



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA AGRÓPECUARIA

“EVALUACIÓN DE VARIOS TIPOS DE SUSTRATOS NATURALES EN MEZCLAS CON ABONOS ORGÁNICOS EN LA REPRODUCCIÓN DE PLANTULAS DE CAFÉ ARÁBICO (*Coffea arabica*) EN LA ZONA DE BABAHOYO.”

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

MARCOS UBALDO ALVAREZ PEÑA

DIRECTOR:

ING. AGR. ALBERTO LEÓN VÁSQUEZ MSc.

BABAHOYO - LOS RÍOS – ECUADOR

2014

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, el sector cafetalero tiene relevante importancia en los órdenes económico, social y ecológico. La importancia económica del cultivo de café radica en su aporte de divisas al Estado y la generación de ingresos para las familias cafetaleras y otros actores de la cadena productiva como: transportistas, comerciantes, exportadores, industriales, obreros vinculados a los procesos productivos y de procesamiento, entre otros, que dependen de las contingencias de producción y precios del café, en el mercado internacional.

La importancia de la caficultura en el orden social se basa en la generación de empleo, directo e indirecto, para 105.000 familias de productores; así como, para varios miles de familias adicionales vinculadas a la comercialización, industrialización, transporte y exportación ^{1/}.

En el orden ecológico, la importancia de la actividad cafetalera se relaciona con la amplia adaptabilidad de los cafetales a los distintos agro ecosistemas de las cuatro regiones del país: Costa, Sierra, Amazonía e Islas Galápagos. Los cafetales, en su mayor parte, están cultivados bajo árboles de alto valor ecológico y económico, en diversos arreglos agroforestales, que constituyen un hábitat apropiado para muchas especies de la fauna y flora nativas. Además, las tecnologías de producción cafetalera, no involucran una alta dependencia de agroquímicos.

El Ecuador es uno de los pocos países del mundo donde se producen las dos variedades de café: Arábigo y Robusta. En el año 2010 se produjeron alrededor de 1'062.000 sacos de 60 kg, lo que equivale a 63.720 t, de los cuales se exportan 311.804 sacos de Café en grano. La superficie cultivada bordea las 305.000 hectáreas ^{2/}.

^{1/} Fuente: (MAGAP) Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. INEC 2010.

^{2/} Fuente: Consejo Cafetalero Nacional. www.cofenac.org

El total de la producción ecuatoriana en años de condiciones climatológicas normales, está repartido en el 43 % de café Robusta (Santo Domingo, Orellana, Sucumbíos, Guayas, Los Ríos y Napo), el 25 % corresponde a Arábigo lavado (El Oro, Manabí, Loja, Guayas y Zamora Chinchipe) y el 32 % a Arábigo natural (Loja, Manabí, El Oro, Los Ríos y Guayas) ^{3/}.

Desde la revolución en la utilización de nuevas tecnologías agrícolas el uso de sustratos para semilleros se ha mantenido de una manera poco eficiente con los mismos materiales (especialmente tierra y cascarilla de arroz). Sin embargo con la aparición de materiales como humus, bocashi y otras fuentes de materiales orgánicos que dentro de su composición poseen mayor capacidad de nutrientes y a su vez libres de agentes patógenos, hace que aceleren el crecimiento especialmente de plántulas en fundas de viveros de propagación.

Actualmente dentro del proceso de multiplicación para mejorar la calidad de las plántulas para siembra, esta enraizado el uso de nuevas mezclas de sustratos, los mismo que deben acelerar el proceso de crecimiento de las plantas sin ocasionar la pérdida de las mismas, así como cualquier tipo de deformación en sus estructuras.

Sin embargo, este proceso no ha sido desarrollado de la mano de la investigación sino más bien de la necesidad de los multiplicadores de buscar fuentes y dosificaciones que garanticen los factores normales de desarrollo. Con esto el uso correcto de los sustratos para la siembra de cultivos perennes hace imperativo conocer e identificar mejores formas para la multiplicación y reproducción de plántulas de café, que garanticen mejorar calidad final.

Por tal razón para lograr una sostenibilidad del proceso de selección y crecimiento de plántulas de viveros de café, se hace imperativo el proceso de actualización en la utilización de sustratos en los mismos, motivo por el cual se realizó la presente investigación.

^{3/} Fuente: Consejo Cafetalero Nacional. www.cofenac.org

1.4 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de varios tipos de sustratos naturales en mezcla con abonos orgánicos en la reproducción de plántulas de café arábigo, en la zona de Babahoyo.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento de plántulas de café con diferentes tipos de sustratos en viveros.
- Determinar la mejor mezcla de sustrato.
- Analizar económicamente los tratamientos investigados.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del cultivo de café y sus variedades.

Las plantas que producen café comercialmente pertenecen al género *Coffea* y por su considerable importancia económica requieren atención especial. Detalles de la botánica de éstas han sido motivo de inseguridad y controversia entre botánicos. Los representantes de este género crecen en los trópicos y aunque incluye un gran número de especies sólo unas pocas son de importancia económica. Desde el punto de vista agrícola alrededor de 12 especies son de valor e interés. De otra parte, se han señalado como cafetos botánicamente otro grupo de Rubiáceas, cuyos frutos se asemejan bastante a los del género *Coffea* y que están desprovistos de cafeína. Estos se han señalado como los falsos cafetos. La especie Arábica es la más difundida en el país, de mayor calidad y de gran aceptación en el mercado nacional e internacional (Contreras,2002).

La clasificación taxonómica para ambas especies de café es la siguiente (Alvarado y Rojas, 2004):

Reino: Plantae

Tipo: Espermatofitas

Sub-tipo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Rubiales

Familia: Rubiáceas

Género: *Coffea*

Sub-género: *Eucoffea*

Especies: *C. arabica*, *C. canephora*, *C. liberica*, *C. deweri*

Ospina (2002) expone que, el sistema actual de propagar el café por medio de plantas obtenidas de semilla en las plantaciones cafetaleras, incluye el sembrar las semillas en almácigos especiales, donde las plantitas serán cuidadas hasta que se les trasplante en el campo. El vivero es una plantación típica; está situado en el mejor terreno disponible. Si es posible se utiliza tierra virgen para minimizar las enfermedades. Cada almácigo se prepara para ser el sostén del vivero limpiándolo de piedras, nivelándolo, etc. Además se sitúa bajo una ligera sombra de hojas de palma o tira de bambú. Dentro del almácigo se disponen hileras espaciadas unos 15 cm, a lo largo de los surcos. El material de siembra se selecciona cuidadosamente en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales lo mismo que por su capacidad de alto rendimiento, resistencia a las enfermedades y demás criterios. Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, o sea aproximadamente de seis a ocho meses después de la siembra, los arbolitos están listos para su trasplante.

Según COFENAC (2004), la agricultura ecuatoriana se encuentra en una situación crítica debido a la baja productividad y deficiente calidad del grano de exportación, que tiene como causas: el cultivo en zonas marginales, la prevalencia de cafetales viejos e improductivos y la no adopción masiva de las tecnologías apropiadas de producción y post-cosecha. Además, la imagen del Ecuador como país productor es débil y para muchos desconocida en el mercado mundial, por cuanto su producción anual no alcanza el 0.7% del volumen que se comercializa a nivel global. El sector cafetalero ecuatoriano, sin embargo, tiene varias fortalezas como la amplia diversidad de agro ecosistemas, muchos de ellos con aptitudes para producir café finos tipo “gourmet”, la capacidad instalada de la industria del café con una alta demanda de materia prima en el mercado, existiendo nuevos mercados para el grano ecuatoriano, la consolidación de gremios de productores, una elevada población trabajadora vinculada a la caficultura y el apoyo de varias instituciones nacionales y de la cooperación internacional a las organizaciones de caficultores en el proceso de construcción de alternativas sustentables.

Cafetales sanos, vigorosos, de alta producción y rendimiento se consiguen si se aplican todas las prácticas culturales y cuidados necesarios desde el comienzo. De ahí la importancia de haber seleccionado adecuadamente las semillas de variedades de alta producción, buenos rendimientos y libres de plagas, de manera que aseguremos altas posibilidades de éxito en la empresa a desarrollar. El germinador o semillero de café es el paso siguiente a la selección y beneficiado de la semilla. En éste se colocan las semillas en un ambiente adecuado para su germinación, desarrollo de raíces, tallos y hojas. Si la semilla es fresca pueden obtenerse plántulas listas para el trasplante a los 2 a 3 meses después de la siembra. Entre otras ventajas es un medio sencillo, práctico y económico de producir un alto número de plantas para el establecimiento de las futuras plantaciones en un espacio relativamente pequeño (COFENAC, 2004).

2.1. Importancia del cultivo de café y sus variedades.

Una buena plantación de café se mantiene en el campo aproximadamente 10 años; pero en este tiempo es consecuencia e un adecuado manejo del cultivo que debe empezar con el establecimiento del almácigo. Esta etapa es importante por cuanto asegura que en el tiempo definitivo se instalen plantas de buena arquitectura, vigorosas y libres de plagas y enfermedades (Hartman y Kester, 2007).

En el futuro, para elegir un sustrato de semillero de café será necesario tener en cuenta el impacto que puede tener el usos de ciertos materiales sobre el manejo de los bosques tropicales. Desde esa perspectiva, ciertos materiales pueden presentar mayores ventajas que otros, porque no solo se permitiría el uso de residuos que podrían contaminar el medio ambiente, sino que evitaría y/o disminuiría el usos de materia orgánica y de tierra colectada del bosque primario. Todo esto, sin lugar a dudas, tendría un efecto benéfico importante en la sostenibilidad de los bosques en la selva, tal como se ha mencionados anteriormente (Irigoyen, 2007).

Quiroz y Amores (2002) indican que, el vivero debe ser construido en un sitio de fácil acceso, en un terreno plano, próximo de una fuente de agua sin contaminación y cercano al lugar de donde se va a obtener la semilla. Se aconseja hacer una ramada con caña guadua, con una cubierta a una altura máxima de 3 metros, sobre la cual se coloca una malla de polisombra u hojas de palma, (sólo en verano). Las fundas para sembrar el cacao deben ser de polietileno negro, tener una medida de 6" x 8", con capacidad de 2 kilos y perforaciones en el fondo para el drenaje del excedente de agua. Estas fundas deberán llenarse con un sustrato a base de tres partes de tierra de sembrado o de montaña y una parte de aserrín de balsa, tamo de arroz descompuesto, humus, o compost. El arreglo de las fundas dentro del vivero se realizará en camas bien alineadas, con 1 m. de ancho y el largo de acuerdo al propagador. Entre cama y cama se dejará un espacio de hasta 0.70m para facilitar el accionar de los trabajadores. Antes de la siembra de semillas, las fundas deben ser regadas para posibilitar la germinación o enraizamiento.

Se deben utilizar las bolsas de polietileno que posean las siguientes características: color negro, espesor de 0.1 milímetros, 20 centímetros de largo, perforaciones bien ubicadas que permitan un excelente drenaje. las bolsas se llenan totalmente y se compacta el sustrato con presiones leves de los dedos de la mano o golpeando con suavidad la base de la bolsa llena contra el suelo. Las bolsas se acomodan sobre una superficie completamente uniforme, en filas de doce seguidos de un separador de 8 a 10 centímetros de diámetro que divide una fila de otra. Esta forma de acomodar las bolsas permite que las plantas se desarrollen uniformemente. Debe regarse las bolsas llenas y dejar reposar unos días hasta la siembra para que se descomponga el guano de isla y evitar la muerte de las semillas germinadas o de las plántulas por fototoxicidad. Tampoco debe mantenerse las bolsas llenas por mucho tiempo, sin sombra, porque se compactan. Las semillas inducidas ha germinado son enterradas en terreno húmedo, de preferencia bajo sombra, durante cinco días al final de los cuales dejan ver su raíz. Para sembrarlas se las introduce

verticalmente con la raíz abajo en un hoyo pequeño practicado en el sustrato de la bolsa (Contreras, 2009).

Para Urrestarazu (2004), hay claras diferencias entre sustratos para cultivos de ciclo corto y de ciclo perenne. Cuanto más debe pasar la planta en un contenedor, más importante es que el sustrato no se degrade física o químicamente. Otra causa que determina que sustrato utilizar es si el cultivo se realiza en invernadero a campo abierto. Además de las distintas tasas de transpiración los cultivos de exterior, sometidos a la acción del viento utilizan sustratos más pesados para evitar el volcamiento de las plantas.

En infojardin (2010), se señala que el nitrógeno que contienen los abonos orgánicos en mayor o menor proporción, es una fuente lenta pero continua de materias nutritivas, es por tanto idóneo. Para mantener y favorecer la fuerza intrínseca del suelo que es una parte muy esencial de la fertilidad del suelo. Aunque las materias nutritivas contenidas en los abonos orgánicos estén disponibles para las plantas solo después de haber sido mineralizadas, algunas de las sustancias que contienen (hormonas, enzimas auxinas, antibióticos) Pueden absorberse directamente, y tienen por ello una importancia decisiva sobre el desarrollo y el rendimiento.

Palencia *et al.* (2009), La renovación o siembra de nuevas plantaciones de café debe hacerse con plantas producidas en viveros certificados. La disponibilidad de sustratos con buenos niveles de fertilidad es básica, pues induce un rápido y sólido desarrollo de patrones y clones. Igualmente, se generaron recomendaciones acerca del uso de productos microbiológicos para aplicar al suelo como alternativa orgánica en la nutrición de las plántulas de cacao en etapa de vivero. El enriquecimiento de sustratos con hongos simbióticos como las micorrizas y el Trichoderma, contribuye a la formación de plantas de mejor calidad, más vigorosas y, por consiguiente, se obtienen patrones adecuados para efectuar el proceso de injertación en menos tiempo. Estos hongos son reconocidos por su gran efecto como promotores del -

desarrollo radical en las plántulas de café y por su contribución al incremento y capacidad de absorción de nutrientes.

Estas consideraciones sugieren la necesidad de estudiar mejor la producción adecuada de plantas de café en almácigos, especialmente de establecer un sustrato que favorezca su mejor crecimiento y desarrollo. En el diseño de sustratos deberían usarse materiales propios del lugar, evitando el alto costo de usar materiales importados; además de contribuir a disminuir el riesgo de contaminación con la acumulación de los desechos agrícolas y pecuarios, como la pulpa de café, gallinaza y otros. América latina produce anualmente 3,3 billones de residuos, que podrían crear problemas de contaminación, especialmente de los ríos (Navarro-Pedreño et al., 1995).

Shintani (2000), explica que el Bocashi, es un término japonés que significa abono fermentado, que se logra siguiendo un proceso de fermentación acelerada, con la ayuda de microorganismos beneficios, que pueden tomar la materia orgánica del suelo y hacerla entrar en el mundo vivo, gracias a la energía química de la tierra, Ver Cuadro 1:

Cuadro 1.- Composición Química de Bocashi

COMPOSICION QUIMICA DEL BOCASHI		
Materia Orgánica	22,30%	Alto
Nitrogeno Total	1,12%	Alto
P ppm	2,17%	Alto
K (meq/100)	1,72%	Alto
Ca (meg/100)	6,23%	Alto
Aluminio (AL)	3,00	Bajo

Magensio (meq/100g)	3,09	Alto
Boro Ppm	5,83	Alto
Hierro (Fe) Ppm	0,5	Bajo
Cobre (cu) Ppm	0,01	Bajo
Azufre (S) Ppm	3,00	Bajo

Según el mismo autor las características de los componentes del Bocashi son:

- Fuentes de Nitrógeno: estiércoles de gallinas, pollos, ganado bovino, cabras, cerdos, conejos, patos, caballos, evitando aquellos donde se han utilizado antibióticos.
- Inoculantes de microorganismos: suelo de bosque o inoculante de microorganismos.
- Energizantes: semolina, salvado, harinas de yuca maíz, maíz y banano entre otros.
- Reductor de malos olores: carbón vegetal o carbón de granza de arroz.
- Aireadores: granza de arroz, pasto picado, aserrín, cascarilla de café, fibra de coco, bagacillo de caña entre otros.
- Aporte de elementos menores y energía: miel de purga, miel de dulce, cachaza, caldo de caña y frutas maduras.

Ventajas del Bocashi

Producción rápida (unas 3 semanas), más fértil que el Compost y de fácil uso por ser seco y ligero, estas ventajas hacen este abono muy apropiado para comenzar un cultivo orgánico, a pesar del procedimiento un poco más complicado y de mayor costo.

Según el Ministerio de Agricultura de Costa Rica (2008), para sembrar una hectárea de café se requieren tres mil semillas, sembrado a la distancia de 2 x

2 m. Se deben comprar alrededor de cien semillas más, para cubrir las resiembras, que se estiman en 10 %. La siembra se hace en bolsas plásticas negras, perforadas, de tamaño 20 x 30 cm y con 1,5 a 2 kg de suelo bien suelto, mullido, rico en materia orgánica y debidamente desinfectado. Para desinfectar el suelo que se utilizará en las bolsas, con el tiempo necesario antes de la siembra, se aplican productos como PCNB o dazomet siguiendo la recomendación técnica en cuanto a dosis, forma de aplicación y período de espera antes de sembrar. La semilla se coloca en posición acostada, a una profundidad no mayor de 1 cm. Es conveniente completar el llenado de las bolsas con una porción de aserrín, arena o granza de arroz, para evitar el salpique y la diseminación de hongos del suelo y propiciar un sustrato adecuado para la germinación de la semilla. Se recomienda colocar entre veinte a veinticinco bolsas por metro cuadrado.

Según Restrepo (2005), para producir 3 sacos de Bocashi (1 saco= 46 kg) y luego que este se transforme en humus se utilizan:

- Tierra de mantillo, 1saco
- Gallinaza o boñiga, 1 saco
- Semolina o broza de café, 1 saco
- Carbón vegetal molido, 1 saco
- Melaza diluida (2 litros en 4 litros de agua), 6 litros

Condiciones: Bajo techo o protegido, con plástico negro, en tierra dura o cemento, agua disponible.

Herramientas: Pala ancha, rastrillo, regadera, balde de 5 galones, lona o plástico y termómetro.

Procedimiento:

- Extender un tercio de cada material, en el siguiente orden: tierra, gallinaza, semolina y carbón, aplicando poco a poco, 2 litros de solución de melaza para esta capa. Se coloca las dos capas siguientes en la

misma forma, hasta 1,20 metros de altura. (Se voltea tres veces con pala ancha ajustando la humedad a un 40% cheque manual: si se toma un puñado de la mezcla se forma una pelota, pero se rompe fácilmente).

- Se tapa bien con lona o plástico y se deja en reposo de 1 o 2 semanas.
- Se voltea para que el oxígeno penetre en toda la mezcla, en este momento hay olor agrídulce.
- Se hace un montículo de 60cm. De altura y su cubre con material aeriado como saco de yute y hojas.
- Al día siguiente en la mañana observamos un calentamiento interno (de 40°C aproximadamente) y un olor agradable. Hacemos volteo para la aeración y para mantener esa temperatura. Luego se baja el montículo a 40 cm de alto. En la tarde hacemos el mismo trabajo si se calienta demasiado a más de 40 °C se baja a 30 cm.
- Se hace el mismo proceso durante 3 días, manteniendo la temperatura a 40 °C y un olor agradable de la mezcla.
- Al cuarto día se extiende para sacarla, a unos 10 cm de alto. El olor cambia a gris y adquiere un olor de moho.
- Después de secado está listo para aplicar aceite. Se necesita almacenarlo, hay que dejarlos secar más. Podemos guardarlo en un lugar fresco, oscuro y seco hasta por 3 meses.

González (2007), quien afirma que los abonos orgánicos del tipo “Humus” son ricos en nutrientes para la planta, e incorporan gran cantidad de microorganismos benéficos. Se diferencia de otros abonos orgánicos porque requiere de menos tiempo de fabricación. El humus es el material de más alto nivel de materia orgánica, resultado de un proceso de fermentación con un grado prácticamente nulo de descomposición. Es un tipo de abono fermentado, que utilizado para la fertilización de las hortalizas, reduce los costos de producción.

A diferencia del suelo, que mantiene más o menos estables sus características en el tiempo, los sustratos no se comportan de igual forma. Varios materiales y

sus mezclas son utilizados para preparar medios. Las características resultantes de las mezclas no siempre son la suma de las características de sus partes, por lo que lo importante de un sustrato no son sus ingredientes y componentes sino sus propiedades y parámetros (Ballester, J. 2002).

Es importante el contenido de nitrógeno (N) en relación con carbón (C) en el medio de enraizamiento. La materia orgánica se descompone principalmente por la acción de microbios. El carbono es el mayor componente de la materia orgánica (50% o más), el cual es utilizado por los microbios. El nitrógeno en la materia orgánica debe estar disponible, para los microbios, en cantidad de al menos 1 kg por cada 30 kg de carbono; de otra manera la descomposición se reduce. Cada vez que esta relación de 30 C:1 N es excedida, el N presente en el medio, o el añadido en el fertilizante, será utilizado por los microbios antes que por las raíces del cultivo; y en consecuencia el cultivo presenta deficiencia de N. Esta situación puede compensarse aumentando la aplicación de N (Fonteno, 2009).

Como sustrato o medio de germinación de la semilla de café, tradicionalmente en Ecuador se ha recomendado la utilización de arena lavada de río. Se sugiere llenar el marco del germinador con una capa de arena lavada de río cernida, de 0,18 metros de espesor. Como alternativa se recomienda en ciertos casos usar una mezcla de arena de mina y materia orgánica descompuesta en la proporción de 3:1. La arena lavada se ha utilizado para la realización de los germinadores, debido a que su carencia de materia orgánica la hace libre de hongos y nematodos parásitos del café (García, 2008).

Otros materiales se han recomendado para su uso en germinadores. En CENICAFE se evaluaron: la arena lavada de río, tierra cernida + pulpa, borra de café y aserrín de madera y se encontró que cualquiera de estos materiales puede utilizarse con éxito en los germinadores de café. Se recomienda, para la hechura del semillero, que el suelo debe estar libre de materia orgánica, de

preferencia de textura franco-arenosa, volteado, revuelto y mullido. Se debe hacer la siguiente recomendación: se llena el marco construido con arena lavada de río o con tierra bien suelta y sin piedras, se tapa la semilla con un poco de arena o con tierra suelta y se aprisiona suavemente (FENACAFE, 2008).

Para una mayoría de pequeños agricultores que tienen sus fincas alejadas de los ríos o de la ciudad, conseguir la arena es difícil y costoso, por tanto es necesario tener otras alternativas para facilitar la realización de los germinadores de café.

Suquilanda (2003), manifiesta que el humus que resulta de la fermentación de desechos de carácter vegetal y animal al que se le puede agregar elementos de origen mineral para enriquecerlo (cal, roca fosfórica) y microorganismo para activar el proceso fermentativo. Este abono es muy seguro y eficiente, ya que contiene los elementos necesarios para la nutrición de las plantas y posee una alta carga de microorganismo benéfico (en algunos casos no)

El Instituto Colombiano Agropecuario (2008), menciona el contenido de algunos elementos nutritivos en humus producido (kg/tonelada):

Elementos	Cantidades kg/t
Azufre	0.5
Magnesio	2.0
Calcio	30-50
Boro	4.0
Cobre	2.0

Según Kononova (2002), que el fertilizante humus, se hace descomponiendo una mezcla de materia orgánica, como estiércol de animales, tierra de montaña, pastura molida, carbón, levadura granulada, melaza, salvado de trigo ó soya y alimento iniciador para ganado.

Para Azofeifa (2009), tradicionalmente los desechos de hojas, pseudo-tallos y raquis de los racimos son ubicados entre calles en toda plantación de banano. Consideramos que con este manejo estamos retribuyendo materia orgánica (MO) funcional al suelo. Es esto del todo cierto. El proceso de biotransformación de la MO, requiere de condiciones importantes como temperatura, aereación, humedad y relación C/N. La Relación Carbono (C): Nitrógeno (N), debe ser equilibrada (25-30: 1). Con dicha relación C/N se logra que los nutrientes estén disponibles para la planta en el menor tiempo con las menores pérdidas de nitrógeno. Con los desechos de la plantación y cosecha nombrados anteriormente, lo que tenemos es un aporte muy alto de C, es decir una relación C/N desequilibrada. Cuando la relación C/N es muy elevada, como en este caso, disminuye la actividad biológica y el proceso de mineralización demora mucho tiempo, y lo inverso, relación C/N baja, predispone a las pérdidas de N (Amonio).

Según AGRIPAC (2010), la mayor parte de agricultores creen que al aportar restos de cultivos aporta materia orgánica funcional, los cuales tienen bajo aporte de nutrientes y mínima actividad biológica benéfica. Es de suma importancia considerar el efecto de la Inmovilización Microbiana del Nitrógeno, ya que para descomponer en el suelo restos de cosecha por lo general ricos en C (relación C/N mayor que 40) es necesario que los microorganismos tomen nitrógeno del suelo, compitiendo con las plantas por este elemento. Lo ideal es fomentar procesos de descomposición o biotransformación bien manejados a nivel de campo, al lado de la planta de ser posible. A manera de ejemplo consideremos la práctica habitual de las bananeras, lo cual es utilizar los residuos crudos del cultivo (raquis, pseudo tallos, hojas, etc), como "fuentes de materia orgánica".

Según PRONACA (2014), Bioway es un producto vivo que se obtiene de la biofermentación aeróbica de materiales orgánicos, proceso en el cual se superan los 70 grados centígrados de temperatura, eliminando los microorganismos patógenos y permitiendo el desarrollo de bacterias termofílicas benéficas del género *Bacillus*, entre otras. Dirigida al suelo en cultivos de ciclo corto a la preparación del suelo, en cultivos semi-perennes y perennes en corona, media corona. Se recomienda su aplicación en suelos que tengan del 2 % de materia orgánica en adelante y puede ser utilizado en todos los cultivos. Su composición es:

Nitrógeno (N): 2,52%

Fosforo (P): 1,01%

Calcio (Ca): 1,91 %

Magnesio (Mg): 0,43 %

Azufre (S): 0,37 %

Boro (B): 50 ppm

Zinc (Zn): 661ppm

Cobre (Cu): 402ppm

Hierro (Fe): 1409 ppm

Manganeso (Mn): 533 ppm

Materia Orgánica (M.O.): 78 %

Así mismo menciona que Ecoabonaza, es un abono orgánico eficaz para el aumento de materia orgánica en los suelos. Su aplicación es dirigida al suelo en cultivos de ciclo corto a la preparación del suelo, en cultivos semi-perennes y perennes en corona, media corona. Se recomienda su aplicación en suelos que tengan del 1 % de materia orgánica en adelante y puede ser utilizado en todos los cultivos. Su composición es:

Fósforo (P): 1.50%

Calcio (Ca): 2.70%

Magnesio (Mg): 0.69%

Azufre (S): 0.47%

Boro (B): 62ppm

Zinc (Zn): 1147ppm

Cobre (Cu): 530ppm

Hierro (Fe): 2674ppm

Manganeso (Mn): 831ppm

Materia Orgánica (M.O.): 73%

Humedad: 21%

pH: 6,50-7,00

Potasio (K): 2.87%

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo”, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7,5 de la vía Babahoyo - Montalvo, provincia de Los Ríos.

Las coordenadas geográficas son: longitud oeste 79° 32', latitud sur 01° 49' y una altitud de 8 msnm. Presenta topografía plana y drenaje regular, además presenta las siguientes características climáticas: Temperatura promedio 27.7 °C, precipitación anual 2791.4 mm, Humedad relativa 76 %, heliofanía 804.7 horas/día 1/.

3.2. Material de siembra

Se utilizó semillas de la variedad de café, caturra rojo con las siguientes características:

- Porte bajo
- Baya color rojo
- Entrenudos cortos
- Amplia adaptabilidad
- Alta producción
- Buenas características agronómicas
- Grano organoléptico excelente
- Susceptible a roya

3.3. Métodos

- Inductivo – Deductivo.
- Deductivo – Inductivo.
- Experimental.

1/ Dato recopilado en la Estación Meteorológica de UTB. FACIAG, 2013.

3.4. Factores estudiados

a) Variable independiente: Tipos de sustratos.

b) Variable dependiente: Desarrollo y producción de plántulas.

3.5. Tratamientos

	Tratamiento	Dosificación %
T1	Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	40-30-30
T2	Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	40-30-30
T3	Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	40-30-30
T4	Tierra de Huerta + Estiércol Bovino + Ecoabonaza	50-20-30
T5	Tierra de Huerta + Estiércol Bovino + Humus	50-20-30
T6	Tierra de Huerta + Estiércol Bovino + Bioway	50-20-30
T7	Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	50-20-30
T8	Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	50-20-30
T9	Suelos agrícola + Arena + Bioway	50-20-30
T10	Suelos Agrícola + Arena + Ecoabaonaza	50-20-30
T11	Suelo Agrícola + Arena + Humus	50-20-30
T12	Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	50-20-30
T13	Suelo Agrícola + Arena	50-50

Las mezclas se realizaron antes de la siembra.

3.6. Diseño experimental

Para la realización del ensayo se aplicó el diseño “bloques completos al azar” con 13 tratamientos y 3 repeticiones y, para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con el 5 % de probabilidad.

3.6.1 Andeva

Fuente de variación	Grados libertad
Tratamientos	12
Repeticiones	2
Error experimental	24
Total	38

3.7. Manejo del ensayo

3.7.1 Germinador

Para garantizar la germinación adecuada de las semillas, se procedió a la construcción de una cama de germinación, cuyo sustrato fue arena de río lavada. Con esto se logró uniformizar la emergencia de las plántulas. Las semillas se colocaron a 5 cm y a 1 cm de profundidad.

3.7.1.1 Preparación y análisis del sustrato

Previo a la preparación de los sustratos y llenado de fundas se realizó un análisis químico-físico de suelos, para determinar la cantidad de nutrientes presentes en el material a utilizar.

El sustrato se preparó mezclando con una pala metálica dos porciones de suelo agrícola, una de tamo de arroz y una de arena de río, siendo este proceso realizado bajo sombra. El tamo de arroz se obtuvo de las piladoras cercanas al lugar estando seco y libre de semillas de malezas. La arena de río fue lavada y tamizada para evitar piedras o grumos. El suelo agrícola para el trabajo fue de los predios de la Granja Experimental "San Pablo".

Para el llenado de fundas se utilizó una pala de jardinería para completar el volumen totalmente hasta el borde. Luego se compactó con suaves golpes de la base de la funda con el suelo para evitar bolsas de aire en su interior antes del riego, todo el material se llenó en seco para evitar que las fundas queden mal llenadas. Posteriormente se procedió a regar para que el aire existente disminuya y se compacte el sustrato. El espaciamiento entre cada bloque fue de 2 metros para facilitar el manejo agronómico. El distanciamiento entre tratamiento fue de 0.5 metros. Cada tratamiento estuvo conformado por 25 fundas de polipropileno para vivero con perforaciones de 3 mm, para escurrir excesos de agua y con una tamaño de 15 x 40 cm..

3.7.2 Siembra

Realizada la labor de llenado de fundas, se procedió a la siembra de las plántulas germinadas. Para este proceso sólo se utilizó plántulas de buenas características, las cuales fueron insertadas en las fundas con el sustrato, utilizando espeque de mano de 10 cm para hacer el hoyo, donde se colocó la plántula. Posteriormente se compactó ligeramente para que las raicillas mantengan contacto con el sustrato y puedan desarrollarse normalmente.

3.7.3 Riego

Esta labor se realizó según las necesidades hídricas de las plántulas y nivel de humedad del sustrato, en evaluaciones diarias del mismo antes y después de la siembra y en lo posterior dos riegos por semana con manguera.

3.7.4 Control de malezas

El control de malezas se hizo de manera manual en cada uno de los tratamientos, y en los espacios entre las parcelas y los tratamientos, se utilizó control mecánico con rabón.

3.7.5 Control de plagas

Solo se aplicó Cipermetrina para controlar la presencia de insectos masticadores como mariquita (*Diabrotica sp.*) en dosis de 3 cc/litro de agua.

3.7.8 Fertilización

No se realizó aplicación de fertilizantes en el sustrato, ya que los mismos podrían inferir en los resultados de la investigación

3.7.9 Instalación de Vivero

La construcción del vivero se hizo con puntales de caña guadua, en la parte superior se colocó una cobertura de polisombra con 50 % de luminosidad en la parte superior y de igual manera a los lados.

3.8. Datos tomados

3.8.1 Altura de planta

Se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice o punto de crecimiento vegetativo, a los 30 y 120 días después de la siembra en 10 plantas al azar por tratamientos. Se expresó en cm.

3.8.2 Área foliar total efectiva

Se tomó a los 60 y 120 días después de la siembra, midiendo la longitud y diámetro de las hojas emitidas por planta, en 10 plantas al azar por tratamiento, calculando el área con la fórmula:

$$A= \pi x a x b$$

A: área foliar en milímetros.

π : pi o longitud del diámetro de la circunferencia (3,1416)

a: largo de la hoja en milímetros.

b: ancho de la hoja en milímetros.

3.8.3 Diámetro de tallo

Se tomó en el tercio medio de la planta a los 30 y 120 días después de la siembra, en 10 planta al azar por tratamiento. Para el efecto se utilizó un calibrador, expresando el valor en milímetros.

3.8.4 Emisión foliar total

Se tomó en 10 planta al azar por tratamiento cada semana. Para el efecto se contó el número de hojas por plántula en el vivero y luego al final se procedió a sumar el total de hojas hasta los 120 días después de la siembra. .

3.8.5 Longitud radicular.

A los 120 días después de la siembra se seleccionó 10 plantas por tratamiento a las cuales se las extrajo de su funda y se procedió a medir su longitud radicular, medida desde el cuello de la raíz hasta la punta de la cofia. Para evitar daños en la misma, se extrajo con cuidado y se las lavó con agua para quitar residuos de suelo.

V. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

Los promedios de altura de plantas evaluadas a los 30 días después de la siembra, se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística en los tratamientos, siendo el coeficiente de variación 1.44 %.

A los 30 días después de la siembra, los tratamientos Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway; Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus; Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway y Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway con plantas de 5.6, 5.5, 5.54 y 5.32 cm de altura respectivamente, fueron iguales estadísticamente entre si y superiores a los restantes tratamientos. El tratamiento Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza mostró las plantas de menor altura con 5.05 cm.

En el mismo Cuadro 1, están los promedios de altura de planta evaluada a los 120 días después de la siembra; existiendo alta significancia estadística. El coeficiente de variación fue 1.42%.

La prueba de Tukey encontró que los tratamientos Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway; Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus y Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway con alturas de 19.55; 18.80 y 18.95 cm de altura, respectivamente, fueron superiores e iguales estadísticamente; superando a los restantes tratamientos. Mientras que Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza presentó menor altura con 18.02 cm.

4.2. Área foliar

En el Cuadro 2, se registran los promedios del área foliar obtenidos a los 60 y 120 días después de la siembra. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para repeticiones y tratamientos; los coeficientes de variación fueron 1.49 % a los 60 días y 1.43 % a los 120 días.

Cuadro 1. Promedios de altura de planta a los 30 y 120 días después de la siembra, en el estudio de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosificación	Altura de planta (cm)			
		30 d.d.s		120 d.d.s	
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	40-30-30	5,12	bc	18,50	bc
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	40-30-30	5,50	ab	18,80	ab
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	40-30-30	5,60	a	19,55	a
Tierra de Huerta + Estiércol + Ecoabonaza	50-20-30	5,42	bc	18,10	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Humus	50-20-30	5,20	bc	18,30	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway	50-20-30	5,32	ab	18,10	b
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	50-20-30	5,05	c	18,02	c
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	50-20-30	5,40	bc	18,55	bc
Suelos agrícola + Arena + Bioway	50-20-30	5,42	bc	18,11	bc
Suelos Agrícola + Arena + Ecoabaonaza	50-20-30	5,25	bc	18,32	bc
Suelo Agrícola + Arena + Humus	50-20-30	5,23	bc	18,30	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	50-20-30	5,54	ab	18,95	ab
Suelo Agrícola + Arena	50-50	5,27	bc	18,17	bc
Promedio		5,75		18,18	
Significancia estadística		**		**	
Coeficiente de variación %		1,44		1,42	

Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

d.d.s: Días después de la siembra.

** Alta significancia

Según la prueba de Tukey a los 60 días después de la siembra, los tratamientos Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway; Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus; Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza y Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway (23.2, 22.7, 22.6 y 22.6 cm², respectivamente) se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre

sí y superiores a los demás. El tratamiento donde se utilizó Suelo Agrícola + Arena, presentó el menor promedio (21.80 cm²).

Cuando se evaluó a los 120 días después de la siembra, los tratamientos Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway; Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus; Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza y Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway (59.15, 57.97, 57.59 y 57.75 cm², respectivamente) se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí; siendo superiores a los demás tratamientos. El menor promedio estuvo con Suelo Agrícola + Arena (55.59 cm²).

Cuadro 2. Promedios de área foliar en el estudio de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosificación	Área foliar (cm ²)			
		60 d.d.s		120 d.d.s	
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	40-30-30	22,60	ab	57,59	ab
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	40-30-30	22,70	ab	57,97	ab
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	40-30-30	23,20	a	59,15	a
Tierra de Huerta + Estiércol + Ecoabonaza	50-20-30	22,30	bc	56,87	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Humus	50-20-30	22,20	bc	56,57	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway	50-20-30	22,60	ab	57,75	ab
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	50-20-30	22,10	bc	56,52	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	50-20-30	22,20	bc	56,80	bc
Suelos agrícola + Arena + Bioway	50-20-30	22,25	bc	56,40	bc
Suelos Agrícola + Arena + Ecoabaonaza	50-20-30	22,22	bc	56,61	bc
Suelo Agrícola + Arena + Humus	50-20-30	22,31	bc	56,75	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	50-20-30	22,30	bc	56,97	bc
Suelo Agrícola + Arena	50-50	21,80	c	55,59	c
Promedio		22,4		57,18	
Significancia estadística		**		**	
Coeficiente de variación %		1,49		1,43	

Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de significancia.

d.d.s: Días después de la siembra.

** Alta significancia

4.3. Diámetro de tallo

El Cuadro 3, muestra los promedios del diámetro de tallo obtenidos en el ensayo a los 30 y 120 días después de la siembra. Los coeficientes de variación fueron 2.94 y 1.41 %, respectivamente.

En la evaluación a los 30 días no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos, Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus y Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway con 1.10 cm, tuvieron el mayor diámetro. Los tratamientos Tierra de Huerta + Estiércol + Humus; Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza y Suelo Agrícola + Arena con 1.05 cm, respectivamente; reportaron menor grosor.

Cuadro 3. Promedios de diámetro de tallo por planta en el estudio de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosificación	Diámetro de tallo (cm)		
		30 d.d.s	120 d.d.s	
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	40-30-30	1,07	2,47	bc
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	40-30-30	1,10	2,27	bc
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	40-30-30	1,10	2,75	a
Tierra de Huerta + Estiércol + Ecoabonaza	50-20-30	1,07	2,29	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Humus	50-20-30	1,05	2,20	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway	50-20-30	1,07	2,37	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	50-20-30	1,05	2,42	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	50-20-30	1,07	2,27	bc
Suelos Agrícola + Arena + Bioway	50-20-30	1,05	2,26	bc
Suelos Agrícola + Arena + Ecoabaonaza	50-20-30	1,06	2,31	bc
Suelo Agrícola + Arena + Humus	50-20-30	1,08	2,29	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	50-20-30	1,07	2,32	bc
Suelo Agrícola + Arena	50-50	1,05	2,12	c
Promedio		1,07	2,42	
Significancia estadística		ns	**	
Coeficiente de variación %		2,94	1,41	

Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente Tukey al 5 % de significancia.

d.d.s: Días después de la siembra.

Ns: No significativo **: alta significancia

La evaluación a los 120 días después de la siembra, encontró que el tratamiento Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway (2.75 cm) fue estadísticamente superior a los demás. El menor promedio estuvo con Suelo Agrícola + Arena (2.12 cm).

4.4. Emisión foliar

En el Cuadro 4, se observan los promedios de la emisión foliar obtenidos en el ensayo. Se registró alta significancia estadística; siendo el coeficiente de variación 1.43 %.

Cuadro 4. Promedios de emisión foliar total, en el estudio de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosificación	Número de hojas 120 días	
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	40-30-30	24,40	bc
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	40-30-30	25,29	ab
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	40-30-30	27,75	a
Tierra de Huerta + Estiércol + Ecoabonaza	50-20-30	22,79	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Humus	50-20-30	22,32	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway	50-20-30	24,77	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	50-20-30	22,12	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	50-20-30	22,72	bc
Suelos agrícola + Arena + Bioway	50-20-30	22,67	bc
Suelos Agrícola + Arena + Ecoabaonaza	50-20-30	22,63	bc
Suelo Agrícola + Arena + Humus	50-20-30	22,70	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	50-20-30	23,07	bc
Suelo Agrícola + Arena	50-50	20,20	c
Promedio		23,54	
Significancia Estadística		**	
Coeficiente de variación %		1,43	

Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** : alta significancia

La evaluación a los 90 o 120 días determinó igualdad estadística entre los tratamientos Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway (27.75 hojas) y Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus (25.29 hojas), siendo estos estadísticamente iguales entre si y superiores al resto de tratamientos. Suelo Agrícola + Arena con 20.20 hojas, reportó el menor número.

4.5. Longitud radicular

Los promedios de longitud radicular obtenidos en el ensayo, se muestran en el Cuadro 5. Se registró alta significancia estadística, con un coeficiente de variación 1.45 %.

Cuadro 5. Promedios de longitud radicular, en el estudio de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Dosificación	Longitud (cm)	
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	40-30-30	10,35	bc
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	40-30-30	10,97	ab
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	40-30-30	11,25	a
Tierra de Huerta + Estiércol + Ecoabonaza	50-20-30	10,67	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Humus	50-20-30	10,55	bc
Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway	50-20-30	10,64	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	50-20-30	10,34	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	50-20-30	10,90	bc
Suelos agrícola + Arena + Bioway	50-20-30	10,43	bc
Suelos Agrícola + Arena + Ecoabaonaza	50-20-30	10,22	bc
Suelo Agrícola + Arena + Humus	50-20-30	10,30	bc
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	50-20-30	10,17	bc
Suelo Agrícola + Arena	50-50	10,02	c
Promedio		10,60	
Significancia Estadística		**	
Coeficiente de variación %		1,45	

Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente según Tukey al 5% de significancia.

** : alta significancia

El tratamiento Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway presentó la mayor longitud radicular con 11.25 cm, siendo estadísticamente igual a Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus con 10.97 cm y superior al resto de tratamientos. El tratamiento Suelo Agrícola + Arena con 10.02 cm, reportó el menor número.

4.6 Análisis económico.

En el Cuadro 6, se presentan los valores del análisis económico de los tratamientos evaluados en el ensayo.

La mayor utilidad neta se presentó en el tratamiento Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway con \$ 705,35, obteniéndose el menor ingreso en el tratamiento Suelo Agrícola + Arena con \$ 669,65.

Tabla 1. Costos Fijos de tratamientos.

Costos fijos			
Concepto	Unidades	Costo	Subtotal
Fundas de vivero	4000	0,01	40
Llenado de funda	4000	0,009	36
Control de malezas	Jornal	7	14
Control de plagas	Jornal	7	14
Riegos	Jornal	8	8
Varios	Unidad	1,6	1,6
		total	113,60

Cuadro 6. Análisis económico en el estudio de varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo en la zona de Babahoyo, 2014.

Tratamientos	Costos Variables/m ³	Costos Fijos	Costos Producción	Plantas producidas	Ingresos \$	Utilidad \$
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Ecoabonaza	23,40	113,60	137,00	3325,00	831,25	694,25
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus	30,60	113,60	144,20	3325,00	831,25	687,05
Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway	22,00	113,60	135,60	3325,00	831,25	695,65
Tierra de Huerta + Estiércol + Ecoabonaza	13,80	113,60	127,40	3325,00	831,25	703,85
Tierra de Huerta + Estiércol + Humus	21,00	113,60	134,60	3325,00	831,25	696,65
Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway	12,30	113,60	125,90	3325,00	831,25	705,35
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Ecoabonaza	22,20	113,60	135,80	3325,00	831,25	695,45
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Humus	29,40	113,60	143,00	3325,00	831,25	688,25
Suelos agrícola + Arena + Bioway	33,60	113,60	147,20	3325,00	831,25	684,05
Suelos Agrícola + Arena + Ecoabonaza	33,60	113,60	147,20	3325,00	831,25	684,05
Suelo Agrícola + Arena + Humus	40,80	113,60	154,40	3325,00	831,25	676,85
Suelo Agrícola + Tamo de arroz + Bioway	22,20	113,60	135,80	3325,00	831,25	695,45
Suelo Agrícola + Arena	48,00	113,60	161,60	3325,00	831,25	669,65

Costo de plántula= \$0,25

Costos de materiales m³= Arena \$ 20, Tamo de arroz \$ 1, Estiércol \$ 2, Bioway \$ 4, Humus \$ 12, Ecoabonaza \$ 4, Tierra de Huerta \$ 6, Suelo Agrícola \$ 12.

V. DISCUSIÓN

Obtenidos los resultados en la presente investigación se determinó que el uso de mezclas de varios sustratos en plántulas de café, tuvo incidencia sobre el crecimiento del cultivo en vivero.

Con la utilización de sustratos en la siembra de semillas de café, se encontró que influyeron significativamente sobre el crecimiento, esto debido a que los sustratos deben poseer características propias que faciliten el desarrollo del cultivo, esto es corroborado por Urrestarazu (2004) quien menciona que un sustrato no se debe degradar física o químicamente. Así mismo el sustrato a utilizar, debe ser clasificado según el cultivo se realiza en invernadero o en campo abierto. Además de estos cultivos de exterior necesitan sustratos más pesados para evitar el volcamiento de las plantas.

Adicionalmente los análisis estadísticos demuestran que la mezcla de Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway, con una dosificación del 40-30-30 %, logran un incremento en las condiciones agronómicas de las plántulas de café, debido a que los mismos al poner los nutrientes a disposición de la planta de una manera más adecuada y distribuida, activan procesos de acelerado crecimiento, ya que la planta tiene los nutrientes en las etapas de máximo desarrollo y soporte radicular. Esto se explica con lo manifestado por Palencia *et al* (2009), quien menciona que la disponibilidad de sustratos con buenos niveles de fertilidad es básica, pues induce un rápido y sólido desarrollo de patrones y clones. Manifiesta también que se deben generar recomendaciones acerca del uso de productos microbiológicos en sustratos para cultivos de viveros. El enriquecimiento de sustratos con hongos simbióticos como las micorrizas y otros, contribuye a la formación de plantas de mejor calidad y más vigorosas.

Hay que tomar en consideración que la utilización de sustratos específicos en mezcla y tipo para crecimiento de plántulas de café, logran una mejora visual del cultivo, debido a que ellos tienen en su composición química un adecuado balance nutricional y materia orgánica.

Hay que tener cuidado con la relación C:N en el sustrato, por lo tanto la mezcla a utilizar debe tener las cantidades adecuadas de la misma para evitar afectaciones sobre las plántulas, tal como lo manifiesta Azofeifa (2009), que el proceso de biotransformación de la MO, requiere de condiciones importantes como temperatura, aireación, humedad y relación C/N. utilizando de esta manera una adecuada Relación Carbono (C): Nitrógeno (N), estando esta en valores de (25-30:1), esta relación logra que los nutrientes estén disponibles para la planta en el menor tiempo con las menores pérdidas de nitrógeno.

El mayor incremento en el crecimiento de plántulas se logró con la utilización del suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway. Este sustrato incentiva al cultivo a lograr un crecimiento relativamente parejo y sostenido, lo cual es previsible ya que la aportación balanceada de nutrientes en esta mezcla y su mejor distribución en el sistema radicular estimula el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas maximizando su potencial productivo. En lo referente a las variables todas presentaron significancia estadística. Lo que permite ver que la influencia de los fertilizantes en los suelos del ensayo, no afectan estas variables sino directamente el rendimiento del cultivo. La mejor utilidad económica se obtiene con el empleo de sustrato, tierra de Huerto + Estiércol + Bioway, por su bajo costo en la mezcla de los sustratos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se delinear las siguientes conclusiones:

1. Las fuentes de sustrato con Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway influyó significativamente en las variables altura de planta, área foliar, diámetro de tallo, número de hojas por planta y longitud de raíz.
2. Los tratamientos donde se utilizó Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway, tuvieron mayor diámetro de tallo con incrementos de entre 12-15 %, con relación al testigo.
3. Se observó mejor respuesta a proporciones de 40-30-30 en la mezcla de Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway, con incrementos del 15-24 % en biomasa.
4. El tratamiento donde se mezcló Suelo Agrícola + Arena, presentó un comportamiento menos eficiente con relación a los demás tratamientos, disminuyendo el crecimiento de las plántulas.
5. Plantas con mayor altura y características agronómicas se lograron con la mezcla Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway y Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Humus, que obtuvieron rangos altos en los periodos de evaluación.
6. Se logró mayor utilidad económica donde se utilizó Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway en la mezcla 50-20-30, con una utilidad de \$ 705,35.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Emplear el sustrato Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway en dosificación de 40-30-30 % de la mezcla, para mejorar el crecimiento y desarrollo de plántulas de café en vivero.
2. Mejores ingresos se obtienen aplicando Tierra de Huerta + Estiércol + Bioway por sus bajos costos.
3. Realizar investigaciones con otras fuentes y dosis, bajo otras condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

El café es uno de los cultivos más importante y cultivado, no sólo en el Ecuador sino del mundo, por tal motivo es de mucha importancia económica y social. La ONU estima que se siembra en más de cuarenta países, siendo consumido por más del 50 % de la población en estos lugares. En el Ecuador se estima que se cultivan 300.000 ha aproximadamente; principalmente en las provincias del Guayas y Los Ríos. Presenta un rendimiento promedio nacional de 350 kg/ha, el cual es considerado bajo con relación a otros países. La provincia de Los Ríos, produce café en aproximadamente 62.000 ha, de las cuales el 70 % no se encuentra tecnificado.

El objetivo de esta investigación fue evaluar varios tipos de sustratos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo. El trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo”, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km. 7½ de la vía Babahoyo - Montalvo. Se investigó la variedad de café caturra rojo, con 13 tratamientos con varios sustratos, en parcelas de 20 fundas, que se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad. Durante el ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, área foliar, diámetro de tallos, número de hojas por planta, longitud de raíz.

Los resultados determinaron que la mezcla del sustrato Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway, inciden sobre el crecimiento y desarrollo de las plántulas en el vivero, estimulando el aumento de biomasa y alargamiento radicular, afectando su desarrollo positivamente. El mejor tratamiento fue la dosificación de 40/30/30 de Suelo Agrícola + Tierra de Huerta + Bioway, el mismo que logró incrementos de entre el 15-24 % de la biomasa, lo que representa un ingreso neto de \$702,35 por metro cubico de material, y el mejor incremento económico se obtuvo aplicando mezcla de tierra de Huerto + Estiércol + Bioway con un \$ 705.35 porque el costo de mezcla es bajo.

VIII. SUMMARY

Coffee is one of the most important and cultivated crops, not only in Ecuador but of the world, for this reason it is of great economic and social importance. The UN estimates that is planted in over forty countries, being consumed by more than 50 % of the population in these places.

In Ecuador it is estimated that approximately 300,000 ha are cultivated; mainly in the provinces of Guayas and Los Rios. Presents a national average yield of 350 kg/ha, which is considered low compared to other countries. The Los Rios province, produces coffee in about 62,000 ha, of which 70 % is not modernized.

The objective of this research was to evaluate various types of media in the reproduction of Arabica coffee seedlings (*Coffea arabica*) in the Babahoyo. The research was conducted in the grounds of the Experimental Farm "San Pablo", Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at Km 7,5 of satellite Babahoyo-Montalvo. Red Caturra variety coffee was investigated with 10 treatments with various substrates in plots of 20 cases, which were distributed in a completely randomized design blocks. For the evaluation of the average Tukey test at 5 % probability was used. During the crop cycle were evaluated: plant height, leaf area, stem diameter, number of leaves per plant, root length.

The results showed that the mixture of substrate Agricultural Soil Land + Huerta + Bioway, affect the growth and development of seedlings in the nursery, stimulating increased biomass and root elongation, positively affecting their development. The best treatment was the dosage 40/30/30 Agricultural Land + Huerta + Bioway floor, the same as achieved increases of between 15-24 % of the biomass, which represents a net income of \$ 702.35 per meter cubic material.

IX. LITERATURA CITADA

AGRIPAC S.A. 2010. Mixpac, nueva solución para el agro. Revista AGRIPAC DIRECTO, Disponible en www.agripac.com.

Alvarado, M., Rojas, G. 2004. El cultivo y beneficiado del café. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 184 p.

Anecafe. 2009. Manual del cultivo de café para pequeños productores. CORPEI. Guayaquil. pp 10-13.

Azofeifa, M. 2009. Restos de cosecha no es igual a materia orgánica funcional. Revista AGRIPAC Directo (Ecuador) No. 15. p 10-11.

Ballester, J. 1992. Substratos para el cultivo de plantas ornamentales. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid. Divulgadoras Número 11/92 HD. 44 p.

COFENAC. 2004. Consejo Nacional Cafetalero Zonificación cafetalera del Ecuador para la producción de café de especialidades. COFENAC. Boletín Divulgativo N°101. P 23-55.

Contreras, J. 2002. Evaluación de medios de crecimiento de café (*Coffea arabica* L.) trasplantado a bolsa de polietileno. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 49 p.

Chávez, D. 2006. +efecto del nitrógeno y fosforo en plántulas de café (*Coffea arabica* L.) en bolsa con dos métodos de crecimiento. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 55 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA-FENACAFE. 2008. Tecnología del cultivo del café. Sexta edición. Manizales, Col. p. 157-158.

Fonteno, D. 1999. Sustratos: tipos y propiedades físicas químicas. En: Agua, sustratos y nutrición. David W. Reed, Editor. Trad. M. Pizano. Hortitécnia, Bogotá. pp. 93-123.

García de, M. 2008. Paquete Tecnológico para la producción de café. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). p. 37-38.

González, M. 2007. Nutrición foliar de minerales y solutos orgánicos. Documento interno. Dirección de Investigación. Microfertisa. Bogotá. 31 p.

Hartmann, H., Kester, D. 2007. Propagación de plantas, principios y prácticas. 2 ed. Trad. Por Antonio Marino. México. CECSA. 790 p.

INFOJARDIN. 2010. Humus de lombriz (en línea). Consultado 11 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.infoagro.com.html>.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2008. Fertilización de los diversos cultivos. Manual de Asistencia Técnica N°45. Centro de Investigaciones. Tibaitata - Colombia. pp. 59.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP.2007. Manual del cultivo de café. Manual nº 14. Programa a nacional del Café. Estación Experimental Pichilingue. Quito-Ecuador. 220 p.

Irigoyen, J. 2007. Pasos para la producción apropiada de viveros de café. PROCAFE, Nueva San Salvador, El Salvador. 4 p.

Irigoyen, J. 2006. Producción de viveros de café en “tubetes” o “conos maceteros”. Boletín técnico. PROCAFE, Nueva San Salvador. El Salvador. 8 p.

Julca, A., Solano, W., Crespo, R. 2005. Crecimiento de *Coffea arabica* variedad Caturra Amarillo, en almácigos con sustratos orgánicos en Chanchamayo,

selva central del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Dpto. de Fitotecnia. Apto. 456. La Molina. Lima, Perú 15:16-19.

Ministerio de Agricultura de Costa Rica-Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA. 2008. Manejo del cultivo de café en cordillera. Disponible en http://www.senasa.gob.cr/sanidad_vegetal

Narváez, M. 2009. Manejo de plantaciones de café: usos de biológicos. Revista El Caficultor. Quito, Ecuador. 20-65 p.

Navarro-Pedreño, J., Moral-Herrero, L., Gómez-Lucas, V., Mataix-Beneyto, G. 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. 108 pp.

Ospina, J. 2002. Colombia cafetera. Manual técnico de cultivo. Centro de Investigación Agrícola Tropical. Colombia. pp 45-54.

Palencia, G., Gómez, R. y Guiza, O. 2009. El cultivo del café en Colombia. Revista CORPOICA. Bogota. no. 45:48-59.

PRONACA. 2011. Manual y catálogo de productos agrícolas. Disponible en www.pronaca.com.

Quiroz, J. y Amores, F. 2002. Rehabilitación de plantaciones tradicionales de cacao en el Ecuador. Manejo Integrado de Plagas. N° 63: p7380.

Restrepo, J. 2005. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas / Jairo Restrepo Rivera. 1a ed. -- Managua : SIMAS. 262 p

Kononova, M. 2002. Materia Orgánica del Suelo. Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Oikostau, S. A. Barcelona, 365p.

Suquilanda, M. 2003. Producción orgánica de hortalizas en la sierra norte y central del Ecuador. Editorial-Universidad Central del Ecuador. p 240.

Vera, R., Gómez, P. Kervyn, J., Verduga, C. 2008. Manejo Agronómico, cosecha y post-cosecha del café. COREMANABA, CORECAF. Manual Divulgativo. Manta-Ecuador. 32 p.

Urrestarazu, M. 2004. Tratamiento de cultivos sin suelo. Revista Horticultura . ed Mundipresa. Ref:4079. p 13-15.

Shintani, M. 2000. Chemistry of Soil Organic Matter. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 241p.

ANEXOS

a. Distribución de fundas

X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X
X	X	X	X

b. Distribución de parcelas

T2
T1
T13
T12
T9
T5
T7
T4
T8
T10
T6
T11
T3

T1
T8
T5
T13
T10
T4
T7
T11
T3
T9
T6
T12
T2

T8
T12
T1
T11
T5
T4
T10
T6
T7
T9
T3
T2
T13

c. Características del lote experimental

Tratamientos: 13

Repetición: 3

Total parcelas: 39

Número de plantas por unidad experimental: 20

Número total de plantas: 780

Ancho de la unidad experimental: 2 m

Largo de unidad experimental: 1 m

Distancia entre tratamiento: 2 m

Área unidad experimental: 2 m²

Área de bloque: 16 m²

Área Total de Bloques: 48 m²

Área Total del Ensayo: 80 m²

Altura de planta, 30 días

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	30.335938	3.370660	5.6221	0.000
Bloques	2	137.554688	45.851563	76.4783	0.000
Error	24	16.187500	0.599537		
Total	38	184.078125			

C.V. = 1.440487%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	5.125000
2	5.500004
3	5.600002
4	5.424999
5	5.200005
6	5.325001
7	5.125000
8	5.400002
9	5.4149992
10	5.250005
11	5.234999
12	5.549999
13	5.275002

Altura de planta, 120 días

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	354.750000	39.416668	5.6760	0.000
Bloques	2	1652.250000	550.750000	79.3080	0.000
Error	24	187.500000	6.944445		
Total	38	2194.500000			

C.V. = 1.422988%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	18.500000
2	18.699982
3	19.550003
4	18.100006
5	18.300003
6	18.100006
7	18.025009
8	18.550012
9	18.110006
10	18.320003
11	18.300006
12	18.950003
13	18.175003

Área foliar, 120 días

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	34.304688	3.811632	5.7249	0.000
Bloques	2	154.312500	51.437500	77.2568	0.000
Error	24	17.976563	0.665799		
Total	38	206.593750			

C.V. = 1.426948%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	57.599998
2	57.974998
3	59.150002
4	56.875000
5	56.574997
6	57.750000
7	56.525002
8	56.800003
9	56.405002
10	56.615002
11	56.755002
12	56.974998
13	55.599998

Área foliar, 60 días

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	5.058594	0.562066	5.0685	0.001
Bloques	2	23.623047	7.874349	71.0078	0.000
Error	24	2.994141	0.110894		
Total	38	31.675781			

C.V. = 1.486309%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	22.575001
2	22.724998
3	23.150000
4	22.275000
5	22.174999
6	22.625000
7	22.150000
8	22.200002
9	22.250002
10	22.220002
11	22.310002
12	22.325001
13	21.799999

Diámetro de tallo, 30 días

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	0.012253	0.001361	1.3744	0.247
Bloques	2	0.060764	0.020255	20.4480	0.000
Error	24	0.026745	0.000991		
Total	38	0.099762			

C.V. = 2.934546%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	1.075000
2	1.100000
3	1.100000
4	1.075000
5	1.050000
6	1.075000
7	1.050000
8	1.075000
9	1.050000
10	1.060000
11	1.080000
12	1.075000
13	1.050000

Diámetro de tallo, 120 días

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	6.093750	0.677083	5.6727	0.000
Bloques	2	28.162109	9.387370	78.6491	0.000
Error	24	3.222656	0.119358		
Total	38	37.478516			

C.V. = 1.414315%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	2.475001
2	2.750000
3	2.274998
4	2.299999
5	2.200001
6	2.374999
7	2.425000
8	2.275000
9	2.260000
10	2.310000
11	2.290000
12	2.325001
13	2.125002

Emisión Foliar

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	156.625000	17.402779	5.5279	0.000
Bloques	2	287.125000	95.708336	30.4015	0.000
Error	24	85.000000	3.148148		
Total	38	528.750000			

C.V. = 1.436130%

TABLA DE MEDIAS

Tratamiento	Media
1	24.400002
2	25.299995
3	27.750000
4	22.799995
5	22.325005
6	24.774994
7	22.125000
8	22.724998
9	22.674998
10	22.635998
11	22.702498
12	23.075005
13	20.200005

Longitud Radicular

Analisis de varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	118.375000	13.152778	5.4063	0.000
Bloques	2	649.375000	216.458328	88.9724	0.000
Error	24	65.687500	2.432870		
Total	38	833.437500			

C.V. = 1.449597%

Tabla de medias

Tratamiento	Media
1	10.349998
2	10.125000
3	11.250000
4	10.974998
5	10.550003
6	10.649994
7	10.349991
8	10.900002
9	10.430002
10	10.220002
11	10.300002
12	10.175003
13	10.025003



Figura 1. Sustratos del trabajo.



Figura 2. Germinación de semillas.



Figura 3. Distribución de los tratamientos en campo.



Figura 4. Características agronómicas y manejo agronómico del material y desarrollo vegetativo de las plantas.



Figura 5. Medición de diámetro de tallo y peso.



Figura 6. Incidencia de plagas.



Figura 7. Ubicación del ensayo.



Figura 8. Conteo de hojas.