

Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café

**Elsa Avigael Andagoya Dávalos
Tatiana Larissa Suazo Lara**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**
Noviembre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café

Proyecto Especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniera en Ingeniería Agronómica en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Elsa Avigael Andagoya Dávalos
Tatiana Larissa Suazo Lara

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2014

Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café

Presentado por:

Elsa Avigael Andagoya Dávalos
Tatiana Larissa Suazo Lara

Aprobado:

Alejandra Sierra, M.Sc.
Asesora Principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Mauricio Huete, Ing.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Análisis comparativo de tres sustratos y dos paquetes de fertilización para viveros de café

Elsa Avigael Andagoya Dávalos
Tatiana Larissa Suazo Lara

El objetivo del estudio fue comparar el desarrollo de la planta y viabilidad económica, entre sustratos y alternativas de fertilización orgánica y convencional, para la producción de viveros de café. Las variables medidas fueron mortalidad (%), altura de la planta (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, número de hojas enfermas, peso seco de raíz (g, PSR) y peso seco de planta (g, PSP). El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Agricultura Orgánica de Zamorano, Honduras. Se evaluaron tres sustratos: 100% suelo, 50% suelo + 50% lombrihumus de pulpa de café (v/v) y 60% suelo + 30% lombrihumus de pulpa de café + 10% ceniza (v/v/v); y dos paquetes de fertilización orgánica y convencional. Se utilizó un diseño factorial de 3 sustratos \times 3 paquetes de fertilización con 4 repeticiones, haciendo un total de 36 unidades experimentales de 20 plantas cada uno, colocados en bloques completamente al azar. Para el porcentaje de mortalidad y el número de hojas enfermas no hubo efecto de los paquetes de fertilización, pero sí del sustrato, obteniendo una mortalidad del 53 % en el sustrato 50% suelo + 50% lombrihumus de pulpa de café y el menor número de hojas enfermas se presentó en el sustrato 100% suelo. El mejor tratamiento para las variables altura, número de hojas, PSR y PSP fue el sustrato 100% tierra con el paquete de fertilización convencional, presentando diferencia significativa con respecto a los demás sustratos y paquetes de fertilización. El menor costo de sustrato se obtuvo en el sustrato de 100% suelo con un valor de \$30.

Palabras Clave: Alternativa orgánica, Parainema, pequeños productores

Abstract. The aim of the study was to compare the plant development and economic viability, between substrates and alternative organic and conventional fertilizers for the production of coffee nurseries. The variables measured were mortality (%), plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, number of diseased leaves, root dry weight (g, PSR) and plant dry weight (g, PSP). The experiment was conducted at the Organic Agriculture Unit in Zamorano, Honduras. Three substrates were evaluated: 100% soil, 50% soil + 50% coffee pulp vermicompost (v/v) and 60% soil + 30% coffee pulp vermicompost + 10% ash,(v/v/v); and two fertilization types organic and conventional. A factorial design with 3 substrates \times 3 fertilization types with 4 replications was used, making a total of 36 experimental units of 20 plants each, arranged in randomized complete block design. For mortality and the number of diseased leaves there was no effect of the fertilizers, but there was influence from the substrate, resulting in a mortality of 53% in 50% soil + 50% coffee pulp vermicompost and the fewest diseased leaves was in 100% soil. The best treatment for the variables height, number of leaves, PSR and PSP was 100% soil substrate with conventional fertilization, showing significant differences compared to other substrates and organic fertilization. The substrate with a lower cost was obtained in 100% soil substrate with a value of \$ 30.

Keywords: Organic alternatives, Parainema, smallholders

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES.....	12
5 RECOMENDACIONES	13
6 LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición de los sustratos evaluados para la producción de viveros de café.	3
2. Análisis de sustratos los sustratos utilizados realizados por el Laboratorio de Suelos de Zamorano.	4
3. Fertilizantes evaluados para la producción de viveros de café.....	4
4. Análisis de pH, conductividad eléctrica (EC) y macro y micronutrientes biofertilizante elaborado en la Unidad de Agricultura Orgánica.....	5
5. Efecto de los sustratos en las variables mortalidad (%), y número de hojas enfermas para la producción de viveros de café.....	8
6. Efecto de los sustratos en las variables mortalidad (%), y número de hojas enfermas para la producción de viveros de café.....	10
7. Costo (\$) de los sustratos y paquetes de fertilización para la producción de 1000 plantas en viveros de café.....	11

1. INTRODUCCIÓN

El café, después del petróleo, es el producto más comercializado a nivel mundial, por lo tanto, es vital para la economía de muchos países, sobre todo los que se encuentran en vías de desarrollo; países que son los principales productores y generan miles de empleos, desde la producción en el campo hasta la comercialización y el consumidor final.

De acuerdo al IHCAFE (2013), la caficultura es un rubro sostenible y amigable con el ambiente que contribuye a mantener las fuentes de agua, el balance ecológico, las reservas forestales y la producción de oxígeno. Honduras es el séptimo exportador de café a nivel mundial, el tercero en América y el primero en Centroamérica.

La especie antiguamente conocida y difundida a nivel mundial es *Coffea arábica* L, originaria de las tierras altas de Etiopía y Sudán en África, a más de 1000 msnm. El café se introduce en América a través de dos rutas: la primera es desde Holanda hacia Surinam (Guayana Holandesa) en 1719 y la segunda fue por orden del Rey Luis XIV. (Unicafé 1996). Después en 1740 es introducida a Costa Rica, El Salvador, Guatemala y posteriormente Honduras (IHCAFE 2001).

En la cosecha de café 2012-2013, Honduras cerró con exportaciones de 5.7 millones de sacos de 46 kg, aportando a la economía del país, ingresos por generación de divisas que sumaron 795 millones de dólares. El aporte al PIB Nacional fue de 5% y el aporte al PIB Agrícola de 35% (IHCAFE 2013).

Estas cifras demuestran, que es necesario impulsar el desarrollo de la caficultura en Honduras, ya que su aporte socio económico es grande y en un futuro cercano, el incremento de la calidad, producción y rendimiento de café puede mejorar la situación de los pequeños productores, sacando a miles de familias de la pobreza y generando más ingresos para el país.

En Honduras, según datos del IHCAFE (2013), 85% de los productores de café tienen menos de 3.5 hectáreas, de los cuales 28% no llegan a 0.7 hectáreas. El acceso a la tierra es limitado y los rendimientos son muy bajos, 45% de los productores producen menos de 2857 kg/ha y los más pequeños alcanzan apenas 285.7 kg/ha. Los datos indican que la mayoría de familias que se dedican a la producción de café en Honduras, son pequeños y medianos productores, que no tienen acceso a fertilizantes y otros insumos por sus altos precios, los cuales son indispensables para incrementar la producción, rendimiento y mejorar la calidad del café, y así generar mayores ingresos.

La producción de almácigos de café de buena calidad es una condición indispensable para el desarrollo y establecimiento de cafetales de alta producción y calidad, tomando en cuenta que el cultivo de café es perenne y estará en campo por lo menos 20 años (IHCAFE 1998). En la fase del almacigo es importante garantizar un suelo que cumpla con los requisitos de textura, estructura, fertilidad y sobretodo sanidad a fin de obtener plantas sanas y vigorosas (Blandón 2008). El desarrollo del café requiere del aporte de fertilizantes (N, P, K, Ca, Mg y micro elementos) el uso de estos incrementa los costos de producción (Alarcón y Ferrera-Cerrato 2000).

El uso y costo de fertilizantes minerales aumentan continuamente, haciendo que los agricultores busquen alternativas que ayuden a cumplir con los requerimientos nutricionales de la planta de café, sin necesidad de depender de fertilizantes minerales, y una de las alternativas es el uso de abonos orgánicos: lombrihumus, bocashi, biofertilizantes y organismos como micorrizas.

Con este estudio, buscamos alternativas de nutrición para las plantas de café en la etapa de vivero, fase fundamental en la producción de café de calidad. El manejo adecuado de esta etapa garantiza mejores niveles de productividad y mayor longevidad en el cafeto. El café es una planta perenne, la propagación se hace por semilla, por tal motivo el éxito de la futura plantación se asegura cuando se cuenta con material genético de calidad.

Se documentará la efectividad de diferentes tratamientos y sustratos con el objetivo de analizar si los productores, pueden hacer su propio fertilizante con resultados iguales o mejores que la fertilización química, de tal forma que se logre reducir los costos e incrementar la productividad y la calidad del café.

OBJETIVO

- Comparar el desarrollo de la planta y viabilidad económica, entre sustratos y alternativas de fertilización orgánica y convencional, para la preparación de viveros de café.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre los meses de Julio a Octubre de 2014, en la Unidad de Agricultura Orgánica de Zamorano, Honduras, localizado a 32 km de Tegucigalpa carretera a Danlí, a 800 msnm con una precipitación promedio anual de 1200 mm y una temperatura promedio de 25 ± 2 °C.

La variedad de semilla que se utilizó fue Parainema, que es un Sarchimor T-5296. La línea original fue introducida por el CATIE en 1981 para experimentos; introducciones particulares se hicieron en Costa Rica en parcelas privadas en 2006-08. Recientemente introducciones en Honduras 2010-12. Los Sarchimores son de porte bajo, brote verde o bronce, o ambos, según la línea y vigor, de producción alta, bien adaptado en zonas de baja y media altura, en las cuales hay buenas tazas. Los estudios de taza en zonas altas se están realizando. Podemos encontrar otros Sarchimores como: IAPAR 59, TUPÍ y OBATÁ, estas variedades han sido seleccionadas en Brasil por el IAPAR e IAC. Son variedades productivas, vigorosas y se han hecho pequeñas introducciones. (ANACAFE 2013).

Descripción de tratamientos. Tradicionalmente los productores utilizan 100% suelo como sustrato para vivero de café. Este, se comparó con diferentes combinaciones de suelo, lombrihumus de pulpa de café y ceniza. Estos sustratos se eligieron, porque son materiales que los productores tienen fácil acceso y les permite reutilizar los desechos que producen las fincas, como la pulpa de café. Se utilizaron tres sustratos: sustrato 1 100% suelo (100%S), sustrato 2 50% suelo + 50% lombrihumus de pulpa de café v/v (50%S + 50%LH) y el sustrato 3 60% suelo + 30% lombrihumus de pulpa de café + 10% ceniza (60%S + 30%LH + 10%C). (Cuadro 1). Los sustratos utilizados se enviaron al Laboratorio de Suelos del Zamorano para determinar pH, conductividad eléctrica, contenido de macro y micronutrientes y porcentaje de materia orgánica (Cuadro 2).

Cuadro 1. Composición de los sustratos evaluados para la producción de viveros de café.

Sustrato	Suelo (%)	Lombrihumus de pulpa de café (%)	Ceniza (%)
1	100	0	0
2	50	50	0
3	60	30	10

Cuadro 2. Análisis de sustratos los sustratos utilizados realizados por el Laboratorio de Suelos de Zamorano.

Muestra	pH (H ₂ O)	g/100 g (%)		mg/kg (extractable)								
		M.O	N total	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
S1	5.75	A	M	M	A	B	A	N	B	A	M	B
		4.12	0.21	24.00	306.00	614.00	275.00	1.00	0.60	215.00	51.00	1.00
S2	7.1	A	A	A	A	B	B	N	M	A	M	A
		10.50	0.53	546.00	15490.00	1307.00	608.00	38.00	1.80	160.00	57.00	3.50
S3	6.86	A	M	A	A	B	B	N	M	A	M	M
		7.48	0.37	385.00	9881.00	1017.00	522.00	35.00	1.70	203.00	55.00	3.00

Rango Medio	2	0.2	13	Por: Saturación de bases	1.7	56	28	1.7
	4	0.5	30		3.4	112	112	3.4

β Significado de letras en el cuadro: A Alto, B bajo, N normal , M medio.

Se evaluaron 2 paquetes de fertilización: uno convencional y otro orgánico (Cuadro 3). El primero fue el testigo absoluto, al que no se aplicó ningún producto. En el paquete de fertilización convencional se aplicó el fertilizante soluble 15-30-15 al suelo, y dos fertilizantes foliares. El fertilizante líquido 1 (FL1) es un fertilizante foliar quelatado que contiene microelementos y extractos de algas marinas (1.05 Mg, 1.05 S, 0.25 B); el fertilizante líquido 2 (FL2) es un fertilizante foliar que contiene P, K y microelementos (23 P, 3 K, 3.5 Ca, 1 Zn, .50 B, 0.25 Mo). En el paquete de fertilización orgánico se aplicó biofertilizante casero utilizado por los productores orgánicos, del cual se envió una muestra al Laboratorio de Suelos del Zamorano, para determinar la cantidad de macro y micro nutrientes (Cuadro 4.).

Cuadro 3. Fertilizantes evaluados para la producción de viveros de café.

Paquete	Fertilizante	Tipo de aplicación	Dosis/litro	Dosis/planta (cc)	Frecuencia de aplicación/días
Testigo	Sin aplicación				
1	15-30-15	Suelo	30 g	25	15
	FL1	Suelo	10 ml	25	15
	FL1	Foliar	5 ml	5-20	15
	FL2	Foliar	5 ml	5-20	15
2	Biofertilizante	Suelo	100 ml	25	15
	Biofertilizante	Foliar	50 ml	5-20	7

FL1: fertilizante foliar quelatado (1.05 Mg, 1.05 S, 0.25 B).

FL2: fertilizante foliar (23 P, 3 K, 3.5 Ca, 1 Zn, .50 B, 0.25 Mo).

Cuadro 4. Análisis de pH, conductividad eléctrica (EC) y macro y micronutrientes biofertilizante elaborado en la Unidad de Agricultura Orgánica.

Muestra	pH	g/100 ml						mg/l			
		C.E	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
Biofertilizante	3.85	9.28	0.02	0.02	0.64	0.14	0.06	0.06	33.95	11.93	1.00

Al momento del trasplante se aplicó un fungicida preventivo (chlrothalonil), al tratamiento convencional y Mycoral al tratamiento orgánico.

Aplicación de paquetes de fertilización. Para la aplicación del paquete de fertilización 2 (convencional), se hizo la aplicación al suelo con el fertilizante 15-30-15, cada 15 días. La aplicación foliar con dos foliares FL1 y FL2 se hizo cada 15 días, intercalando las semanas, para que no coincidiera la aplicación al suelo con la foliar. Las primeras dos semanas el foliar FL1, se aplicó al suelo junto el 15-30-15. Para la aplicación del paquete de fertilización orgánico, cada 15 días se realizó la aplicación al suelo y la aplicación foliar se realizó cada 7 días, con el biofertilizante para ambas aplicaciones. Al momento de la aplicación foliar se utilizaron pantallas, para evitar la contaminación de fertilizantes entre tratamientos.

El fertilizante soluble 15-30-15, es un fertilizante inicial de N-P-K + 1% MgO + 0.8% S + EM, formula especial para asegurar el establecimiento del cultivo. Su fórmula estimula la brotación de raíces, tallos y hojas gracias a su gran aporte de fosfatos, contiene una completa gama de micro nutrientes quelatados, esta fórmula aporta un balance óptimo de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio (Disagro 2014)

El FL1 es un fertilizante foliar líquido diseñado para estimular procesos metabólicos de las plantas en las fases iniciales de su desarrollo o etapas de estrés. Contiene magnesio, que tiene una función directa con el metabolismo energético de la planta, y activa las enzimas de procesos tan importantes como la síntesis de ADN y ARN, su aporte de micronutrientes Fe, Zn, Mn, Cu y Mo, aseguran los procesos de división y crecimiento celular continuamente, permitiendo que la planta exprese al máximo su potencial genético. Contiene extractos de algas marinas las cuales aportan aminoácidos (Disagro 2014).

El FL2 es un fertilizante foliar diseñado para corregir deficiencias nutricionales y complementar la fertilización al suelo del cultivo de café. Contiene una fuente disponible de fosforo importante en el papel metabólico de la respiración y fosforilación durante la fotosíntesis y en el almacenamiento y transferencia de energía (ATP), especial en los puntos de floración, cuaja y llenado del grano, también tiene disponible potasio el cual está involucrado en la regulación hídrica de la planta. Contiene calcio que ayuda en la división celular, la formación y estructura de las paredes celulares y Zinc que aumenta la eficiencia del fosforo en la planta y promueve la producción de auxinas. El aporte de boro es esencial para el desarrollo del tubo polínico y contiene molibdeno que es un elemento limitado en suelos ácidos y esenciales para el metabolismo del nitrógeno (Disagro 2014).

El biofertilizante fue elaborado, en la Unidad de Agricultura Orgánica de Zamorano, a base de estiércol de vaca fresco, microorganismos de montaña, melaza, hidrolisis de lombrihumus, caldosulfozinc, fosfitos y hierbas aromáticas. (Cuadro 4).

Trasplante del almácigo a bolsa. Una semana previa al trasplante se realizó la preparación de los tres sustratos y el llenado de bolsas. Las bolsas utilizadas fueron de polietileno negro con medidas de 5.08×20.32 cm.

Las plantas se colocaron en cuatro bloques. En cada bloque hubo 9 tratamientos (3 sustratos \times 3 paquetes de fertilización), con 20 plantas por unidad experimental y 180 plantas por bloque.

Antes de la siembra, se seleccionaron las plantas sanas, vigorosas, con raíz bien formada y tamaño homogéneo. Las plantas se encontraban en etapa de chapola, es decir cuando sus hojas cotiledonales están abiertas. Se usó un esqueje de palo de un tamaño de 0.20 m. de largo con 0.03 m de ancho, con este se abrió un hoyo en el centro de la bolsa, se colocó la planta dentro del hoyo cuidando siempre que la raíz quede totalmente recta, se enterró la planta hasta el cuello de la raíz, con el mismo esqueje se compactó la tierra evitando dejar bolsas de aire, ya que al llenarse de agua puede causar la pudrición de la raíz. Se mantuvo un riego adecuado de tres a cuatro veces por semana, dependiendo de las condiciones ambientales.

Variables a medir. Durante el ensayo se midió la mortalidad mediante observaciones visuales para determinar el número de plantas muertas.

A los 90 días después de trasplante, se seleccionaron al azar 5 plantas por unidad experimental, en las cuales se midió la altura de la planta desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento máximo utilizando una regla graduada. Así mismo, se midió el diámetro de tallo a 1 cm. de la base del sustrato con un pie de rey. Se cuantificó el número de hojas de cada una de las plantas, sin tomar en cuenta las hojas cotiledóneas, de estas se cuantificaron las que estaban enfermas. Se separaron las raíces de la parte aérea de la planta, para ingresarlas en un horno a 72°C por dos días, para luego tomar el peso seco de la raíz y de la parte aérea en gramos en una balanza analítica.

Análisis de costos. Se realizó un análisis de costos para determinar que tratamiento es el más económico y viable, sobre todo considerando que la mayoría de productores en Honduras son pequeños. Se espera determinar si el tratamiento orgánico además de tener un costo menor es más efectivo en términos de incidencia de enfermedades, mortalidad y crecimiento vegetativo.

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño factorial, donde se evaluaron 3 sustratos \times 3 paquetes de fertilización \times 4 repeticiones, haciendo un total de 36 unidades experimentales de 20 plantas cada uno, colocados en bloques completamente al azar.

Análisis Estadístico. Los datos fueron analizados con el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®] 2009), mediante un Análisis de Varianza (ANDEVA), usando el Modelo Lineal General (GLM), y una prueba de separación de medias de Lsmeans con un nivel de significancia estadística de 5% ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad y hojas enfermas. No hubo efecto del paquete de fertilización, pero si del sustrato en mortalidad y número de hojas enfermas. El sustrato 50%S + 50%LH, fue el que presento mayor porcentaje de mortalidad (53%). En cuanto al número de hojas enfermas, los sustratos 50%S + 50%LH y 60%S + 30%LH + 10%C, presentaron mayor número de hojas enfermas.

Según el análisis de los sustratos que se realizó en el Laboratorio de Suelos de Zamorano, el sustrato 50%S + 50%LH, presentó altas concentraciones de macronutrientes (N, P, K, Mg), micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn), y también un pH alcalino de 7.10. La alta mortalidad en el sustrato 50%S + 50%LH, se puede atribuir a la alta cantidad de potasio (15490 mg/kg), el cual pudo inhibir la absorción de nutrientes y disminuir el crecimiento radicular. Según Khalajabadi (2012), un desequilibrio entre los elementos esenciales puede causar antagonismo en la disponibilidad de nutrientes. Sostiene que el café conforme aumenta la edad de la planta, demanda mayor cantidad de cationes, presentando siempre el siguiente orden: K>Ca>Mg. Por lo tanto, en la etapa inicial es necesario tener el potasio en cantidades bajas.

Cuadro 5. Efecto de los sustratos en las variables mortalidad (%), y número de hojas enfermas para la producción de viveros de café

Sustrato	Mortalidad (%)	Hojas enfermas
1	0.00 b [§]	1.1 b
2	53.00 a	1.8 a
3	10.00 b	1.7 a

§Medias en la misma columna con diferente letra son diferentes (P≤0.05)

Altura (cm). Se encontró mayor altura de la planta en el sustrato 100%S, con el paquete de fertilización convencional. Además se presenta una tendencia en la que, en todos los sustratos, el paquete convencional presenta mayor altura que el paquete orgánico y el testigo. Así mismo en todos los sustratos, el testigo fue mayor o igual que la fertilización orgánica (Cuadro 5). Se hubiese esperado un mejor desarrollo con el sustrato 3, ya que debido a su mezcla 60%S +30%LH + 10%C, especialmente por el lombrihumus. Según Aycachi *et al.* (2007) el lombrihumus es un fertilizante rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio, pequeñas cantidades de micronutrientes como boro, zinc, hierro, manganeso y cobre, asegurando que se puede esperar un incremento del 50%

en la producción. La diferencia en altura también se puede atribuir a la baja cantidad de calcio. Khalajabadi (2012), sostiene que la carencia de Ca, reduce la tasa de crecimiento en las plantas especialmente en los tejidos meristemáticos, tanto de raíz como parte aérea, dado que el Ca es requerido para la elongación y división celular.

Diámetro (mm). El paquete de fertilización convencional con el sustrato 100%S, y con el sustrato 60%S + 30%LH + 10%C, fueron mayores que los demás sustratos con sus respectivos paquetes de fertilización, presentando el mayor diámetro de tallo (Cuadro 5). Según Rodríguez (2011), el mayor diámetro de tallo, se debe a un sistema radicular más efectivo presente en estos sustratos, influyendo directamente en la absorción de nutrientes y mejor desarrollo de la planta. En general todo los paquetes de fertilizantes en el sustrato 50%S + 50%LH, tuvieron menor diámetro de tallo en comparación con los otros sustratos. Esto se puede atribuir a la falta de crecimiento radicular por deficiencia de Ca, que no se encontró en las cantidades óptimas para suplir las necesidades de la planta.

N° de hojas. El sustrato 100%S, con el paquete de fertilización convencional, obtuvo mayor número de hojas (Cuadro 5). Según López (2012), la producción de hojas se ve afectada por diferentes factores como el contenido de nutrientes en la planta, en especial el contenido de nitrógeno y magnesio. Según el análisis que se realizó en el Laboratorio de Suelos de Zamorano, el sustrato 2 presento un porcentaje de nitrógeno alto y el sustrato 3, presento un porcentaje medio, en cuanto al magnesio el sustrato 2 y 3 presentaron cantidades bajas.

PSR (g). El peso seco de raíz (PSR), fue mayor en el sustrato 100%S, con el paquete de fertilización convencional (Cuadro 5). Además se observa que esta variable, fue la que estuvo más afectada por el sustrato en comparación con las otras variables medidas. El mayor peso seco de la raíz, se puede atribuir al paquete utilizado independientemente del sustrato. El sustrato dos con el paquete convencional, obtuvo resultados similares al testigo y al paquete de fertilización orgánico, esto pudo deberse a la falta de Ca y Mg. la falta de estos elementos se puede atribuir al uso de lombrihumus, ya que en los dos sustratos que contienen esta mezcla presenta deficiencia de Ca y Mg.

PSP (g). El sustrato 100%S, con el paquete de fertilización convencional, presento mayor peso seco del área foliar incluido el tallo. Esto pudo deberse al aporte nutricional que brinda el paquete convencional. En caso del paquete orgánico y el testigo, obtuvieron menor peso seco de planta (Cuadro 5).

Cuadro 6. Efecto del sustrato y el paquete de fertilización en las variables altura (cm), diámetro (mm), número de hojas, peso seco de raíz (PSR), peso seco de planta (PSP), para la producción de viveros de café

Sustrato	Tratamiento	Altura (cm)	Diámetro (mm)	N° de hojas	PSR (g)	PSP (g)
100%S+Testigo	1	10.2 c [§]	2.4 de	7.6 bc	0.29 b	2.4 de
100%S+PC	2	15.0 a	3.1 ab	9.9 a	0.48 a	10.3 a
100%S+PO	3	9.4 d	2.6 d	7.7 bc	0.26 b	2.4 def
100%S+Testigo	1	7.4 g	2.1 f	4.3 fg	0.05 ef	1.2 g
100%S+PC	2	9.0 d _e	2.3 e	6.7 d	0.08 de	3.5 c
100%S+PO	3	6.6 g	2.0 f	4.4 fg	0.05 ef	0.9 g
100%S+Testigo	1	8.9 d _{ef}	2.9 c	4.7 f	0.11 d	1.9 ef
100%S+PC	2	11.9 b	3.2 a	8.1 b	0.21 c	5.8 b
100%S+PO	3	8.5 ef	2.9 bc	5.7 e	0.11 d	2.5 d

§Medias en la misma columna con diferente letra son diferentes ($P \leq 0.05$)

Suelo (S), Lombrhumus de pulpa de café (LH), Ceniza (C), Paquete Convencional (PC), Paquete Orgánico (PO)

Análisis de costo. El menor costo para la producción de 1000 plantas fue en el sustrato 100%S, sin aplicación, con un costo de 30 dólares. En general los costos fueron menores en el sustrato 100%S y dentro de este, el paquete orgánico fue menor que el convencional (Cuadro 7). Sin embargo, los mejores resultados de producción se obtuvieron con el paquete convencional.

Cuadro 7. Costo (\$) de los sustratos y paquetes de fertilización, para la producción de 1000 plantas en viveros de café.

Tratamiento	Costo (\$)
100%S + Testigo	30.00
100%S + PC	58.00
100%S + PO	33.00
50%S + 50%LH + Testigo	190.00
50%S + 50%LH + PC	218.00
50%S + 50%LH + PO	192.50
60%S + 30%LH +10%C + Testigo	148.15
60%S + 30%LH +10%C + PC	176.15
60%S + 30%LH +10%C + PO	150.65

Tasa de cambio \$1: 21.5 L

4. CONCLUSIONES

- El sustrato 50% suelo y 50% lombrihumus de pulpa de café presento mayor mortalidad y en sustrato 100% suelo, presentó el menor número de hojas enfermas.
- Los mejores resultados obtenidos en el vivero de café con la variedad Parainema, para las variables de altura (cm), diámetro (mm), N° de hojas, peso seco de raíz (g) y peso seco de la planta (g), fueron con el sustrato 100% suelo, junto al paquete convencional.
- El menor costo por tratamiento, se obtuvo con el sustrato 100% suelo y el paquete de fertilización orgánico.

5. RECOMENDACIONES

- Para la fertilización de viveros de café, se recomienda utilizar el paquete de fertilización convencional, junto al sustrato 100%S, para tener un desarrollo adecuado de la planta.
- Buscar ingredientes que enriquezcan el biofertilizante y brinde un aporte nutricional uniforme, que responda a las necesidades nutricionales de la planta en el vivero.
- Buscar ingredientes orgánicos que reemplacen el lombrihumus de pulpa de café.
- Realizar futuras investigaciones en diferentes localidades para observar cómo influye la altitud y el clima, en el desarrollo de la planta.
- Hacer futuras investigaciones con diferentes paquetes de fertilización, para analizar el desarrollo de la planta y costos.

6. LITERATURA CITADA

Alarcón, A.; Ferrera-Cerrato R. (eds.). 2000. Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Mundi Prensa. México. 251 p.

ANACAFE, 2013. Variedades de café resistentes a la Roya. Ed 35 (en línea). Consultado el 08 de septiembre del 2014. Disponible en: http://www.anacafe.org/glifos/images/c/c2/2013_36_El_Cafetal.pdf

Aycachi I. R., Alex M. Chafloque, Cinthya Paz, 2007. Lombricultura. Lambayeque, Perú. Facultad de Ciencias biológicas documento en Word. 46p. (en línea) consultado el 29/10/2014. Disponible en <http://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=lombrihumu+de+pulpa+de+cafe+y+ceniza&btnG=&lr>

Blandón, J. 2008. Producción de almácigos de café en tubetes en tres sustratos y tres tipos de fertilización. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 20 p.

Disagro 2014. FertiCAFÉ fertilizante foliar (en línea) consultado el 30 de Octubre del 2014. Disponible en <http://www.disagro.com/sites/default/files/images/products/foliar-ferticafe.jpg>

Disagro 2014. Fertilizante granular inicial 15-30-15 + 1% MgO + 0.8%S + EM (en línea) consultado el 30 de Octubre del 2014. Disponible en <http://www.disagro.com/sites/default/files/images/products/info-inicial153015soluble.jpg>

Disagro 2014. Maxiboost fertilizante foliar (en línea) consultado el 30 de Octubre del 2014. Disponible en <http://www.disagro.com/sites/default/files/images/products/foliar-maxiboost.jpg>

Icafe 2009. (Instituto del Café de Costa Rica, CR).1998. Manual de Recomendaciones para el Cultivo Del Café. 1 ed. Heredia, Costa Rica. ICAFE-CICAFE, Unidad de Producción Agrícola. 193 p.

IHCAFE, 2001. Manual de caficultores. Historia del cultivo del café en Honduras.

IHCAFE. Instituto Hondureño del Café. Informe Anual Cosecha 2012-2013.

Khalajabadi. 2012. Efecto de los cambios en las relaciones de calcio, magnesio y potasio intercambiables en los suelos de la zona cafetera colombiana sobre la nutrición de café (*Coffea arabica* L.) en la etapa de almacigo. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 181p. (en línea) consultado el 29/10/2014. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/5723/1/16077856.2012.pdf>

López Urroz, J.V. 2012. Evaluación de 4 sustratos para el establecimiento de almacigos de café (*Coffea arabica* L.) en tubetes en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 13 p.(en línea) consultado el 18/11/2014. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1258/1/T3389.pdf>

Rodríguez, José Leopoldo. 2001. Efecto del biofertilizante Mycoral® (micorriza arbuscular) en el desarrollo del café (*Coffea arabica* L.) en vivero. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. El Zamorano, Honduras. 44 p.(en línea) consultado el 20/11/2014. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1415/1/T1271.pdf>

Unicafé, 1996. Manual de caficultura de Nicaragua. Pág. 31. (Consulta didáctica) origen, historia, distribución y ecología de *Coffea arabica*.