónico del suelo contribuyendo esto a mejorar el pH, dando condiciones que el suelo sea altamente productivo (Maganades, 2010).

Los suelos, dependiendo de la capacidad de intercambio catiónico que posean, pueden adsorber los nutrientes en las cargas eléctricas de los coloides, unos con mayor o menor fuerza de adsorción, dificultando en algunos casos su absorción por las plantas. Para lograr que los nutrientes entren a la solución del suelo, el Silicio se intercambia con éstos, quedando (el Silicio) adherido a los coloides, liberándolos y permitiendo de ésta manera que queden disponibles para las plantas (Hernandez, 2012).

Según Matute *et al* (2012) la aplicación de enmiendas calcáreas cal (Dolomita) a suelos con pH 5 (ácido) mostró una reacción efectiva al disminuir la acidez del aluminio hasta un 80% al valor inicial.

En la determinación de corrección de suelo el resto de los tratamientos evaluados mostraron un efecto negativo desde el punto de vista de esta investigación ya que este estudio se inició con pH 5.22 (ácido) habiendo un descenso a valores menores de pH 5 (ver anexo 14) considerados en un nivel bajo no actuó para el desarrollo de las plántulas de café

En los tratamientos lombricompost y bocashi en los cuales no se muestra corrección de pH es debido a efectos antagónicos por la mala absorción y tamaño del producto aplicado a las plantas de café en vivero presumiendo que no se consideró al momento de realizar la aplicación.

Al aplicar fertilizantes como fuentes de fósforo en una gran cantidad al suelo, el cual a la vez también se le aplica silicio este no alcanza a ser tomado por las plantas presentándose en el suelo reacciones de fijación de fósforo haciendo precipitaciones de iones Al, Fe y Mn causando suelos ácidos (Hernandez, 2012).

En respuesta a suelos ácidos químicamente puede afectar la CICE a través del % de Saturación de Bases (SB) y el % de Saturación de Aluminio (S Al), conllevando a la ineficiente adsorción de elementos y la presencia de aluminio en forma tóxica para las plantas. Y dentro del aspecto biológico, pH menores a 5.5 promueven la existencia de microorganismos débiles en la mineralización de Materia Orgánica afectando a la vez el ciclo del Nitrógeno. Además, es importante en estos casos reducir el uso indiscriminado de compuestos nitrogenados sintéticos (IHCAFE 2014).

La retención del fósforo debido a procesos específicos está influenciado por diferentes factores siendo el más destacable la utilización de elementos fijadores de este, provocando el aumento de acidez (Wiklander, 1985)

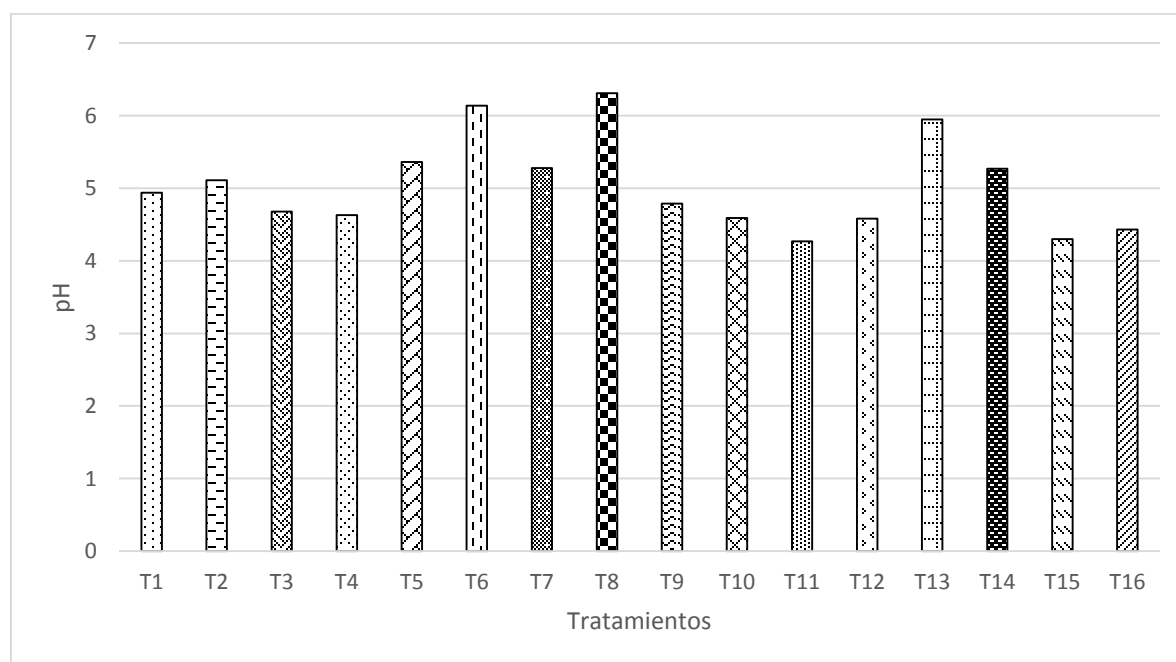


Figura 8. Comportamiento del pH por tratamiento.

VII CONCLUSIONES

La utilización de sustratos orgánicos en la producción de plántulas de café en la etapa de vivero presenta efectos notables en las plantas en el desarrollo vegetativo y corrección de acidez en el suelo siendo sustrato 30% bocashi + 70% suelo + 6 g silicio + foliar + 3 g fosfomax.

En las variables estudiadas y evaluadas a través del análisis estadístico únicamente la variable diámetro de tallo presento diferencia estadística significativa.

La cal (Dolomita) fue efectiva en la corrección de pH del suelo, no obstante, para que se mostrara este efecto se prolongó el trabajo de estudio.

Según el costo, las plantas producidas mediante la aplicación de cal y el sustrato lombricompost son los tratamientos que obtienen el menor costo.

Realizar investigaciones teniendo en cuenta la combinación de elementos a utilizar ya que se encuentran elementos (iones, cationes) que son antagónicos no permitiendo la absorción por las plantas de estos elementos disponibles en el suelo y mezcla, los cuales se ven reflejados en la calidad de plantas de café a producir.

El sustrato bocashi actuó como enmienda para corrección de acidez del suelo y a la vez aportó mayor cantidad de nutrientes a las plantas las cuales se reflejaron en su desarrollo y crecimiento.

VIII RECOMENDACIONES

Utilizar el sustrato bocashi y silicio para corrección de acidez del suelo y aunado se obtienen plantas de calidad.

Utilizar cal en la corrección de acidez del suelo para producción de plantas de café debido que se obtiene efecto a un bajo costo.

Realizar una investigación brindándole al vivero un mayor tiempo de estudio para 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 suelo por cada tratamiento por bloque para verificar el comportamiento de acidez, sin aludir características y nutrientes promedios existentes en el suelo.

Es recomendable que en los centros de investigación IHCAFE cuente con semilleros de café de calidad durante todo el año.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Abad, N. 1997. Sustratos Orgánicos Elaboración Manejo y Principales Usos. Consultado el 29 de jun 2015. Disponible en: <http://www.innovacion.gos.sv.attchments/article/4199/09>.

Argillo, G. 2011. Exportación del Café en Honduras. Consultado el 30 de jun 2015. Disponible en: <http://www>.

Aristizaval, G.V. 2012. Fisiología, Nutrición y Fertilización del Cafeto IPNI. Consultado el 01 de jul 2015. Disponible en: [http://nla.ipni.nep/ipniweb/región/nla.nsf.../\\$FILE/Fisiologiacafeto](http://nla.ipni.nep/ipniweb/región/nla.nsf.../$FILE/Fisiologiacafeto).

Bellrod, 2011. Produciendo más Alimento para Nuestra Gente. Consultado el 7 de Febrero 2016. Disponible en: <https://www.bellrod.wordpress.com/productos/tacre%C2%AE-k-nir/>.

Calderón y Cevallos, F.2001. Los Sustratos, CLM (En Línea). Consultado el 07 de sept 2015. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/publicaciones/Los_sustratos.htm.

Carvajal, 1984. Manual del cafeto colombiano. Establecimiento de las Funciones de los Nutrimientos en la Fisiología de las Plantas 4 ed. Consultado el 01 de jul 2015. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_tec/FonaiapDivulga/fd14/texto/viveros.htm.

Chávez, 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.

Díaz, N. H. 2013. Efectos de Cinco Sustratos Orgánicos en la Producción de Café. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho.

_____; 2013. Efectos de Cinco Sustratos Orgánicos en la Producción de Café. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho.

Enlasa, 2015. Catálogo de Productos para la Agricultura. Consultado el 13 de ene 2016 en línea. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/0003661219ce195ac7746>

Fournier, L.A. 1980. Fundamentos Ecológicos del Cultivo de Café. PROMECAFE. Consultado el 04 de jul 2015. Disponible en: <https://books.google.hn/books?ed=F-wNAQAAIAAJ>.

Franst, 2010. Silicio en los Cultivos de Plantas Ornamentales. Consultado el 10 de jul 2015. Disponible en: <http://www.pthorticulture.com/es/centro-de-informacion/rol-del-silicio-en-el-cultivo-de-plantas/>.

FUNDESYRAM (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo y Restauración Ambiental) 2010. Guía para la innovación de la caficultura de lo convencional a lo orgánico. San Salvador. El Salvador. Consultado el 10 de julio 2015.

Gil, 2008. Fundación Salvadoreña para Investigación del Café. Consultado el 12 de jul 2015. Disponible en: <http://www.procafe.com.sv/menú/ArchivosPDF/quehaceprocafe>.

Gutiérrez, 2012. Fertilización Foliar Principios y Aplicación, Aspectos Básicos Sobre La Nutrición Mineral de las Plantas, U.C.R. Costa Rica. Pág. 3-5.

Hernández, 2012. Uso de Tres Mejoradores de Retención de Nutrientes en el Suelo. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica Cevalos, Ecuador.

_____, 2012. Uso de Tres Mejoradores de Retención de Nutrientes en el suelo. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Agronómica Cevalos, Ecuador.

Herrera, B. A. 2010. Transferencia de la Técnica de Manejo y Producción a Base de Pulpa de Café con Pequeños Productores de la Aldea Los Coles San Pedro Necta, Huehuetenango. Consultado el 15 de jul 2015. Disponible en: http://www.seneplan.gob.gt/2.0/index.php?option=com_k2&view.

IHCAFE, 2004. Un Enfoque de Manejo Integrado para el Sostenimiento de la Fertilidad de los Suelos y la Nutrición de los Cultivos. Aumentemos la producción respetando al ambiente y la salud humana. Consultado el 18 de jul 2015. Disponible en: http://www.ihcafe.hn/index.hph?option=com_phocadownload.

IHCAFE, 2012. Informe Anual del 2012. Consultado el 22 de jul 2015. Disponible en: <http://www.ihcafe.hn/index?option=com...view...2012>

_____, 2012. Informe Anual del 2012. Consultado el 22 de jul 2015. Disponible en: <http://www.ihcafe.hn/index?option=com...view...2012>.

Intriado, 2012. Efecto de los Diferentes Tipos y Volúmenes de Sustratos en el Desarrollo Vegetativo de Plántulas de Café Árábigo a Nivel de Vivero. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Manabí, Santa Ana, Ecuador.

Kamprath, Bornemisza. 1985. Química del suelo. . 1ª ed. San José, Costa Rica.

Macias, N. 2001. Principales Enfermedades del Cultivo del Cafeto. Consultado el 01 de jun 2016. Disponible en: http://www.ihcafe.hn/index.php?option=com_phocadownload&view.

Malavolta, E. 2005. Los más Recientes Micronutrientes Vegetales. Consultado el 12 de ene 2016. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/232B901BB70122F985257A80005228D7/\\$FILE/16.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/232B901BB70122F985257A80005228D7/$FILE/16.pdf).

Maganades, 2010. Evaluación de la Aplicación de Varias Dosis de Ácido Monosilico. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador.

Matute *et al* (2012). Validación de Enmiendas Calcáreas en Fincas Productivas para el Cultivo de Café. Tesis Ing. Agr. IHCAFE.

Milian, E. 2013 Sistema de Gestión de Inventarios para la Bodega de Producto Terminado y Materia Prima en AGROMSA de Guatemala S.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala.

Monroy, G.J. 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.

_____; 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.

Mora, L. 1999. Sustratos para Cultivo sin Suelo o Hidroponía. CTR. (En Línea). Consultado el 07 sept 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-III_095.pdf.

OIRSA, 2002. Producción de Sustratos para Viveros. Proyecto regional para el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria para los cultivos de exportación no tradicional. Consultado el 22 de jul 2015. Disponible en:<http://coprotection.webs.upv.es/documentos/.../Sustratos-para-Vivero>.

_____, 2002. Producción de Sustratos para Viveros. Proyecto regional para el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria para los cultivos de exportación no tradicional. Consultado el 22 de jul 2015. Disponible en:<http://coprotection.webs.upv.es/documentos/.../Sustratos-para-Vivero>.

Ordoñez, M. A. 2001. Producción de Semilleros y Viveros de Café. Consultado el 08 de sept 2015. Disponible en: [http://www.ihcafe.hn.index.php?...producción semilleros&id](http://www.ihcafe.hn.index.php?...producción%20semilleros&id).

_____; 2001. Producción de Semilleros y Viveros de Café. Consultado el 08 de sept 2015. Disponible en: [http://www.ihcafe.hn.index.php?...producción semilleros&id](http://www.ihcafe.hn.index.php?...producción%20semilleros&id).

Phillion, 1989. Nutrientes, Minerales y Fertilización. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Consultado el 17 de jul 2015. Disponible en: <http://www.rngr/nets/publication/ctnm/español/volumen-encuatro/pdf...file/>.

Pilar, M. 2013. Manual de Compostaje del Agricultor. FAO. Consultado el 20 de jul 2015. Disponible en:<http://www.fao.org/docrep/019/i3388s/i3388s>.

Pineda, A. 2004. Un Enfoque de Manejo Integrado para Sostenimiento de la Fertilidad de Suelos y Nutrición de los Cultivos. IHCAFE. Consultado el 15 de jul 2015. Disponible en:http://www.ihcafe.hn.index.php?option=com_phocadownload.

Ponnamperuna; Bornemisza; Fassbender. 1985. Química del suelo. 1ª ed. San José, Costa Rica.

PROCAFE, 2008. Importancia del Análisis de Suelo en Cafeto. Consultado el 08 de sept 2015. Disponible en: [www.procafe.com.sv/menú/Archivos PDF/importancia _del_suelo.pdf](http://www.procafe.com.sv/menú/Archivos%20PDF/importancia_del_suelo.pdf).

Quijada, 1999. Los abonos orgánicos. Panamá América. Panamá. Panamá.

Sánchez, S. 2010. Evaluación de Enfermedades, Desarrollo del Café (*coffea arábica*) y sombra en fincas agroforestales certificadas en Turrialba y Orosi, Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Catacamas Olancho.

SI, M. O. 2014. Evaluación de Cinco Sustratos para la Producción en Vivero de Palo Blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose). Tesis de grado Lic. Ing. Forest. Universidad Nacional Landívar. San Juan Chamelco, Alta Verapaz.

Suarez, M. 2012. Requerimientos Nutricionales y la Fertilización del Cultivo de Café. Consultado el 20 de jul 2015. Disponible en: [http://www.monografias.com>AgriculturayGanaderiala](http://www.monografias.com/AgriculturayGanaderiala).

Varela, M. 2013. Comparación de los Beneficios Nutricionales de Sustratos Orgánicos y Programas de Fertilización en Viveros de Café. Tesis Ing. Agr. Catacamas, Olancho.

ANEXOS

Anexo 1. Plan de inversión para vivero

Producto	Dosis	Precio /dosis	Total costo/P	Costo 1280 P
Costo bolsa			Lps. 0.85	Lps. 108.8
Llenado de bolsas			0.78	1000
Foliar	5 ml	0.65	0.01	650
Aplicación foliar			0.46	600
Bio-abonos				
Bocashi			2.1	1200
Lombricompost			0.7	400
Silicio	3 g	0.017	0.05	222.6
Silicio	6 g	0.017	0.1	
Fosfomax	3 g	0.02	0.06	260
Cal (Dolomita)	3 g	0.017	0.051	250
18-46-0 (DAP)	3 g	0.013	0.04	190.08
Total			4.351	4772.68
Ingresos				6400
Egresos				4772.68
Rentabilidad				0.34
R B/C				1627.32

Anexo 2. Costos por tratamiento.

Tratamientos	Costo / tratamiento
T1 30% Lombricompost + 70% suelo + 3 g DAP + 6 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 60.00
T2 30% Bocashi + 70%Suelo + 3 g DAP + 6 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 88.20
T3 30%Lombricompost + 70%Suelo + 3 g DAP + 3 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 59.00
T4 30%Bocashi + 70%Suelo + 3 g DAP + 3 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 87.20
T5 30%Lombricompost + 70%Suelo + 6 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 60.00
T6 30%Bocashi + 70%Suelo + 6 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 86.40
T7 30%Lombricompost + 70%Suelo + 3 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 59.00
T8 30%Bocashi + 70%Suelo + 3 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 87.20
T9 30%Lombricompost + 70%Suelo + 3 g DAP + Foliar + 3g Fosfomax	L. 58.00
T10 30%Bocashi + 70%Suelo + 3 g DAP + Foliar + 3g Fosfomax	L. 86.20
T11 100% Suelo + 3 g DAP + 6 g Silicio + Foliar 3g Fosfomax	L. 46.00
T12 100% Suelo + 3 g DAP + 3 g Silicio + Foliar + 3g Fosfomax	L. 45.00
T13 100% Suelo + 3 g Cal (Dolomita) + 3 g DAP + Foliar + 3g Fosfomax	L. 44.34
T14 100% Suelo + 3 g DAP + 6 g Silicio + 3g Fosfomax (una sola vez)	L. 36.60
T15 100% Suelo + 3 g DAP + 3 g Silicio + 3g Fosfomax (una sola vez)	L. 35.60
T16 100% Suelo (Testigo absoluto)	L. 32.60

Anexo 3. Análisis estadístico para la variable altura de planta.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	516.87	18	28.72	37.07	0.0001
Tratami	21.13	15	1.41	1.82	0.0618 n.s
Bloque	495.74	3	165.25	213.32	0.0001 **
Error	34.86	45	0.77		
Total	551.73	63			

R² = 29 **C.V = 10.63%**

** : Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 4. Prueba de medias Tukey para la variable altura de planta.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
15	12.14	4	0.58 A
5	11.39	4	0.58 A
12	11.37	4	0.58 A
16	11.32	4	0.58 A
1	11.13	4	0.58 A
2	11.12	4	0.58 A
7	11.11	4	0.58 A
6	11	4	0.58 A
4	10.94	4	0.58 A
10	10.76	4	0.58 A
11	10.68	4	0.58 A
13	10.67	4	0.58 A
8	10.57	4	0.58 A
9	10.46	4	0.58 A
3	9.86	4	0.58 A
14	9.69	4	0.58 A

Anexo 5. Análisis estadístico para la variable diámetro de tallo.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	220.26	18	12.24	81.18	0.0001
Tratami	219.56	15	14.64	97.10	0.0001 **
Bloque	0.70	3	0.23	1.54	0.2166 n.s
Error	6.78	48	0.15		
Total	227.04	63			

R² = 97 **C.V = 15.68%**

**: Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 6. Prueba de medias Tukey para la variable diámetro de tallo.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
2	8.25	4	0.19 A
1	6.32	4	0.19 B
3	2.08	4	0.19 C
13	1.98	4	0.19 C
5	1.94	4	0.19 C
8	1.82	4	0.19 C
15	1.79	4	0.19 C
7	1.79	4	0.19 C
6	1.78	4	0.19 C
12	1.76	4	0.19 C
10	1.74	4	0.19 C
9	1.71	4	0.19 C
16	1.69	4	0.19 C
4	1.68	4	0.19 C
11	1.66	4	0.19 C
14	1.63	4	0.19 C

Anexo 7. Análisis estadístico para la variable área foliar de planta.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	562668.75	18	31259.38	1.25	0.2663
Tratami	478160.48	15	31877.38	1.27	0.2578 n.s
Bloque	84508.27	3	28169.42	1.13	0.3488 n.s
Error	1126195.46	45	25026.57		
Total	1688864.21	63			

R² = 33 **C.V = 39.66%**

****:** Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 8. Prueba de medias Tukey para la variable área foliar.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
15	531.93	4	79.10 A
2	506.44	4	79.10 A
16	482.52	4	79.10 A
14	476.16	4	79.10 A
7	475.64	4	79.10 A
12	467.46	4	79.10 A
13	422.61	4	79.10 A
6	406.99	4	79.10 A
5	382.45	4	79.10 A
4	379.67	4	79.10 A
3	370.87	4	79.10 A
8	359.37	4	79.10 A
11	344.86	4	79.10 A
10	285.3	4	79.10 A
1	252.6	4	79.10 A
9	238.02	4	79.10 A

Anexo 9. Análisis estadístico para la variable longitud de la raíz principal de la planta.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	344.54	18	19.14	1.20	0.3016
Tratami	278.08	15	18.54	1.16	0.3336 n.s
Bloque	66.45	3	22.15	1.39	0.2581 n.s
Error	717.26	45	15.94		
Total	1061.80	63			

R² = 32 C.V = 25.70%

****:** Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 10. Prueba de medias Tukey para la variable longitud de la raíz principal de planta.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
15	19.33	4	2.00 A
12	18.06	4	2.00 A
3	17.71	4	2.00 A
7	17.6	4	2.00 A
2	17.15	4	2.00 A
8	16.74	4	2.00 A
16	15.83	4	2.00 A
13	15.76	4	2.00 A
5	14.96	4	2.00 A
9	14.82	4	2.00 A
14	14.63	4	2.00 A
11	14.58	4	2.00 A
6	13.88	4	2.00 A
1	13.5	4	2.00 A
10	12.66	4	2.00 A
4	11.32	4	2.00 A

Anexo 11. Análisis estadístico para la variable biomasa fresca hoja de planta.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	124.42	18	6.91	1.44	0.1616
Tratami	116.20	15	7.75	1.61	0.1094 n.s
Bloque	8.22	3	2.74	0.57	0.6379 n.s
Error	216.60	45	4.81		
Total	341.02	63			

R² = 36 **C.V = 63.77%**

** : Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 12. Prueba de medias Tukey para la variable biomasa fresca hoja de planta.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
15	5.68	4	1.10 A
16	5.54	4	1.10 A
7	4.67	4	1.10 A
12	4.48	4	1.10 A
3	4.26	4	1.10 A
8	4.12	4	1.10 A
6	4.02	4	1.10 A
2	3.81	4	1.10 A
5	3.64	4	1.10 A
13	3.15	4	1.10 A
11	2.79	4	1.10 A
14	2.37	4	1.10 A
10	2.22	4	1.10 A
4	1.62	4	1.10 A
9	1.44	4	1.10 A
1	1.22	4	1.10 A

Anexo 13. Análisis estadístico para la variable biomasa fresca de la raíz de planta.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	13.27	18	0.74	1.71	0.0741
Tratami	9.89	15	0.66	1.53	0.1363 n.s
Bloque	3.38	3	1.3	2.61	0.0632 n.s
Error	19.44	45	0.43		
Total	32.72	63			

R² = 41 **C.V = 51.79%**

**: Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 14. Prueba de medias Tukey para la variable biomasa fresca de la raíz de planta.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
6	1.87	4	0.33 A
15	1.72	4	0.33 A
5	1.71	4	0.33 A
16	1.57	4	0.33 A
8	1.55	4	0.33 A
7	1.53	4	0.33 A
12	1.48	4	0.33 A
2	1.4	4	0.33 A
11	1.3	4	0.33 A
13	1.14	4	0.33 A
3	1.13	4	0.33 A
10	1.09	4	0.33 A
4	0.88	4	0.33 A
9	0.73	4	0.33 A
14	0.64	4	0.33 A
1	0.57	4	0.33 A

Anexo 15. Análisis estadístico para la variable biomasa fresca del tallo de planta.

Fv	Sc	gl	CM	F	P- valor
Modelo.	10.25	18	0.57	1.28	0.2474
Tratami	9.34	15	0.62	1.40	0.1901 n.s
Bloque	0.91	3	0.30	0.68	0.5695 n.s
Error	20.06	45	0.45		
Total	30.31	63			

R² = 34 **C.V = 58.13%**

**: Altamente significativo

n.s: No significativo

Anexo 16. Prueba de medias para la variable peso fresco del tallo de planta.

Prueba de medias Tukey			
Tratamientos	Medias	n	E.E
6	1.7	4	0.33 A
7	1.69	4	0.33 A
15	1.62	4	0.33 A
16	1.62	4	0.33 A
2	1.35	4	0.33 A
3	1.31	4	0.33 A
12	1.27	4	0.33 A
8	1.17	4	0.33 A
4	1.1	4	0.33 A
11	1.07	4	0.33 A
5	1.06	4	0.33 A
13	0.95	4	0.33 A
10	0.74	4	0.33 A
14	0.72	4	0.33 A
9	0.57	4	0.33 A
1	0.46	4	0.33 A

Anexo 17. Análisis de suelo inicial.

Instituto Hondureño del Café
Laboratorio de Análisis de Suelos y Tejidos
Telfax: 2556-5030; 2556-7192



Sistema de Recomendaciones de Fertilización para Cafetales

Productor: CIC-JVE
 Departamento: Santa Barbara
 Edad/plantación (años): 3
 Sombra: Si

Finca: Edif.porquerisa/IHCAFE90,CA,C
 Municipio: San Nicolas
 Número de Plantas/Mz: 3500
 No. Lab. 357 - 16

Lote: cuadrícula 14/ 0-20
 Aldea: Los Linderos
 Rendimiento esperado: 20 (qq oro/mz)

Resultados del Análisis de Laboratorio

Elemento	Unidad	Contenido	Estado	Elemento	Unidad	Contenido	Estado	Relación	Valor	Estado
pH		5.22	Bajo	Aluminio	meq/100g	0.29	Bajo	Ca/K	17.11	Alto
Materia Orgánica	%	3.7	Bajo	Zinc	ppm	16.28	Alto	Mg/K	4.47	Alto
Fósforo	ppm	1.28	Bajo	Manganeso	ppm	11.25	Alto	Ca/Mg	3.83	Alto
Potasio	meq/100g	0.45	Alto	Hierro	ppm	22.41	Alto	Ca+Mg/K	21.58	Alto
Calcio	meq/100g	7.7	Alto	Cobre	ppm	1.22	Bajo	Ca+Mg+K	10.16	Aceptable
Magnesio	meq/100g	2.01	Alto					SatBases	96.21	Alto
Acidez intercambiable		0.4	Bajo					K%	4.43	Aceptable
CICE		10.56								

Recomendaciones:

Forma Elemental	Libras por manzana por año
Nitrógeno:	366.25
Fósforo:	88.21
Potasio:	72.15
Magnesio:	0
Zinc:	0

Use los productos que se indican en la tabla y prepare una mezcla de 100 libras usando los porcentajes indicados, la tabla

señala en la primera columna las cantidades de producto comercial por manzana necesarias para cada aplicación

Usando insumos distribuidos por IHCAFE

Fuentes Comerciales	Libras del Producto	Porcentaje de la mezcla
Nitramon	463	70.27
15-15-15	196	29.73
KCl granulado	0	0
Fertimag	0	0
Sulfato de Zinc	0	0
Totales	659	

Aplicar 3 onzas por planta de la mezcla de 659 libras del producto comercial 3 veces al año

Usando insumos de agronegocios comerciales

Fuentes Comerciales	Libras del Producto	Porcentaje de la mezcla
Nitrato de Amonio	321	69.89
12-24-12	123	26.71
KCl granulado	16	3.4
K-Mag	0	0
Sulfato de Zinc	0	0
Totales	459	

Aplicar 2.1 onzas por planta de la mezcla de 459 libras del producto comercial 3 veces al año

El suelo bajo en materia organica, para mejorar la fertilidad abonar con gallinaza o con abono producido con base en la pulpa del café, en cualquiera de ambos casos use 2.5 libras de abono orgánico por planta

San Pedro Sula, Cortés, 15/01/2016

OBSERVACIONES

Coordinador del Laboratorio

Anexo 18. Tabla de valores para interpretación de análisis de suelos.



**SEMINARIO DE INVESTIGACION
DESARROLLO Y TRANSFERENCIA
DE TECNOLOGÍAS EN CAFÉ**
"Caficultura Inteligente, Producción Agroecológica
y Resiliencia al Cambio y Vulnerabilidad Climática"

**Valores para la interpretación del Análisis de Suelo Utilizada por el
Laboratorio Químico Agrícola del IHCAFE**

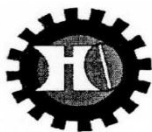
Características		Niveles		
		Bajo	Medio	Alto
pH		<5.5	5.5 – 6.5	>6.5
M.O	%	<4	4.0 – 10.0	>10.0
P	ppm	<10	10 – 20	>20
K	meq/100 g	<0.25	0.25 – 0.40	>0.4
Ca	meq/100 g	<4.0	4.0 – 25	>25
Mg	meq/100 g	<1	1.0 – 5.0	>5.0
Al	meq/100 g	<0.5	0.5 – 1.5	>1.5
Fe	ppm	<10	10 – 50	>50
Cu	ppm	<2.0	2.0 – 20	>20
Zn	ppm	<4.0	4.0 – 5.0	>5.0
Mn	ppm	<5.0	5.0 – 50	>50
S. Bases	%	<40	40 – 60	>60
S. Al	%	<25	25 – 60	>60
K/CICE	%	<4	4.0 – 5.0	>5.0
Ca/CICE	%	<40	40 – 60	>60
Mg/CICE	%	<12	12 – 15	>15
Ca/Mg		<2.0	2.0 – 5.0	>5.0
Ca/K		<2.0	5.0 – 25	>25
Mg/K		<2.5	2.5 – 15	>15
Ca+Mg/K		<10	10 – 40	>40
Ca+Mg+K		<5	5 – 25	>25





IHCAFE
INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFÉ

Anexo 19. Análisis de lombricompost.



INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFE

LABORATORIO QUIMICO AGRICOLA

DATOS GENERALES

PRODUCTO *CIC-JVE/TESIS NILDA*

LABO: 383 - 16

ALDEA: Los Linderos

FINCA:

VIVERO

MUNICIP *San Nicolas*

LOTE:

3

DEPTO: *Santa Barbara*

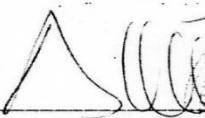
FECHA:

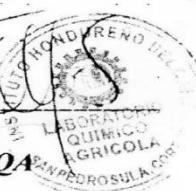
11/04/2016

RESULTADO DEL ANALISIS

ELEMENTO	UNIDAD	CONTENID O
PH		6.36
Materia	%	10.02
Fósforo	Ppm	22.40
Potasio	meq/100g suelo	2.56
Calcio	meq/100g suelo	16.47
Magnesio	meq/100g suelo	3.72
Aluminio	meq/100g suelo	0.02
Zinc	Ppm	12.67
Manganeso	Ppm	39.93
Hierro	Ppm	8.89
Cobre	Ppm	0.07
Acidez Inter.	meq/100g suelo	0.04

RECOMENDACIONES: SUSTRATO SUELO LOMBRICOMPOST,VIVERO)


Allan Erazo
Coordinador LQA



Anexo 20. Análisis de bocashi.



INSTITUTO HONDUREÑO DEL CAFÉ

LABORATORIO QUIMICO AGRICOLA

DATOS GENERALES

PRODUC *CIC-JVE/TESIS NILDA*

LABO: 381 - 16

ALDEA: Los Linderos

FINCA:

VIVERO

MUNICIP *San Nicolas*

LOTE:

1

DEPTO: *Santa Barbara*

FECHA:

19/01/2016

RESULTADO DEL ANALISIS

ELEMENTO	UNIDAD	CONTENID O
PH		9.41
Materia	%	25.57
Fósforo	Ppm	24.85
Potasio	meq/100g suelo	55.01
Calcio	meq/100g suelo	2.05
Magnesio	meq/100g suelo	2.67
Aluminio	meq/100g suelo	0.02
Zinc	Ppm	3.22
Manganeso	Ppm	6.50
Hierro	Ppm	17.99
Cobre	Ppm	3.77
Acidez Inter.	meq/100g suelo	0.04

RECOMENDACIONES: SUSTRATO BOCASHI

Allan Erazo
Coordinador LQA



Anexo 21. Análisis de los tratamientos a los 120 días.

13/05/2016	CIC-JVE	pH	MO	Pasim	K	Ca	Mg	Al	Zn	Mn	Fe	Cu	Acint
3361-16	T1	4.94	6.46	383	1.39	15.54	9.56	1.29	18.72	122.04	47.8	0.33	1.5
3362-16	T2	5.11	6.33	626	2.35	17.64	10.79	0.57	30.42	169.32	14.5	0.46	0.8
3363-16	T3	4.68	7.52	272.4	1.45	15.37	5.94	2.27	28.39	140.76	45.2	0.42	2.4
3364-16	T4	4.63	6.73	437.2	2.43	17.85	8.74	1.3	36.07	140.32	37.7	0.47	1.56
3365-16	T5	5.36	11.6	126.2	1.55	16.45	4.11	0.59	25.41	34.5	24.9	0.34	0.8
3366-16	T6	6.14	7.91	317.8	2.48	15.91	5.46	0.58	18.94	33.22	6.84	0.46	0.8
3367-16	T7	5.28	6.6	136.4	1.34	15.65	3.82	3.24	20.37	32.17	26.5	0.53	3.36
3368-16	T8	6.31	7.25	309	2.38	13.6	4.41	1.82	33.34	39.74	12.5	0.33	2.3
3369-16	T9	4.79	7.65	350.2	1.13	14.33	5.73	2.17	23.24	121.22	56	0.49	2.3
3370-16	T10	4.59	7.52	432.6	2.23	22.17	8.62	1.69	49.75	172.13	32.6	0.54	1.9
3371-16	T11	4.27	4.49	370.8	1.4	9.81	5.3	0.08	16.13	54.7	60.8	0.78	0.16
3372-16	T12	4.58	4.23	308	1.75	12.12	5.12	1.13	23.1	86.79	60.8	0.49	1.13
3373-16	T13	5.95	1.85	301	0.92	11.01	6.35	0.17	12.88	45.95	45.6	0.48	0.3
3374-16	T14	5.27	2.38	389	1.28	8.4	7.2	0.17	25.76	62.22	57.7	0.56	0.3
375-16	T15	4.3	2.51	315.2	1.43	10.44	4.64	0.08	17.12	48.51	62.4	0.77	0.16
376-16	T16	4.43	2.64	7.84	1.22	8.75	525	0.04	7.69	25.94	31.2	1.16	0.08

Anexo 22. Precipitación del CIC-JVE.

Semana	Año	Mes	Precipitación (mm)	T Max	T Min
1	2015	Noviembre	0	16.82	29
2	2015	Noviembre	33	15.85	27.71
3	2015	Noviembre	47	16.14	29.14
4	2015	Noviembre	80	15.45	30.22
1	2015	Diciembre	90	14.71	27.42
2	2015	Diciembre	49	15	26.57
3	2015	Diciembre	7	16	31
4	2015	Diciembre	6	15	30.12
1	2016	Enero	10	14.57	28.57
2	2016	Enero	8	14.28	28.85
3	2016	Enero	4	13.85	27
4	2016	Enero	11	14.3	29.2
1	2016	Febrero	22	13.85	28.28
2	2016	Febrero	41	10.14	15.28
3	2016	Febrero	29	14	26.71
4	2016	Febrero	38	13.24	22.5
1	2016	Marzo	14	14.85	28
2	2016	Marzo	2	17.28	33.42
3	2016	Marzo	14	16.57	30.28
4	2016	Marzo	12	10.4	31.1
1	2016	Abril	21	14.85	28.57
2	2016	Abril	0	14.85	29.85
3	2016	Abril	0	15.71	30.65
4	2016	Abril	13	18.22	33.33