



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L) variedad caturra.

Elaborado por:

Br. Marvin Gustavo Sotelo Reyes
Br. Jorge Alberto Téllez Páramo

Asesores:

Ing. Martha Moraga Quezada
MSc. Juan Avelares Santos
Ing Agr. Pedro Moraga Quezada

Managua, Nicaragua
24 de mayo de 2007



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION VEGETAL

TRABAJO DE DIPLOMA

Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato en la producción de plántulas de café (*Coffea arabica* L) variedad caturra.

Elaborado por:

Br. Marvin Gustavo Sotelo Reyes
Br. Jorge Alberto Téllez Páramo

Asesores:

Ing. Martha Moraga Quezada
MSc. Juan Avelares Santos
Ing Agr. Pedro Moraga Quezada

Presentado a la consideración del honorable Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo Generalista

Managua, Nicaragua
24 de mayo de 2007

DEDICATORIA

A **Dios** ser supremo por darme la capacidad, sabiduría y guiarme para concluir mi carrera universitaria.

A mi Madre **Maria de los Angeles Páramo**, por ser fuente de toda energía, al haberme formado con tanto amor y sacrificio.

A mi Padre **Eduardo Téllez**, por ser un pilar fundamental en toda la trayectoria de mi vida.

A mis **hermanos** que con su apoyo me dan la fuerza para seguir adelante en mi vida profesional, en especial a mi hermano **Carlos Eduardo Téllez** por ser un gran apoyo en mi vida de estudiante.

A mis hijos **Heissel Ivonne** y **Norman Gustavo Téllez Guadamuz**, por ser una gran inspiración al momento que vinieron a este mundo.

A todos aquellos familiares y amigos que en algún momento de su vida me brindaron su apoyo.

Jorge Alberto Téllez Páramo

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación representa el esfuerzo por alcanzar una de mis metas propuestas en el lapso de mi vida, que es obtener el título de ingeniero agrónomo.

Dedico en primer lugar a **Dios**, todo poderoso creador del cielo y de la tierra, por haberme dado la vida, sabiduría y constancia necesaria para enfrentar los retos que se presentan en el transcurso de mi vida.

A mis queridos padres: **Wilfredo de los Santos Sotelo** y **Maria del Socorro Reyes**, ya que han sido el eje fundamental de mi formación con sus ejemplos y dedicación e impulsores para alcanzar todas mis metas, por todo el amor, abnegación y apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida, por sus sabios consejos que me han permitido ser un Hombre de bien y por su incondicional apoyo económico que con mucho sacrificio permitieron culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos: **Marlon** y **Marjorie Sotelo Reyes** por compartir mi primera escuela con ellos nuestra familia.

A mis abuelas: **Paula Sotelo (q.e.p.d.)** y **Ana Lillian Reyes** por haberme apoyado de diferentes maneras en mi formación educativa.

A mi novia **Ana Mariéluz Sandoval** quien siempre me brinda su amor y cariño, apoyándome a cumplir mis metas.

Marvin Gustavo Sotelo Reyes

AGRADECIMIENTO

Muchos fueron los obstáculos que tuvimos en nuestro camino, pero siempre existieron personas que nos brindaron su mano para poder continuar y concluir con éxito nuestro trabajo investigativo:

A **DIOS** por darnos la fuerza necesaria para llegar a alcanzar una de nuestras metas.

A los asesores: **Ing. Martha Moraga Quezada, Ing. MSc. Juan Avelares, Ing. Pedro Moraga Quezada**, por darnos la oportunidad de llevar a cabo esta investigación la cual nos permitió concluir satisfactoriamente uno de nuestros más grandes anhelos, además por el apoyo y el tiempo empleado en todos los momentos del desarrollo de la investigación.

Jardín Botánico de UNICAFE por la experiencia y aportes al trabajo y a sus trabajadores de campo que montaron el ensayo

Al programa de fondos **PACI** (Programa Apoyo Concejo Investigación) por el financiamiento en la ejecución de este trabajo investigativo.

Al **Dr. Freddy Alemán** director del **DIEP** por el apoyo financiero recibido de los fondos PACI.

Al personal docente y administrativo de la **FAGRO**, por el apoyo brindado a través de los años de nuestra carrera.

Al programa de servicios estudiantiles de la **Universidad Nacional Agraria**, por permitimos ingresar al programa de becas y al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (**CENIDA**) de nuestra alma mater por su valiosa colaboración la que fue de mucha importancia para nuestra formación profesional.

La amistad y el deseo de ser mejores cada día sean el motor de alcanzar nuestras metas y anhelos.

A todos ellos nuestro más profundo agradecimiento

Jorge Alberto Téllez Páramo
Marvin Gustavo Sotelo Reyes

INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	v
INDICE DE TABLA	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
I. INTRODUCCION	1
II. REVICION DE LITERATURA	5
2.1 Generalidades del cultivo	5
2.2 Importancia económica	5
2.3 Aspectos nutricionales del cultivo	6
2.3.1 Nutrientes primarios	6
2.3.2 Nutrientes secundarios	7
2.3.3 Micronutrientes	8
2.4 Importancia del vivero de café	9
2.5 Generalidades y características del humus de lombriz	9
2.5.1 Humus de lombriz	9
2.5.2 Ventajas del humus de lombriz para el uso agrícola	10
2.5.3 Características del humus de lombriz	10
2.5.4 Valor nutricional del humus de lombriz	12
2.5.5 Valores fitohormonales del humus de lombriz	13
2.6 Generalidades y características del compost	13
2.6.1 Compost	13
2.6.2 Ventajas del compost para el uso agrícola	14
2.6.3 Características del compost	14
2.6.4 Valor nutricional del compost	16
III. MATERIALES Y METODOS	17
3.1 Descripción del sitio experimental	17

3.2	Descripción del diseño experimental	18
3.3	Descripción de los tratamientos	18
3.4	Características de los sustratos	19
3.5	VARIABLES A EVALUAR	19
3.5.1	Durante el crecimiento de la plántula	20
3.5.2	Al momento del trasplante	20
3.6	Análisis estadístico	21
3.7	Análisis foliar	21
3.8	Análisis económico	21
3.9	Manejo agronómico	22
3.9.1	Etapas de semillero	22
3.8.2	Etapas de vivero	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSION		24
4.1	VARIABLES DURANTE EL CRECIMIENTO	24
4.1.1	Altura de planta	24
4.1.2	Diámetro de tallo	27
4.1.3	Promedio de hojas	29
4.1.4	Promedio de crucetas	30
4.2	VARIABLES AL MOMENTO DEL TRASPLANTE	32
4.2.1	Longitud de raíz	32
4.2.2	Peso fresco	33
4.2.3	Peso seco	34
4.3	Análisis foliar	35
4.3.1	Nitrógeno (N)	36
4.3.2	Fósforo (P)	36
4.3.3	Potasio (K)	36
4.3.4	Calcio (Ca)	37
4.3.5	Magnesio (Mg)	37
4.4	Análisis económico	38
4.4.1	Análisis de los costos de producción de las plantas sobre las variables evaluadas al momento del trasplante.	40
V. CONCLUSIONES		42
VI. RECOMENDACIONES		43
VII. BIBLIOGRAFIA		44
VIII. ANEXOS		49

INDICE DE TABLAS

Nº TABLA	CONTENIDO	Pág
TABLA 1	Tratamientos de humus de lombriz, compost y suelo, utilizados en vivero de café, en el Jardín Botánico, Masatepe, Masaya, 2005.	18
TABLA 2	Resultado análisis químico a los sustratos en estudio (Humus de lombriz, Compost y Suelo)	19
TABLA 3	Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre el promedio de crucetas en las plantas de café al momento del transplante. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya, de Junio a Diciembre de 2005.	31
TABLA 4	Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre la longitud de raíz, peso fresco y seco de planta en las plantas de café al momento del transplante. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya, de Junio a Diciembre de 2005	35
TABLA 5	Resultado del análisis foliar de los tratamientos en estudio	38
TABLA 6	Análisis económico del costo unitario (U\$) por planta	39
TABLA 7	Relación Beneficio/Costo obtenida en el ensayo	40
TABLA 8	Costos unitarios de producción de plantas por tratamiento al momento del transplante en relación a las variables evaluadas y su grado de significancia	41

INDICE DE FIGURAS

Nº FIGURA	CONTENIDO	Pág
FIGURA 1	Condiciones ambientales, temperatura (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%) en el Jardín Botánico, Masatepe, Masaya, 2005.	17
FIGURA 2	Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre la altura (cm) en las plantas de café. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.	25
FIGURA 3	Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre el diámetro de tallo (cm) en las plantas de café. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.	28
FIGURA 4	Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre el promedio de hojas en las plantas de café. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.	30

INDICE DE ANEXOS

Nº ANEXO	CONTENIDO	Pág
ANEXO 1	Plano de campo	50
ANEXO 2	Prueba de efecto de tratamientos en el tiempo sobre la Altura de planta .	51
ANEXO 3	Prueba de efecto de tratamientos en el tiempo sobre el Diámetro de Tallo.	51
ANEXO 4	Prueba de efecto de tratamientos en el tiempo sobre el promedio de hojas.	51
ANEXO 5	Fotos del ensayo en el Jardín Botánico (UNICAFE).Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.	52

RESUMEN

El presente trabajo experimental se efectuó en el Centro Experimental de café del Pacífico de Nicaragua UNICAFE (Jardín Botánico), ubicado en el municipio de Masatepe, Masaya, desde Junio a Diciembre de 2005, con el objetivo de determinar el efecto de diferentes porcentajes de sustrato de humus de lombriz, compost y suelo en la producción de plántulas de café. El ensayo se enmarcó en un diseño experimental completamente al azar, con un total de diez tratamientos y cuatro repeticiones, utilizando la variedad de café Caturra. Los tratamientos evaluados fueron el T₁: Humus de lombriz (25%) + suelo (75%), T₂: Humus de lombriz (50%) + suelo (50%); T₃: Humus de lombriz (75%) + suelo (25%); T₄: Humus de lombriz (100%); T₅ Compost (25%) + suelo (75%); T₆: Compost 50% + suelo (50%); T₇: Compost (75%) + suelo (25%); T₈: Compost (100%); T₉: Suelo (100%); T₁₀: Humus de lombriz + Compost + Suelo (33.3% c/u). Los datos obtenidos de las variables altura de planta, diámetro de tallo y promedio de hojas se analizaron por medio del análisis de mediciones repetidas en el tiempo y para las variables longitud de raíz, peso fresco y seco de planta y promedio de crucetas se realizó el análisis de varianza. Los tratamientos que mejor se comportaron en cuanto a altura de planta fueron el T₅ y T₇, con alturas promedios de 29.46 y 30.71 cm respectivamente. En el diámetro de tallo los mejores resultados se presentaron en los tratamientos T₅ y el T₇, alcanzando diámetros promedios de 0.44 y 0.43 cm respectivamente. En cuanto al promedio de hojas el T₃ mostró siempre el mayor promedio de hojas con 15 hojas seguido del T₅ con 13 hojas. En cuanto al promedio de crucetas el T₃ y el T₅ presentaron el mayor promedio de crucetas con 1.42 y 1.25 respectivamente. En la variable longitud de raíz los tratamientos no presentaron diferencias significativas; sin embargo los mayores promedios lo obtuvieron los tratamientos T₃ con 20.12 cm y el T₅ con 19.41 cm. En el peso fresco de las plantas los tratamientos que presentaron mejor efecto fueron el T₃ y el T₇, con 73 g y 63 g, respectivamente. En cuanto al peso seco los mejores tratamientos fueron el T₃ y el T₇, con 28.25 g y 26.5 g, respectivamente. El análisis económico mostró que el T₅ obtuvo el mayor beneficio neto con 0.07 dolares por planta vendida.

I. INTRODUCCIÓN.

El café (*Coffea arabica* L) es una planta perenne de consistencia leñosa, originaria de las montañas de Abisinia (Etiopía) en la provincia de Kafta, al suroeste, en montañas de 1000 a 2000 msnm, con temperaturas promedio de 10-28 °C (Blanco, 1984).

La caficultura nicaragüense está dotada de una enorme riqueza al contar con suelos volcánicos y climas especiales que permiten la producción de cafés de alta calidad. En Nicaragua, hay más de 30,000 familias cafetaleras repartidas entre el Mombacho, Carazo, Boaco, Matagalpa, Jinotega, Chinandega y las Segovias (Guharay *et al.*, 2000).

La agricultura es un importante sector económico de Nicaragua y emplea a casi un tercio de la mano de obra del país. El café ha sido y es el principal rubro de exportación de Nicaragua. Según IICA (2004), es el principal generador de trabajo en el área rural y su contribución al PIB nacional es significativa, representando consistentemente cerca del 25 por ciento del valor total de las exportaciones agrícolas del país (un 85% de la producción se vende en el mercado externo y un 15 por ciento se consume localmente), además, la cadena nacional de café es un conglomerado de agroindustrias conformado por miles de agentes (pequeños, medianos y grandes productores, procesadores primarios, industriales, exportadores y empresas proveedoras de insumos para la producción primaria y el primer procesamiento) por lo que su peso en la economía nacional es significativo.

La crisis cafetalera a nivel mundial ha desafiado nuestra caficultura para obtener productos cada día de mejor calidad, que vienen a ser la llave de entrada a los diversos sectores del mercado (Gutiérrez *et al.*, sin fecha), siendo el café orgánico, amigable con el ambiente, el que puede incursionar y competir en el mercado internacional y recuperar los precios en los mercados justos y taza de la excelencia, que permitan a los productores de éste rubro tener cada día mejores condiciones y

calidad de vida, y que además contribuyan con el cuidado de la naturaleza de su entorno; para ello se requiere establecer estrategias de manejo encaminadas a producir en armonía con la naturaleza.

Actualmente, el café orgánico asciende a 1-2 % de los 5 billones de dólares americanos que mueve el mercado mundial de cafés especiales y su producción certificada se ha extendido en Latinoamérica, destacándose México con creces con un área de producción de 26,000 ha, seguido por Guatemala con 7,000 ha, Perú con 5,000 ha, El Salvador con 4,900 ha, Nicaragua con 1,400 ha y Costa Rica con 550 ha (Fischersworing *et al.*, 2001).

La caficultura ecológica presenta una alternativa para los pequeños y medianos caficultores, ya que se puede lograr una producción sostenible gracias al trabajo familiar y al aprovechamiento de los recursos de la finca en un sistema agroforestal cafetalero, que además del café provee un sin número de otras frutas, madera y ganadería. A largo plazo, estas fincas estarían en condiciones de sobrellevar cualquier crisis cafetalera y además serían las más rentables bajo iguales condiciones de mercado.

Castañeda *et al.*, (2001) menciona que en la caficultura moderna, toda la investigación científica y las labores culturales (agrícolas) están orientadas a la planta como único "elemento", en cambio, el manejo ecológico del café, dirige toda su actividad, investigación científica y labores culturales a la protección del suelo y a la potenciación de su fertilidad natural, entiende a las plantas y al entorno que les rodea (incluyendo al hombre) como parte de un todo, cuyas partes interactúan entre sí (enfoque integral holístico).

Para lograr lo antes mencionado se debe comenzar firme desde que se inicia el cultivo en el vivero, realizando actividades de prácticas sanas y amigables con el ambiente.

Según Fischersworrning *et al.*, (2001) el reciclaje de nutrientes dentro de la misma unidad productiva es uno de los principios fundamentales de la agricultura ecológica a través del cual se busca retribuir a la tierra buena parte de los nutrientes que se han extraído con la cosecha.

El uso de humus de lombriz y compost puede ser recomendado por su equilibrio nutricional y riqueza de microorganismos; además de brindar propiedades físicas y químicas que permiten un buen desarrollo de plántulas de café que permitan la producción de café orgánico.

En vista de la importancia que tiene un buen vivero de café y por otro lado considerando las exigencias de los consumidores de café al exigir productos libres de agroquímicos, en otras palabras café orgánico y además de no contar con datos científicos sobre la fertilización orgánica en vivero de café, se hace necesario realizar el siguiente trabajo de investigación.

El propósito de esta investigación es comparar los efectos que producen los diferentes porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo como sustrato en la producción de plántulas de café, para determinar la mejor dosis tomando en cuenta lo económico y la calidad nutricional de las plántulas de café y poder brindar una recomendación técnica de fertilización orgánica en viveros de café.

En vista de lo expuesto, se realizó la presente investigación para cumplir los siguientes objetivos:

Objetivo General

Determinar el efecto de diferentes porcentajes de sustrato de humus de lombriz, compost y suelo sobre las variables agronómicas en la producción de plántulas de café.

Objetivos específicos

Determinar la cantidad óptima de porcentajes humus de lombriz, compost y suelo que permitan mejores cualidades agronómicas en la producción de plántulas de café.

Determinar los costos de cada uno de los tratamientos para identificar cual de estos es el más económico y efectivo en la producción orgánica de plántulas de café.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Generalidades del cultivo

El café pertenece al género *Coffea* de la familia Rubiácea. De acuerdo a Chevalier, esta familia consta de 500 géneros y entre 6,000 a 8,000 especies de las cuales, una docena tiene interés desde el ángulo cafetalero. Del género *Coffea*, la especie más importante es *Coffea arabica*, en estas se encuentran los cultivares más importantes explotados como cafés suaves: Caturra, Catuai.

La planta del café arábico se forma normalmente de un solo eje o tallo central en cuyo extremo presenta una parte meristemática en continuo crecimiento, lo que origina la formación de nudos y entrenudos. En los primeros ocho ó diez nudos de una planta joven solo se forman hojas, a partir de ahí se forman ramas laterales o bandolas. El alargamiento del tallo y ramas de forma continua, sumados al crecimiento vertical, da a la planta un aspecto cónico (UNICAFE, 1996).

La producción exitosa del café esta fuertemente condicionada por factores ambientales, entre los cuales cabe destacar la temperatura, precipitación, radiación solar, viento y suelos. Considerando lo anterior tanto los excesos como los faltantes de un factor o elementos ambientales pueden tornarse limitantes para el cultivo.

2.2 Importancia económica

El cultivo del café constituye la actividad de mayor importancia económica para el país. Es el principal producto de exportación y durante la década de los noventas ha representado alrededor de un tercio del valor agregado agrícola. Según MAGFOR (2004), en el cierre del ciclo agrícola 2003/2004 a nivel nacional, la producción de café alcanzó un volumen de 82,558,403.2 kg oro (1, 820,000 quintales oro), en una superficie en producción de 116,083.6 ha (165,220 manzanas), obteniéndose un rendimiento promedio de 710.2 kg oro por hectárea (11 quintales oro por manzana). UNICAFE (2006) señala que en estimados de cosecha del ciclo cafetalero 2005/2006 a nivel nacional la producción de café alcanzaría un volumen de 83, 336,448.11 kg

(1, 837,152 quintales oro), en un área de producción de 122,401.35 ha (174,212 manzanas), obteniendo un rendimiento promedio de 681.12 kg por hectárea (10.55 oro por manzana).

Hasta el presente, la caficultura nicaragüense se ha caracterizado por ser una actividad intensiva en trabajo, con ciertas ventajas naturales que no han podido destacarse, y por producir un bien exportable primario (tratado como materia prima en los mercados internacionales). La mejora de los rendimientos de producción, de la calidad de los procesos y del producto semi-procesado (café verde), de la exportación de calidad, de la incursión en nichos de mercados, de la coordinación entre los agentes de la cadena nacional, parece ser la única vía (según experiencias en Costa Rica y Guatemala) para que esta importancia social y económica del café no se diluya con los efectos dramáticos que ello implica y que por el contrario, se logren ventajas competitivas duraderas (IICA, 2004).

2.3 Aspectos nutricionales del cultivo

UNICAFE (1996), plantea que las plantas utilizan 16 elementos químicos esenciales para su normal desarrollo. Tres de ellos: Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O), son tomados del agua y la atmósfera y 13 elementos provienen de la corteza terrestre, los que se agrupan en primarios, secundarios y micronutrientes.

2.3.1 Nutrientes primarios

Nitrógeno (N)

El cafeto demanda del Nitrógeno principalmente para su crecimiento. Este elemento participa activamente en la formación de madera, hojas, frutos y en la actividad fotosintética de la planta. Su deficiencia se manifiesta por amarillamiento del follaje que inicia en las hojas más viejas y se extiende hacia al ápice, produciendo la caída de las mismas, interfiere en el crecimiento de los frutos los que toman un color amarillo y se caen con facilidad (UNICAFE 1996).

Fósforo (P)

Participa en muchos procesos vitales para el crecimiento de las plantas y su ciclo normal de reproducción, ayuda al desarrollo de las plántulas y raíces. Su deficiencia se observa inicialmente en las hojas más viejas presentando manchas rojizas o pardo rojizas, produce caídas totales de las hojas en ramas que tienen su fruto en maduración (UNICAFE 1996).

Potasio (K)

Desempeña importantes funciones en la mayoría de los procesos biológicos de la planta. Es importante en la formación de tejidos de sostén (tallo, hoja) y frutos. Fortalece el cafeto así como le ayuda a resistir enfermedades. Su carencia se manifiesta en forma inicial en las hojas más viejas, las que presentan un amarillamiento en forma de banda cerca del borde (UNICAFE 1996).

2.3.2 Nutrientes secundarios

Calcio (Ca)

Estimula el desarrollo de raíces y hojas e influye en los rendimientos en forma directa mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces al reducir la acidez del suelo, estimula la actividad microbiana y contribuye al aprovechamiento de otros nutrientes. La falta de calcio se inicia en las hojas jóvenes observándose un área clorótica (blanco-amarillenta) del borde hacia el centro, las adultas se tornan flácidas y el crecimiento radicular es pobre (UNICAFE 1996).

Magnesio (Mg)

Es un mineral constituyente de la clorofila de las plantas y esta involucrado activamente en la fotosíntesis, ayuda en el metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta y activación de numerosos sistemas enzimáticos. La carencia de Magnesio aparece en las hojas más viejas mostrando una coloración amarillenta, bronceada o rojiza quedando las nervaduras de las hojas de color verde (UNICAFE 1996).

Azufre (S)

Es esencial en la formación de proteínas, pues forma parte de algunos aminoácidos. Si el azufre está carente se observa en los tejidos jóvenes amarillamiento de tonalidad verde limón, así como crecimiento angosto. La deficiencia puede observarse en suelos bajos en materia orgánica, textura arenosa y con abonamiento fuertes en fósforos (UNICAFE 1996).

2.3.3 Micronutrientes

Boro (B)

La función del boro en la planta está estrechamente relacionada con la actividad metabólica, desarrollo de la pared celular y de los frutos, transporte de azúcares y formación de proteína. Los síntomas de deficiencia son crecimiento reducido de bandolas, entrenudos cortos, hojas pequeñas, deformes, coriáceas y finalmente el signo más relevante, muerte de la yema apical en las ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, que provoca una proliferación de brotes dando lugar a la formación de palmilla (UNICAFE 1996).

Zinc (Zn)

Favorece el crecimiento de los frutos y de las plantas, así como la absorción del fósforo, es responsable de la síntesis de las auxinas (hormonas del crecimiento). La deficiencia se presenta en hojas nuevas y jóvenes, las que además de mostrar clorosis intervenal se observan deformes, encorvadas y pequeñas, es muy común encontrar entrenudos cortos lo que da a las bandolas una forma de rosetas puede observarse achaparramiento del cafeto y producción de frutos pequeños (UNICAFE 1996).

Hierro (Fe)

Interviene en la formación de clorofila y el metabolismo de la planta. La deficiencia se observa en las hojas nuevas y jóvenes, las que presentan decoloración de verde claro a verde amarillento, resaltando el color verde de las venas (UNICAFE 1996).

2.4 Importancia del vivero de café

El éxito de una futura plantación se basa en el buen establecimiento y manejo de viveros. Se puede sembrar en bolsas y en el suelo. Ambos son recomendables con preferencia el de bolsas (UNICAFE, 1996).

El establecimiento del vivero presenta las siguientes ventajas:

- Permite cultivar mayor número de plantas en un espacio reducido.
- Se previene y maneja mejor las hierbas, enfermedades e insectos plagas.
- Se manejan cantidades de semillas a establecer y las plantas deseadas seleccionadas.
- Facilita las labores de limpieza, riego y abonado, favoreciendo el desarrollo de las plantas.
- Se regula la humedad, drenaje, viento, luz y se hace una mezcla de sustrato deseado (FAO-AGROS, 2000).

2.5 Generalidades y características del humus de lombriz

2.5.1 Humus de lombriz

Se denomina humus de lombriz o estiércol de lombriz, a las deyecciones de estas. El humus de lombriz es un estiércol biodinámico, tiene un mayor contenido mineral, tiene un mayor número de componentes (enzimas, hormonas, vitaminas, población microbiana); nutritivamente es más rico que el humus del suelo (Von, 2000). Según Brooks (2004), el humus de lombriz es un fertilizante bio-orgánico producido por la lombriz de tierra mediante la digestión de sustancias orgánicas en descomposición. Posee óptima actividad fitohormonal que en condiciones favorables coadyuva a obtener indicadores productivos elevados y eficientes. Su estructura granular, composición química y microbiológica, lo convierte en un fertilizante orgánico de alto poder nutritivo.

2.5.2 Ventajas del humus de lombriz para el uso agrícola

La acción del humus de lombriz hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como agente de cementación entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten:

- Mejorar el desarrollo radical.
- Mejorar el intercambio gaseoso.
- Activar los microorganismos.
- Aumentar la oxidación de la materia orgánica y por consiguiente, la entrega de nutrientes, en formas químicas que las plantas pueden asimilar.
- Emplear en cualquier dosis, sin quemar o dañar a la planta más delicada, ya que su pH es neutro.
- Dotar de microelementos en proporciones diversas.
- Suministrar enzimas, las que continúan desintegramiento la materia orgánica, aun después de haber sido expulsada del tracto digestivo de la lombriz dichas enzimas son tipificadas como las proteasas, amilasa, lipasa, celulasa y quitinasa.
- Utilizar como fertilizante foliar, debido a sus componentes nutritivos solubles en agua (Ferruzzi, 1987, citado por Von 2000).

2.5.3 Características del humus de lombriz

- El humus de lombriz, es un fertilizante orgánico por excelencia, es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz.
- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Es limpio, suave al tacto y su gran bio estabilidad evita su fermentación o putrefacción.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que éstos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo.

- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas.
- Aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad.
- Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nemátodos.
- Favorece la formación de micorrizas.
- Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Su pH neutro lo hace sumamente adecuado para ser usado con plantas delicadas.
- Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Favorece la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los microorganismos nitrificadores del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. La acción microbiana del humus de lombriz hace asimilable para las plantas minerales como el fósforo, calcio, potasio, magnesio y oligoelementos.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, ésteres fosfóricos).

- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del campo.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la retención hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos. Por este motivo, además de sus propiedades como fertilizante, se está empleando en canchas de golf para disminuir el alto consumo de agua que tienen estas instalaciones .

2.5.4 Valor nutricional del humus de lombriz

El humus de lombriz es cinco veces más rico en nitratos, dos veces mas rico en calcio, 2.5 veces más en magnesio, siete veces más en fósforo y once veces más en potasio que el Humus de un suelo de alta calidad. Un suelo de alta calidad posee por lo general de 150-200 millones de microorganismos por gramo, el humus de lombriz posee por gramo entre 250-300 millones de microorganismos diversos y benéficos para la planta (Pineda, 1994, citado por Von, 2000).

Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependerán de las características del sustrato utilizado en la alimentación de las lombrices.

PRODES (2002), citado por Medina *et al.*, (2004) reporta, que cuando se utiliza el humus de lombriz en el suelo, se aportan colonias microbiales que participan en la transformación de todos los nutrientes minerales necesarios para la nutrición de la planta. La cantidad de nutrimentos contenidos en el humus es muy variable. Este contiene un elevado porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos; pero estos no se producen por el proceso digestivo de la lombriz sino por la actividad microbiana que

ocurre durante el periodo de reposo dentro del lecho. Produce además hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico, estimulando el crecimiento y las funciones vitales de la planta.

2.5.5 Valores fitohormonales en el humus de lombriz

El humus de lombriz es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos agentes reguladores del crecimiento son:

- Las Auxinas, que provocan el alargamiento de las células de los brotes, incrementa la floración, la cantidad y dimensión de los frutos.
- Las Giberelinas, que favorecen el desarrollo de las flores, la germinabilidad de las semillas y aumenta la dimensión de algunos frutos.
- Las Citoquininas, retardan el envejecimiento de los tejidos vegetales, facilita la formación de los tubérculos y la acumulación de almidones en ellos (Burgos, 2003, citado por Somarriba *et al.*, 2004).

2.6 Generalidades y características del Compost

2.6.1 Compost

Es el producto resultante de un proceso biooxidativo –fermentación aerobia- y controlado, en el que intervienen una gran diversidad de microorganismos, que requiere una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos en su composición y homogéneos en cuanto a su tamaño y básicamente en estado sólido y que pasa por una fase termófila, dando al final como producto de los diferentes procesos de transformación dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica estabilizada e higienizada –libre de patógenos y de semillas de adventicias- ricas en poblaciones microbianas útiles, en sustancias y en bioactivadores de la fisiología vegetal (Labrador, 2001).

El compost se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora su estructura reduce la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

2.6.2 Ventajas del compost para el uso agrícola

La porosidad y la textura fibrosa del compost permiten a las raíces tener acceso al aire contenido en el sustrato y espacio para un buen desarrollo del sistema radicular. Además, el compost tiene una buena capacidad de retener el agua y ponerla disponible para las plantas. El sustrato de compost tiene también la capacidad de retener los elementos nutritivos necesarios para el crecimiento inicial de la planta. Es decir, que el sustrato retiene los elementos nutritivos para devolverlos disponibles a la planta cuando es necesario (MAGFOR-PROFOR, 2005).

Una de las más importantes ventajas que presenta el compost para su uso en la agricultura es la reducción de los costos de producción, la protección de los organismos y animales benéficos para el desarrollo de las plantas y la conservación del medio ambiente.

2.6.3 Características del compost

- Es un material de color oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque.
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo.
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los plantones. El compost aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o

cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos.

- Favorece la formación de micorrizas.
- Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos.
- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la micro flora y micro fauna del suelo.
- Favorece la absorción radical. Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los arcillosos y agregando los arenosos.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, ésteres fosfóricos).
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Mejora las características químicas del suelo.
- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la retención hídrica de los suelos disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

2.6.4 Valor nutricional del compost

Emison (2006) menciona que un residuo orgánico es transformado en una extraordinaria enmienda fertilizadora. Actúan sobre los nutrientes macromoleculares, llevándolos a estados directamente asimilables por las plantas, lo cual se manifiesta en notables mejoras de las cualidades organolépticas de frutos y flores y mejor resistencia a los agentes patógenos.

La acción microbiana del compost hace asimilable para las plantas materiales inertes como fósforo, calcio, potasio, magnesio, así como micro y oligoelementos.

Su riqueza en oligoelementos lo convierte en un fertilizante completo. Aporta a las plantas sustancias necesarias para su metabolismo. Se puede utilizar a altas dosis sin contraindicaciones, ya que no quema las plantas, ni siquiera las más delicadas.

Además contiene hormonas, sustancias reguladoras del crecimiento y promotoras de las funciones vitales de las plantas. Está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose también una gran cantidad de microorganismos.

III. MATERIALES Y METODO.

3.1 Descripción del sitio del experimental

El experimento se estableció en el Centro Experimental de café del Pacífico de Nicaragua (Jardín Botánico UNICAFE), Masatepe, departamento de Masaya, con una altura de 470 m.s.n.m., latitud Norte del 11° 53'59'' y longitud Oeste de 86° 08'59'', temperatura promedio de 24° y precipitación media anual de 1465 mm, la textura del suelo es franco arcilloso, con buen drenaje (INETER, 2006).

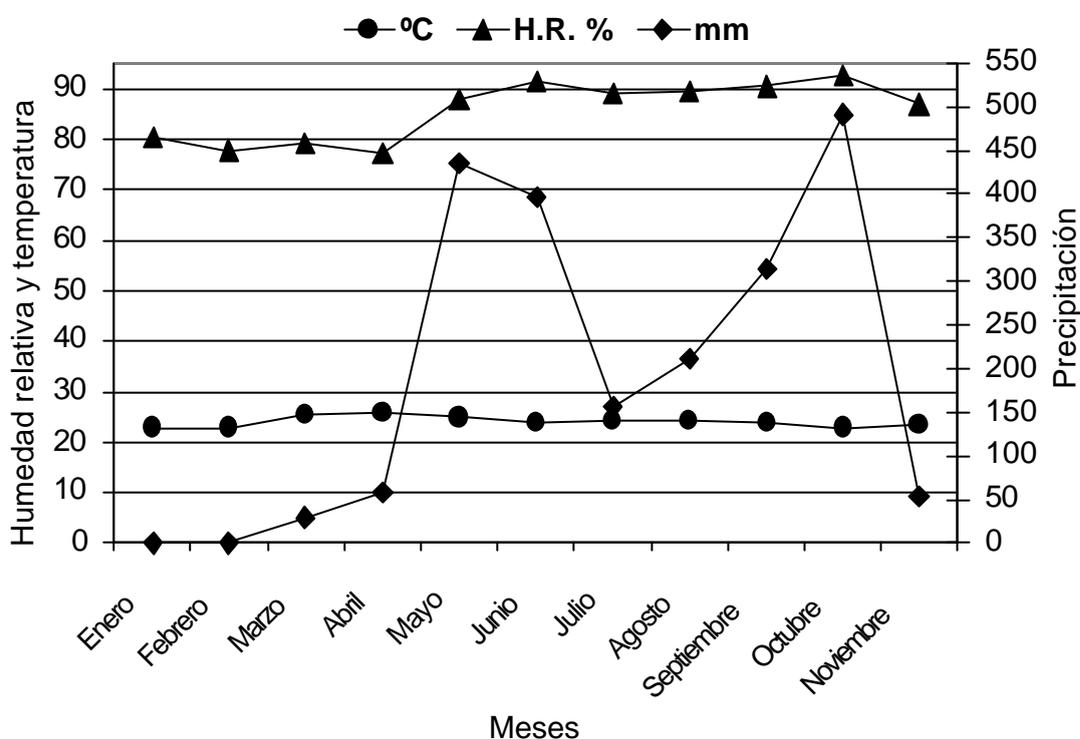


Figura 1. Condiciones ambientales, temperatura (°C), precipitación (mm) y humedad relativa (%) en el Jardín Botánico, Masatepe, Masaya, 2005. Fuente: INETER 2006.

En el estudio se utilizó la variedad Caturra. La razón de hacer el estudio en esta variedad es que no es exigente en cuanto al manejo, es una de las más utilizadas por los productores en Nicaragua y representa una de las tasas de mejor calidad a nivel internacional.

3.2 Descripción del diseño experimental

El ensayo se enmarcó en un diseño experimental completamente al azar debido a las condiciones de homogeneidad relativa de la unidad experimental. Constó con un total de diez tratamientos y cuatro repeticiones, utilizando la variedad de café Caturra, plantadas en bolsas de polietileno de 6 * 8 pulgadas, las que se rellenaron con los distintos sustratos. El sistema de siembra fue de una planta por bolsa. Cada tratamiento consto de 20 plántulas dispuestas en 4 hileras con 5 plántulas cada hilera, se muestrearon seis plántulas de las dos hileras centrales.

3.3 Descripción de los tratamientos

Tabla 1. Tratamientos de humus de lombriz, compost y suelo, utilizados en vivero de café, en el Jardín Botánico, Masatepe, Masaya, 2005.

Tratamientos	Porcentajes de sustratos orgánicos y suelo		
	Humus de lombriz (%)	Compost (%)	Suelo (%)
T ₁	25	0	75
T ₂	50	0	50
T ₃	75	0	25
T ₄	100	0	0
T ₅	0	25	75
T ₆	0	50	50
T ₇	0	75	25
T ₈	0	100	0
T ₉	0	0	100
T ₁₀	33.3	33.3	33.3

Dimensiones del ensayo:

- Ancho de cada tratamiento 0.60 m
- Largo de cada tratamiento 0.75 m

- Área de tratamiento 0.45 m²
- Distancia entre tratamientos 0.30 m
- Distancia entre repeticiones 0.50 m
- Largo del ensayo 10.2 m
- Ancho del ensayo 3.9 m
- Área total del ensayo 39.78 m²

3.4 Características de los sustratos

Los sustratos utilizados en el ensayo son los que se elaboran en la Universidad Nacional Agraria por el Departamento de producción vegetal de la Facultad de Agronomía.

Estos sustratos fueron llevados al laboratorio de suelos de la UNA, para sus respectivos análisis, los resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultado del análisis químico a los sustratos en estudio (Humus de lombriz, Compost y Suelo).

No.	Sustrato	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	%H
		%						ppm			
	Humus										
1	de lombriz	1.78	0.3	0.47	0.52	0.11	12,144	213	356	244	43
2	Compost	1.24	0.24	1.21	0.57	0.07	16,013	250	600	263	31.39
3	Tierra vegetal	0.75	0.07	0.21	0.01	0.04	20,700	206	806	169	28.63

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, de la Universidad Nacional Agraria, 2005

3.5 Variables evaluadas

Para el levantamiento de los datos de las variables se procedió a tomar 6 plantas centrales por cada tratamiento por repetición para un total de 24 plantas evaluadas por cada tratamiento.

El registro de la información relacionada al cultivo se inició en el mes de junio cuando las plántulas presentaron su primer par de hojas verdaderas y finalizó el mes de diciembre cuando estuvieron listas para su trasplante a los 7 meses. El experimento se estableció en el mes de abril y finalizó en el mes de diciembre del 2005. Las variables evaluadas fueron las siguientes.

3.5.1 Durante el crecimiento de plántula

Altura de plántula (cm). Se midió desde la superficie del sustrato hasta el último nudo de la planta, se efectuó una vez al mes durante los siete meses.

Promedio de hojas por planta. Se contó el número de hojas presentes en cada una de las plantas en estudio a partir de mes de Julio con la aparición de su primer par de hojas verdaderas.

Diámetro del tallo (cm). Se midió a una altura de 3 cm sobre la superficie del sustrato, se evaluó una vez al mes durante los siete meses del estudio.

Promedio de crucetas por planta. Se tomó en el mes de Diciembre, una vez que se observó la aparición de estas en las plantas.

3.5.2 Al momento del transplante

Finalizada la fase de campo del trabajo experimental se realizó las mediciones de las siguientes variables.

Longitud de raíz (cm). Se midió al final del estudio en el mes de diciembre extrayendo cada raíz de su respectivo sustrato y midiendo desde la superficie del sustrato hasta la cofia (ubicada en la zona de crecimiento de la parte terminal)

Peso fresco de tallos, hojas y raíces (g). Se determinó una vez arrancadas las plantas muestreadas, pesándolas por cada tratamiento en una balanza digital para obtener mayor exactitud en el peso.

Peso seco de tallo, hojas y raíces (g). Se sometieron las muestras de cada tratamiento a un secado al horno a una temperatura de 60 °C por 24 horas, y se procedió a pesar en una balanza digital para obtener el peso seco de cada muestra.

Los registros se realizaron una vez al mes y al final del estudio se tomaron todas las plantas de la parcela útil (6 plantas) para los análisis de peso fresco y seco de planta (tallo, hoja, raíz) y longitud de raíz.

3.6 Análisis estadístico

La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables en estudio se efectuó por medio del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System versión 8, 2002), los datos obtenidos de las variables altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas se analizaron por medio del análisis de mediciones repetidas en el tiempo y para las variables longitud de raíz, peso fresco y seco de plantas y número de crucetas se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 % de confiabilidad.

3.7 Análisis foliar

Se tomaron 30 hojas al azar por cada tratamiento y fueron llevadas al Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria para su respectivo análisis químico para determinar el nivel nutricional de las plantas.

3.8 Análisis económico

Los tratamientos evaluados durante el ensayo se sometieron a un análisis económico Beneficio/Costo, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos y conocer cual presenta menos costo para el productor, a fin de recomendar esta práctica para la producción de plantas de café en vivero, conforme a los objetivos y

perspectivas de los productores. Generalmente para los análisis económicos agrícolas se utiliza la metodología CIMMYT pero este caso por ser un ensayo a nivel de vivero donde el fin es la producción de plantas, esta metodología no es la mas indicada debido a que no se obtienen indicadores necesarios para hacer el análisis como la obtención de rendimiento en kilogramos por hectáreas lo que limita el desarrollo de la misma.

3.9 Manejo Agronómico

3.9.1 Etapa de semillero.

Se seleccionó la semilla de la variedad caturra rojo. Luego se elaboraron los bancos de germinación con medidas de 1 m de largo y 1 m de ancho, la altura del banco fue de 20 cm. Se desinfectó con agua hirviendo para eliminar cualquier indicio de plagas y enfermedades, luego se sembró las semillas en el mes de febrero a una distancia de 5 cm entre surco y 1 cm entre semilla.

Durante la etapa de germinación se le aplicó cobertura con rastrojos de frijol la que se le retiró los 45 días después de la siembra y riego permanente durante toda la etapa.

3.9.2 Etapa de vivero.

Se llenaron las bolsas de acuerdo a los porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo para un total de 800 bolsas con que constó el ensayo. En total fueron 10 tratamientos, el cual cada tratamiento constó de 20 bolsas para 4 repeticiones, el total de bolsas llenadas fueron 80 por cada tratamiento.

Se realizó la azarización de los tratamientos y repeticiones para posteriormente hacer el transplante o siembra de las plántulas en el vivero y ubicarlas según la azarización.

Se mantuvo el riego a partir de la siembra de forma permanente hasta la entrada de invierno; así mismo, se realizó cada mes un control de malezas de forma manual y

posterior a esta se le realizó un sauchado que es una práctica para aflojar los terrones y lograr que el agua se infiltre bien. Estas dos últimas prácticas se realizaron de mayo a noviembre.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Variables durante el crecimiento

4.1.1 Altura de planta

La altura de planta es importante porque nos indica el crecimiento ortotrópico de la planta lo que va a proporcionar bandolas que garantizarán la producción en los próximos años (Garriz y Vicuna, 1990 citado por Blanco *et al*, 2002).

El análisis de mediciones repetidas en el tiempo realizado para la variable altura de planta en siete tomas de datos diferentes (Anexo II) demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos ($Pr = 0.0430$) a partir del mes de julio.

De manera general se puede observar en la figura 2, que a partir del mes de agosto se encontro diferencia altamente significativa ($Pr = 0.0001$), tendiendo los tratamientos T_3 , T_5 , T_6 y T_7 a mostrar las mayores alturas siendo mas evidente a partir del mes de septiembre donde se presenta un ligero incremento y se da una diferencia bien marcada con respecto a los demás tratamientos hasta finalizar el estudio. En el caso del tratamiento T_{10} que entre el mes de julio y el mes de septiembre se encuentra entre los de menor altura a partir del mes de octubre tiende a tener un comportamiento intermedio. En cuanto a los tratamientos T_1 , T_2 , T_4 , T_8 y T_9 a lo largo del estudio presentaron las menores alturas.

Al interpretar la respuesta de las plántulas de café en términos de altura de planta, en función de los contenidos y disponibilidad de nutrientes presentes en cada tratamiento, el sustrato que presentó una respuesta satisfactoria en el crecimiento de la planta fue el compost con relaciones 25:75 (T_5), 50:50 (T_6) y 75:25 (T_7) con un promedio de 29.46 cm, 26.13 cm y 30.71 cm respectivamente, diferente del compost 100% (T_8) el cual obtuvo una altura de planta de 17.58 cm. MAGFOR-PROFOR (2005) menciona que el sustrato de compost tiene la capacidad de retener los elementos nutritivos para el crecimiento inicial de la planta, es decir, retiene los

elementos nutritivos para devolverlos a la planta cuando sea necesario, debido a esta capacidad es posible sugerir que el compost estimula el desarrollo vegetativo de la planta.

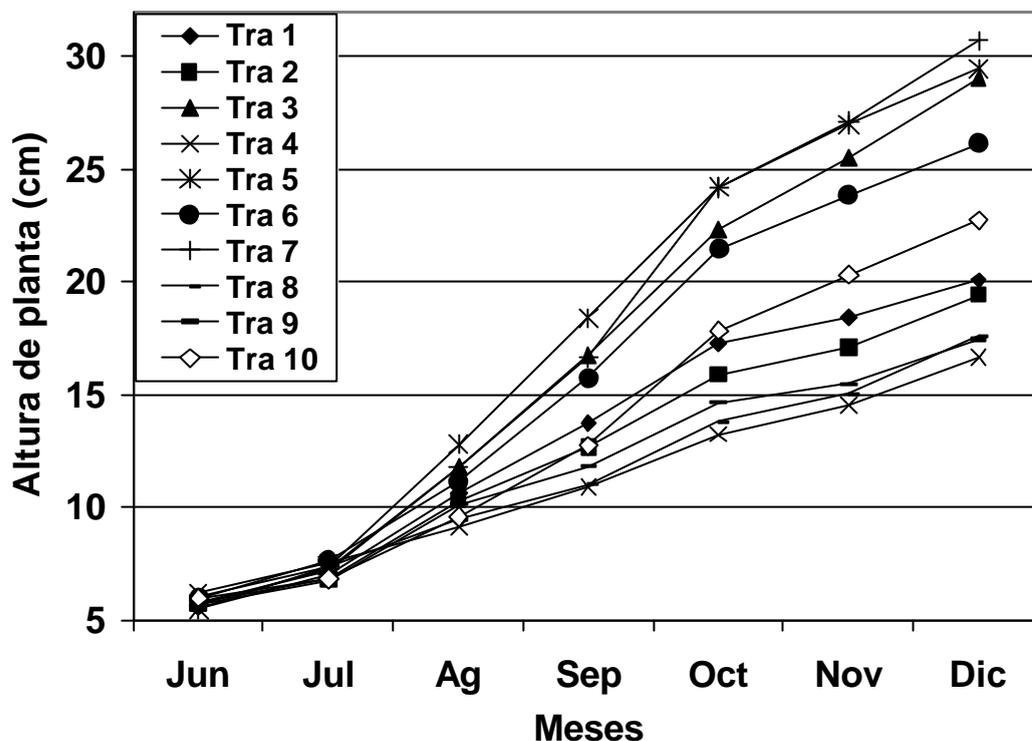


Figura 2. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre la altura (cm) en las plantas de café. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.

Sin embargo, hay que tomar en cuenta las proporciones compost-suelo sobre la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Deffis (1989) citado por Mena (1999), menciona que la aplicación del compost deberá realizarse de una manera que permita su distribución homogénea sobre el suelo, una vez que esté incorporado al suelo continúa el curso de fermentación, movilizandole poco a poco sus reservas de nutrientes. INTA-FAO (2003) menciona que la tierra común tiene como función principal contribuir a la homogeneidad del volumen total del abono y a la distribución de humedad. Es posible que las plantas que contenían el sustrato 100% compost, no logran obtener una respuesta satisfactoria en cuanto a la altura, debido a la poca

disponibilidad e inmovilización de los nutrientes provocado por una compactación del material influenciado por el exceso de partículas pequeñas.

En cuanto al sustrato de humus de lombriz en proporciones 25:75 (T₁), 50:50 (T₂) y 100% (T₄) con un promedio de 20.08 cm, 19.40 cm y 16.65 cm respectivamente, presentaron las menores alturas junto con el testigo 100 % suelo (T₉) con un promedio de 17.42 cm. Estos resultados difieren de los presentados por Cáceres (sin fecha) quien obtuvo excelentes resultados en la altura de plantas con sustratos de humus de lombriz de pulpa de café. Herrera (2001), también obtuvo resultados satisfactorios al obtener efectos positivos sobre la altura de planta al utilizar como sustrato humus de lombriz utilizando como materia prima estiércol. Sin embargo, el tratamiento con relación 75:25 (T₃) con un promedio de 29.04 cm, presentó junto con los T₅, T₆ y T₇ efectos positivos sobre la altura de planta aun cuando los demás tratamientos con el mismo sustrato pero en diferentes proporciones, presentaron menores alturas. Hernández *et al.*, (1999) concluye que el humus de lombriz, aun en la dosis menor provoca una respuesta favorable en el crecimiento y desarrollo de las plantas de café.

Se puede afirmar que la disponibilidad y movilidad de nutrientes en los sustratos para las plantas de café esta determinada por la relación sustrato-suelo y el tiempo que estos emplean para ejercer su acción. INTA-FAO (2003), menciona que los abonos orgánicos tienen una acción a mediano-largo plazo y que no se puede sembrar inmediatamente que se aplican pues pueden tener efectos alelopáticos o tóxicos o por lo menos de manera temporal y propician procesos de inmovilización de nutrimentos. Figueroa (1996), expresa que la respuesta del cafeto a los abonos orgánicos no es inmediata, es decir, el cafeto requiere cierto tiempo para aprovechar los abonos en su nutrición.

4.1.2 Diámetro del tallo

El cafeto es un arbusto que está formado por un tallo central en cuyo extremo se encuentra la yema terminal u ortotrópica, que es la responsable del crecimiento vertical, formando nudos y entrenudos (PROCAFE, 2003). Según Marín (2003) el diámetro del tallo muestra el grado de desarrollo y nutrición que la planta puede tener, es de gran ventaja cuando las plantas presentan un buen grosor, porque las plantas pueden tener una mejor adaptabilidad después del trasplante y un mayor soporte del área foliar y por ende se garantiza una mayor capacidad productiva.

El análisis de mediciones repetidas en el tiempo realizado para la variable diámetro del tallo en siete diferentes tomas de datos (Anexo III) demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos ($Pr = 0.0030$) a partir del mes de agosto.

Se puede observar en la figura 3, que los tratamientos T_4 y T_8 a partir del mes de agosto hasta el finalizar el estudio presentaron los menores diámetros. Respecto a los tratamientos T_3 , T_5 y T_7 desde el mes de agosto siempre tendieron a presentar los mayores diámetros junto con el T_6 que a partir del mes de octubre un comportamiento parecido. Los tratamientos que tendieron a presentar un diámetro intermedio respecto a los demás fueron el T_1 , T_2 , T_9 y T_{10} .

Labrador (2001) menciona que el compost tiene influencia positiva sobre el desarrollo del vegetal, de la misma manera Zamorano (sin fecha) afirma que el compost es un excelente medio de crecimiento para las plantas de interior en maceteras. Los resultados indican que el compost como sustrato en relaciones 25:75 (T_5) con 0.44 cm, 50:50 (T_6) con 0.40 cm y 75:25 (T_7) con 0.43 cm provocó al igual que en alturas de plantas una respuesta satisfactoria sobre el diámetro de tallo no de la misma forma el sustrato compost 100% (T_8) con 0.29 cm que posiblemente sufrió una compactación del sustrato ya que según Sampson (2003) citado por Sequeira *et al.*, (2004) en estudios no publicados encontró que a mayores cantidades de un sustrato en ese caso humus de lombriz, el sustrato se compacta demasiado, ya que se vuelve impermeable provocando un asfixia del sistema radicular.

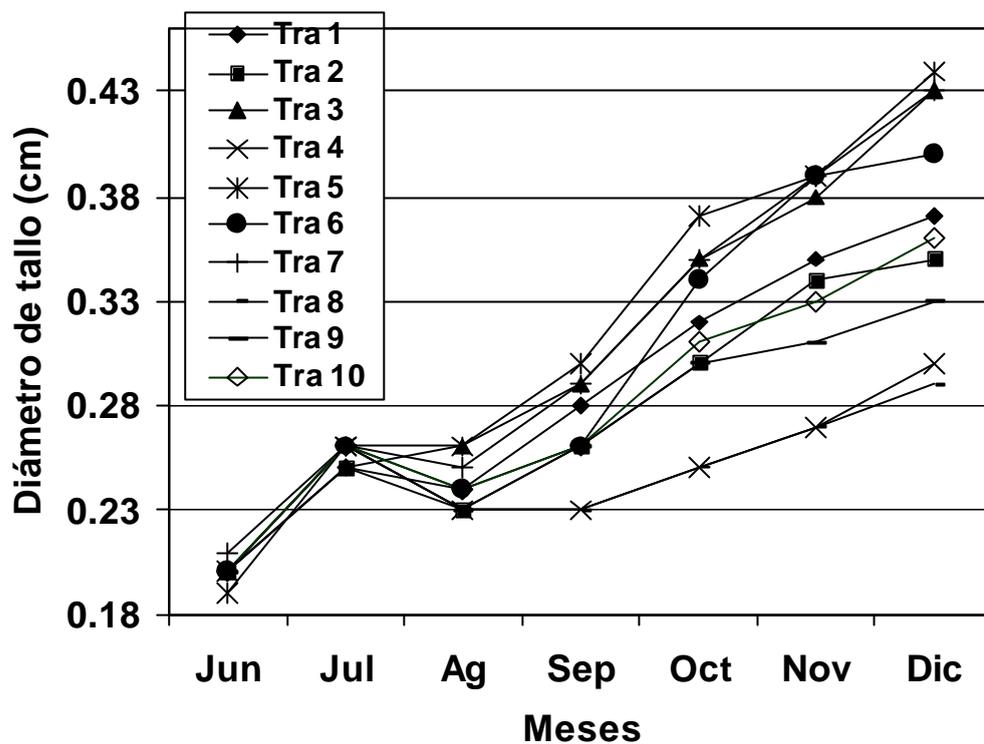


Figura 3. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre el diámetro de tallo (cm) en las plantas de café. Jardín Botánico Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.

En cuanto al sustrato humus de lombriz en proporción 75:25 (T_3) con 0.43 cm fue el único tratamiento de este sustrato que provoco efecto positivo en cuanto a diámetro de tallo, esto pudo ser posible debido a que la acción de los nutrientes contenidos en el humus de lombriz al combinarlos con un 25% de tierra provoco la disponibilidad y movilidad de los elementos nutritivos y la creación de las condiciones de humedad y aireación necesarios para el crecimiento de la planta. Mongalo *et al.*, (1996), en estudios realizados sobre la evaluación de sustratos orgánicos para la producción de pitahaya en condiciones de vivero mencionan que, en sustratos porosos el desarrollo radical fue mayor debido a que en ellos se dio una mayor concentración de oxígeno.

4.1.3 Promedios de hojas

Las hojas nacen en la parte terminal del tallo y en las ramas o bandolas laterales (PROCAFE. 2003). La hoja es un órgano fundamental del cafeto y realiza tres funciones fundamentales para la vida de la planta como son transpiración, fotosíntesis y respiración (ISIC, 1978).

El análisis de mediciones repetidas en el tiempo realizado para la variable promedio de hojas en siete diferentes tomas de datos (Anexo IV) demuestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P= 0.0429$) a partir del mes de septiembre.

En la figura 4 se muestra que los tratamientos T_3 , T_5 y T_7 a lo largo del estudio presentaron el mayor promedio de hojas con una tendencia similar entre ellos, siendo en el mes de octubre donde se da la diferencia más marcada con respecto a los demás tratamientos. Los tratamientos T_1 , T_2 , T_4 , T_6 y T_{10} mostraron a partir del mes de septiembre una respuesta intermedia en cuanto al promedio de hojas; sin embargo el T_4 en el mes de noviembre muestra un descenso y presenta junto con los tratamientos T_8 y T_9 los menores valores al finalizar el estudio.

Al comparar el efecto de los diferentes tratamientos se puede afirmar que el incremento del promedio de hojas observado en las plántulas donde contenían como sustrato humus de lombriz y compost en proporciones mezcladas con suelo 75:25 (T_3), 25:75 (T_5) y 75:25 (T_7) con un promedio de 15, 13 y 12 hojas respectivamente, puede atribuirse a que estos tratamientos proporcionaron las cantidades requeridas de nitrógeno para el crecimiento en las plántulas de café, principalmente para la producción de follaje como lo mencionan Figueroa *et al.*, (1996). UNICAFE (1996), de la misma manera señala que el cafeto demanda del nitrógeno principalmente para su crecimiento participando en la formación de madera, hojas, frutos y en la actividad fotosintética de la planta.

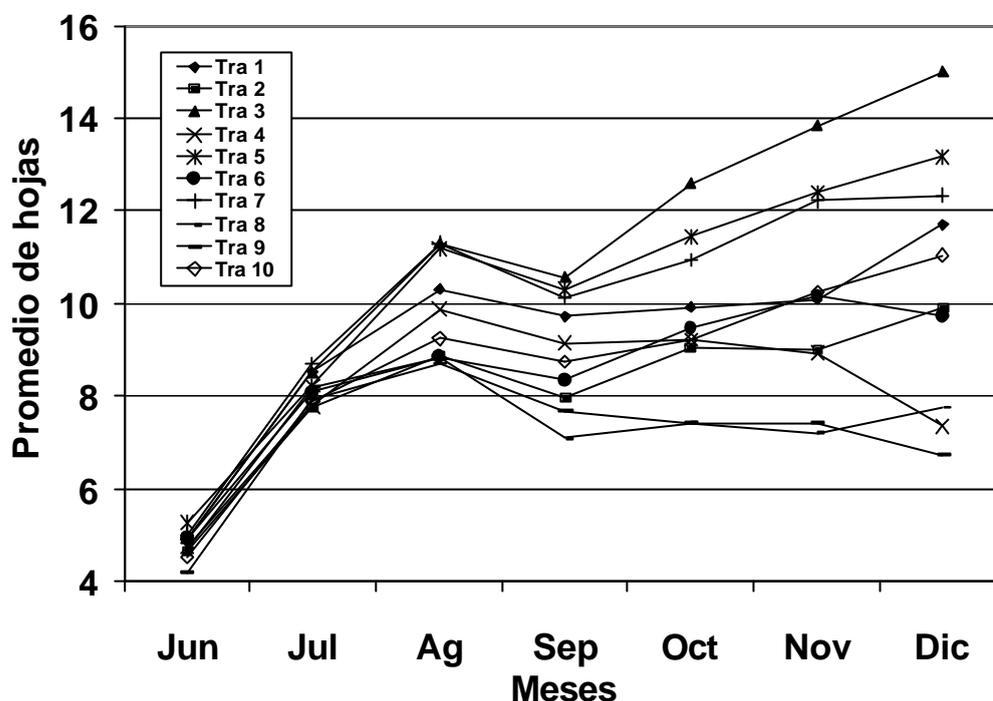


Figura 4. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre el promedio de hojas en las plantas de café. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.

4.1.4 Promedio de Crucetas

La planta de café presenta dos formas de crecimiento, ortotrópico y plagiotrópico. Este último es responsable del crecimiento horizontal de la planta, dando origen a las ramas pares o bandolas (Blanco, 1984). Según Gutiérrez (1990), citado por Herrera (2001) la cantidad de ramas plagiotrópicas puede ser un indicador representativo del crecimiento de la planta, es obvio pensar que a mayor número de ramas se obtendrán mayores rendimientos.

Los resultados reflejados en la tabla 3 muestran que el análisis de varianza presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en esta variable, ubicando en tres categorías estadísticas a los tratamientos, siendo la primera el T₃ con 1.41 y T₅ con 1.25 crucetas seguido por una segunda categoría con los tratamientos T₁₀, T₇, T₁, T₄, T₆, T₈, T₂ y en una tercera categoría el T₉.

Estos resultados reflejan que con el uso de humus de lombriz como sustrato en proporciones 75:25 (T₃) se obtiene buenos resultados, al igual que el compost en proporción 25:75 (T₅) ya que suministran los nutrientes para que las plantas de café logren un buen incremento de sus ramas plagiotrópicas. Estos resultados tienen similitud con los obtenidos por Herrera (2001), al haber obtenido una respuesta satisfactoria al utilizar humus de lombriz sobre el incremento de sus ramas plagiotropicas y lo señalado por Deffis (1989), citado por Mena (1999), al mencionar que el compostaje y su posterior incorporación al suelo, aporta materia orgánica y elementos nutritivos que las plantas necesitan.

Tabla 3. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre el promedio de crucetas en las plantas de café al momento del transplante. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya. Junio a Diciembre de 2005

Tratamientos	Promedio de crucetas
T ₁	0.87 ab
T ₂	0.25 ab
T ₃	1.41 a
T ₄	0.50 ab
T ₅	1.25 a
T ₆	0.50 ab
T ₇	1.00 ab
T ₈	0.50 ab
T ₉	0.00 b
T ₁₀	1.00 ab
ANDEVA	**
CV (%)	70.54

4.2 Variables al momento del trasplante

4.2.1 Longitud de raíz

La raíz es de mucha importancia para la planta desde la etapa del semillero, ya que si se deja para el trasplante una raíz deformada esta repercutirá en la planta adulta (UNICAFE, 1996). PROCAFE (2003) menciona que el desarrollo normal del sistema radicular del cafeto es muy importante para su crecimiento, producción y longevidad, por lo que desde la etapa de semillero y vivero se debe lograr una raíz principal bien formada para obtener un excelente crecimiento en el campo.

El sistema radicular además de la absorción y conducción sirve para anclar y sostener la planta (ISIC, 1978).

Se puede observar en la tabla 4 que los tratamientos en estudios no presentaron diferencias significativas para la variable longitud de raíz, sin embargo, existen diferencias numéricas obteniendo el mayor promedio de longitud el tratamiento T₃ con 20.12 cm seguido por el tratamiento T₅ con 19.41 cm.

Con este resultado se puede afirmar que la diferencia numérica presentada entre los tratamientos se atribuye en de alguna manera a una posible compactación del sustrato en el caso del T₄, T₈ y T₉ pues Sampson (2003) citado por Sequeira *et al.*, (2004) menciona en estudios no publicados que a mayores cantidades de humus de lombriz (en ese caso) el sustrato se compactaba demasiado, lo que provoca un menor crecimiento del sistema radicular y al mismo tiempo la falta de movilidad y disponibilidad de los nutrientes para las plantas, situación que no sucedió para los sustratos con los tratamientos T₃, T₅, T₆ y T₇ que a lo largo del estudio presentaron también el mejor comportamiento para las demás variables, seguidos por los T₁, T₂ y T₁₀ que mostraron una tendencia intermedia. Meyer *et al.*, (1972) citado por Mongalo *et al.*, (1996) menciona que las condiciones edáficas ejercen un pronunciado efecto sobre la distribución del sistema radical y Wild (1992) señala que los poros en el

suelo son las rutas principales para las raíces en crecimiento; una mala estructura del suelo inhibirá, pues, el crecimiento radicular.

4.2.2 Peso fresco

En las plantas jóvenes el tejido foliar, tiene un gran contenido de agua debido a sus importantes funciones de metabolismo, intercambio de gases, fotosíntesis y transporte de nutrimentos y minerales, constituyen la mayor parte del peso fresco (Banziger *et al.*, 1990). Guardiola *et al.*, (1990) menciona que normalmente el agua representa más del 70% del peso fresco de los tejidos vegetales y valores superiores al 90% son frecuentes en órganos de crecimiento como son las hojas, frutos y ápices caular y radicular.

Se puede observar en la tabla 4 que el análisis estadístico para la variable peso fresco presentó diferencia altamente significativa, ubicando en una sola categoría estadística al tratamiento T₃ con 73 g, seguido de una segunda categoría estadística compuesta por los tratamientos T₇ y T₅ con 63 g y 60 g, respectivamente. Una tercera categoría la conforman los tratamientos T₆ y T₁₀ con 49.75 g y 47.75 g respectivamente. Una cuarta categoría la componen el T₁ y T₂ con 44.5 g y 36.5 g, respectivamente. Por último, una quinta categoría estadística la conforman los tratamientos T₈, T₄, T₉, con 28.5 g, 28 g y 25 g, respectivamente.

Esto se relaciona directamente a la disponibilidad de nutrientes, agua y porcentaje de humedad que presentaron los sustratos, ya que el humus de lombriz en relación 75:25 (T₃) mostró el mayor incremento en peso fresco sobre las plántulas de café debido a que este sustrato presentaba el mayor porcentaje de humedad en el análisis de laboratorio previamente realizado, lo que permitió una mejor disponibilidad de agua y por consiguiente nutrientes, condición favorable para el crecimiento y desarrollo de las plántulas y además, cabe señalar que este tratamiento mostró uno de los mejores comportamientos en todas las variables estudiadas.

4.2.3 Peso seco

El contenido de materia seca se usa ampliamente en el estudio de las plántulas como indicador de la intensidad de crecimiento de la producción, gastos y participación de carbohidratos (Zamki y Shaffer, 1996, citado por Espinoza, 1998). Respecto a la composición mineral de la planta dejando aparte el agua, una vez eliminado del vegetal o de alguna muestra elegida queda el resto seco y este residuo seco contiene la materia orgánica y la materia mineral (Gil,1995).

Se puede observar en la tabla 4 que el análisis de varianza muestra efecto altamente significativo entre los tratamientos evaluados en esta variable, existiendo tres categorías estadísticamente diferentes, siendo la primera bajo los tratamientos T_3 con 28.25 g, seguido del T_7 con 26.5 g, en una segunda categoría el T_5 con 25.7 g, en una tercera categoría los tratamientos T_6 con 22.25 g, T_{10} con 20.75 g y T_1 con 19.75 g. Como cuarta categoría se encuentra el T_2 con 17.25 g. En una última categoría se ubican los tratamientos T_4 , T_8 y T_9 .

Según Guardiola *et al.*, (1990) la planta joven, solo cuenta con un reducido sistema radicular y una pequeña superficie foliar, su poder de asimilación aumenta a medida que sus órganos se desarrollan y la ganancia absoluta de peso seco es proporcional a dicha superficie foliar. Debido a lo antes mencionado, se puede afirmar que los tratamientos que presentan mayor peso seco fueron los que lógicamente estuvieron entre los que mostraron mayor altura de planta, mayor diámetro de tallo, mayor número de hojas y mayor longitud de raíz (T_3 , T_7 y T_5), debido a la disponibilidad, movilidad de los nutrientes contenidos en estos tratamientos que permitieron la acumulación de materia viva en la que según Gil (1995), se destacan el oxígeno, carbono, hidrógeno, que constituye el 98% de este peso seco, mientras que el resto de los constituyentes completan el 2% restante.

Tabla 4. Efecto de distintos porcentajes de humus de lombriz, compost y suelo, como sustrato sobre longitud de raíz y peso fresco y seco de planta en las plantas de café al momento del transplante. Jardín Botánico. Masatepe, Masaya. Junio a Diciembre de 2005

Tratamientos	Longitud de raíz (cm)	Peso fresco de planta (g)	Peso seco de planta (g)
T ₁	16.60 a	44.50 bc	19.75 abc
T ₂	15.35 a	36.50 bc	17.25 bc
T ₃	20.12 a	73.00 a	28.25 a
T ₄	11.74 a	28.00 c	14.25 c
T ₅	19.41 a	60.00 ab	25.75 ab
T ₆	18.87 a	49.75 abc	22.25 abc
T ₇	17.29 a	63.00 ab	26.50 a
T ₈	14.75 a	28.50 c	14.25 c
T ₉	15.56 a	25.00 c	14.00 c
T ₁₀	16.91 a	47.75 abc	20.75 abc
ANDEVA	NS	**	**
CV (%)	24.65	25.51	18.41

4.3 Análisis foliar

El análisis foliar representa una herramienta que proporciona en un tiempo corto y con aceptable precisión, información del estado nutricional de la planta y permite sacar conclusiones sobre la fertilidad del suelo (Noriega, 1988). El análisis de plantas, generalmente conocido como análisis foliar, determina el contenido elemental de una parte de la planta en particular que comúnmente es la hoja. El análisis foliar tiene una considerable historia como técnica de diagnóstico, pero en los últimos años se ha utilizado para determinar el estado nutricional del cultivo, e indirectamente del suelo, para diagnosticar las necesidades de nutrientes del cultivo (INPOFOS, 1993).

4.3.1 Nitrógeno (N)

El café demanda del Nitrógeno principalmente para su crecimiento. Este elemento participa activamente en la formación de madera, hojas, frutos y en la actividad fotosintética de la planta (UNICAFE, 1996).

Diversos autores como Carvajal (1984), Dierendonck (1959) y Malavolta (1981), citados por Noriega (1988), han señalado como niveles comunes de Nitrógeno en cafetos, porcentajes de este elemento que fluctúan entre 2.0 y 3.9%.

En la tabla 5 se presenta el análisis foliar de los elementos en estudio de acuerdo a su contenidos de nitrógeno. De manera general se puede decir que este nutrimento no representa un problema en la nutrición del café ya que el porcentaje de N foliar estuvo dentro de los niveles comunes en todos los tratamientos (2.42-2.76%) a excepción del T₄ y el T₁₀ quienes reflejaron un exceso y una deficiencia respectivamente.

4.3.2 Fósforo (P)

El fósforo cumple un rol esencial en la formación del sistema de raíces y flores, así como en el crecimiento y maduración de los frutos (Figuerola *et al.*, 1996).

El rango de suficiencia de este elemento está comprendido entre 0.13 y 0.30% de fósforo en hojas (Carvajal, 1984; Malavolta y Pimente 1961, citados por Noriega, 1988). Los porcentajes de este nutrimento (Tabla 5) presentes en las hojas de las plantas en los tratamientos T₁, T₃, T₅, T₈, fluctuaron entre 0.15-0.3%, lo que nos indica que se encontraban en el rango óptimo, los demás tratamientos presentaron un exceso de este elemento.

4.3.3 Potasio (K)

Desempeña importantes funciones en la mayoría de los procesos biológicos de la planta. Es importante en la formación de los tejidos de sostén (tallo, rama) y frutos (UNICAFE, 1996).

Carvajal (1984) y Malatolva (1981) citados por Noriega (1988) señalan que los niveles foliares de potasio considerados como adecuados oscilan entre 1.7-2.5%. Los niveles de potasio presentes en las hojas de las plántulas en los tratamientos T₃, T₅, T₆, T₇, T₈, T₉, y T₁₀ (Tabla 5) oscilaron entre 1.81 y 2.49%, los demás tratamientos mostraron contenidos inferiores a 1.7% de potasio, los cuales se ubican en el rango de deficiencias.

De los tres macronutrientes este es quien presenta mayores niveles de deficiencia y sin duda afecta la formación de tejidos de sostén.

4.3.4 Calcio (Ca)

UNICAFE (1996) menciona que el Calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas e influye en los rendimientos en forma indirecta mejorando las condiciones de crecimiento de las raíces al reducir la acidez de suelo.

Según Carvajal (1984), Valencia y Arcila (1977), citados por Noriega (1988), los valores que oscilan entre 0.5-1.5% son considerados como niveles de suficiencia en Ca.

El contenido de Ca foliar (Tabla 5) presente en las hojas de las plántulas de los tratamientos estudiados, presentó rangos que oscilan entre 2.19 y 3.36%, lo cual indica un exceso bien marcado de este elemento.

4.3.5 Magnesio (Mg)

Entre las funciones del Magnesio se destaca su participación en la fotosíntesis y en el metabolismo de los carbohidratos (Glicólisis) (Noriega, 1988).

Carvajal (1984) y Malavolta (1981) citado por Noriega (1988), han propuesto concentraciones que oscilan entre 0.2-0.40% de Magnesio en las hojas como niveles de suficiencia. La tabla 5 presenta los contenidos de Mg foliar, los cuales variaron

para los tratamientos T₃, T₄, T₅ entre 0.21 y 0.26 %. Los demás tratamientos presentaron una deficiencia de este elemento.

De manera general el análisis foliar revela que en su mayoría las plántulas de café exhiben niveles normales o altos de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Calcio (Ca), mientras que aproximadamente un gran número de ellas presentaron deficiencias o niveles bajos de Potasio (K) y Magnesio (Mg).

Tabla 5. Resultado del Análisis Foliar de los tratamientos en estudio.

No.	Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
		%					ppm			
1	T ₁	2.59	0.15	1.43	2.54	0.05	231	65	34	58
2	T ₂	2.51	0.43	0.99	2.64	0.18	61	45	58	41
3	T ₃	2.51	0.23	1.84	3.36	0.21	113	46	9	35
4	T ₄	3.34	0.33	1.28	3.14	0.26	185	39	58	29
5	T ₅	2.42	0.3	1.9	2.73	0.25	161	8	8	38
6	T ₆	2.51	0.49	2.38	2.65	0.15	143	96	18	90
7	T ₇	2.67	0.47	2.49	2.6	0.14	176	111	21	78
8	T ₈	2.76	0.25	1.95	2.83	0.14	335	65	8	45
9	T ₉	2.51	0.57	1.81	2.19	0.18	344	68	90	49
10	T ₁₀	2.34	0.49	2	2.42	0.11	283	51	43	59

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, de la Universidad Nacional Agraria. 2006.

4.4 Análisis Económico

Los tratamientos evaluados durante el ensayo se sometieron a un análisis económico Beneficio/Costo, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos y conocer cual tratamiento presenta menos costo para el productor, a fin de recomendar esta práctica para la producción de plantas de café en vivero, conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

Tabla 6. Análisis económico del costo unitario (U\$) por planta

Descripción											Total	
Actividad	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	T₈	T₉	T₁₀		
Plantas por tratamientos	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	800
Costos Fijos												
Semilla certificada	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	2.6
Bolsas de polietileno	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	4
Agua para riego	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	6
Hechura de semillero	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Desinfección	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Siembra de semilla	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Cobertura de bancos de germinacion	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Llenado de bolsas con sustratos orgánicos y suelo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Acomodado de tratamientos y repeticiones	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2
Siembra de fosforito	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	6
Riego de semillero y vivero	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40
Limpieza de malezas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Sauchado de bolsas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Sub-total	9.06	9.06	90.6									
Costos variables												
Sustrato Compost						1	2.02	3.03	4.05		1.6	11.7
Sustrato Humus de lombriz	2.4	4	6.4	8.8							3.2	24.8
Sustrato Tierra vegetal	0.52	0.34	0.17		0.52	0.34	0.17		0.7	0.23		2.99
Compost-Humus de lombriz-Tierra vegetal										5.03		50.3
Sub-total	2.92	4.34	6.57	8.8	1.52	2.36	3.2	4.05	0.7	5.03		39.49
Costos Totales	11.98	13.4	15.63	17.86	10.58	11.42	12.26	13.11	9.76	14.09		130.09
Costo Unitario U\$ por planta	0.15	0.17	0.19	0.22	0.13	0.14	0.15	0.16	0.12	0.13		0.16

Precio Planta orgánica = 0.20 dólares,
 Precio Planta convencional = 0.13 dólares

(Fuente: Jardín Botánico UNICAFE. Masatepe, Masaya)

Como podemos observar en la tabla 6 los menores costos los presentaron los tratamientos T₅, T₆ y T₉ con un costo unitario de 0.13, 0.14 y 0.12 dólares respectivamente, el costo general por planta producida en el ensayo fue de 0.16 dólares. Si hacemos una comparación Beneficio/Costo (Tabla 7) por cada tratamiento, tomando en cuenta el precio en el mercado para una planta producida orgánicamente a nivel de vivero equivalente a 0.20 dólares y de 0.13 dólares para una planta producida convencionalmente obtenemos con mayor beneficio neto el T₅ (25% compost mas 75% suelo) ya que se tendría una ganancia de 0.07 dólares por planta vendida.

Tabla 7. Relación Beneficio/Costo obtenida en el ensayo

Descripción	T₁	T₂	T₃	T₄	T₅	T₆	T₇	T₈	T₉	T₁₀
Precio del producto (U\$)	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.13	0.20
Costo Unitario (U\$)	0.15	0.17	0.19	0.22	0.13	0.14	0.15	0.16	0.12	0.18
Beneficio neto (U\$)	0.05	0.03	0.01	-0.02	0.07	0.06	0.05	0.04	0.01	0.02

4.4.1 Análisis de los costos de producción de las plantas sobre las variables evaluadas al momento del transplante

En la Tabla 8, se muestra el costo de producción de plantas de café en vivero, la altura que obtuvo, su diámetro, número de hojas, número de crucetas, longitud de raíz, peso fresco y seco de planta, así como el grado de significancia por tratamiento que presentó el ensayo para las variables número de crucetas, longitud de raíz, peso fresco y seco de planta al momento del transplante donde el tratamiento T₅ presentó uno de los mejores comportamientos con relación a las variables agronómicas evaluadas y al mismo tiempo el mejor beneficio económico obtenido.

Tabla 8. Costos unitarios de producción de plantas por tratamiento al momento del transplante en relación a las variables evaluadas y su grado de significancia

Trat	Costo (U\$)	Alt. (cm)	Diá.(mm)	No. hojas	No. Cruceas	SIG.	Long. Raíz	SIG.	P. Fresco (g)	SIG.	P. Seco (g)	SIG.
T ₁	0.15	20.08	0.37	11.71	0.87	ab	16.61	a	44.50	bc	19.75	abc
T ₂	0.17	19.40	0.35	9.92	0.25	ab	15.36	a	36.50	bc	17.25	bc
T ₃	0.19	29.04	0.43	15.00	1.41	a	20.13	a	73.00	a	28.25	a
T ₄	0.22	16.65	0.30	7.33	0.50	ab	11.75	a	28.00	c	14.25	c
T ₅	0.13	29.46	0.44	13.17	1.25	a	19.42	a	60.00	ab	25.75	ab
T ₆	0.14	26.13	0.40	9.71	0.50	ab	18.87	a	49.75	abc	22.25	abc
T ₇	0.15	30.71	0.43	12.33	1.00	ab	17.29	a	63.00	ab	26.50	a
T ₈	0.16	17.58	0.29	7.75	0.50	ab	14.75	a	28.50	c	14.25	c
T ₉	0.12	17.42	0.33	6.71	0.00	b	15.56	a	25.00	c	14.00	c
T ₁₀	0.18	22.73	0.36	11.04	1.00	ab	16.92	a	47.75	abc	20.75	abc

SIG = Significancia, Alt. = Altura, Día = Diámetro

V. CONCLUSIONES

Los tratamientos en los que se utilizó el sustrato humus de lombriz al 75% más 25% suelo (T_3) y compost al 25% más 75% suelo y 75% más 25% suelo (T_5 y T_7 respectivamente), manifestaron en general el mejor comportamiento sobre las variables agronómicas evaluadas en la producción de plántulas de café en condiciones de vivero.

El tratamiento T_5 (25% compost mas 75% suelo) fue el económicamente más rentable ya que presentó un beneficio neto de 0.07 dólares por cada planta vendida, superior al presentado por el tratamiento T_9 (100% suelo) el cual obtiene un beneficio neto de 0.01 dólar por cada planta vendida.

VI. RECOMENDACIONES

Utilizar como sustrato para la producción de plántulas de café en vivero el sustrato compost 25% más 75% suelo, ya que esta dosis proporciona beneficios sobre las variables agronómicas y es el económicamente más rentable. Además, que constituye una alternativa para sustituir o reducir la fertilización sintética.

Evaluar los tratamientos estudiados una vez establecidos en el campo definitivo, para determinar su efecto sobre el comportamiento productivo de la planta.

Promocionar el uso de abonos orgánicos como el compost ya que es una alternativa económicamente viable para la producción de plantas de café en vivero.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Banzinger, M. Edemeades, G, O. Bolaños, J (1990). La relación entre peso fresco y seco del rastrojo de maíz en diferentes estados fonológicos del cultivo: Síntesis de resultados experimentales. Guatemala. P. 297-302.

Blanco, N. M. (1984). Cultivos industriales: Café, Caña de Azúcar, Tabaco, Cacao. Managua, Nicaragua. P .211.

Blanco, N. M, Hagggar, J, Moraga, Q. P, Madriz, S. J, Pavón, S. G (2002). Crecimiento y desarrollo del café (*Coffea arabiga* L) en diferentes ambientes. Managua, Nicaragua.

Cáceres, D. V, H. (Sin fecha). Aspectos teóricos y prácticos sobre la fertilización orgánica del café: Charlas para técnicos privados y extencionistas de UNICAFE. Centro de capacitación y Servicio, Jardín Botánico, Masatepe, Masaya.

Castañeda, R. O y Castañeda. P. (2001). El café ecológico: Algunas recomendaciones para su cultivo, procesamiento y comercialización. Primera edición. Guatemala. P. 230.

Espinoza, E. J, R. (1998). Modelo de regresión para la estimación de peso fresco y seco de ramas de durazno (*Prunus persica*). Revista Chapingo. Serie horticultura. V 4, No. 2. 1998. México.

Figuroa, Z. R. Fischersworrning, H. B. RipKen, R. R. (1996). Guía para la Caficultura Ecológica: Café Orgánico. Lima, Peru. P. 171.

Fischersworrning, H. B. y RipKen, R. R (2001). Guía para la caficultura ecológica: Café Orgánico. Tercera edición. Perú. Bolivia. P. 153.

- Gil, M. F. (1995).** Elementos de Fisiología Vegetal. Edición Mundi-prensa. España.
- Guharay, F., Monterrey, J., Monterroso, D. y Staver, Ch. (2000).** Manejo integrado de plagas en el cultivo del café
- Gutiérrez, Y., Barrios, M., Moraga, P. y Monzón, A. sin fecha.** Boletín N° 2. Grupo café Nicaragua.
- Guardiola, B. J, L. Amparo, G. L. (1990).** Fisiología Vegetal I: Nutrición y transporte. Síntesis. Madrid, España. 440 p.
- Herrera, J. R, A. (2001).** Evaluación de diferentes enmiendas orgánicas en el crecimiento e incidencia de enfermedades foliares del café (*Coffea arabica* L) En vivero. Trabajo de diploma, UNA. Managua, Nicaragua. 40 P.
- IICA. (2004).** Cadena Agroindustrial del Café en Nicaragua. Managua, Nicaragua. P.77.
- INTA-FAO. (2003).** Manual del extensionista: Manejo Integrado de la fertilidad de suelos de Nicaragua. Nicaragua. 130. P.
- INPOFOS (1993).** Memorias del seminario de correlación y calibración de análisis de suelos. UNA. Managua, Nicaragua.
- ISIC. (1978).** Curso de técnicas modernas para el cultivo del Café. Nueva San Salvador, El Salvador.
- Labrador, M. J. (2001).** La materia orgánica en los agrosistemas. Segunda edición. Mundi Prensa. Madrid, España. P. 293.
- Marín, C. R. (2003).** Manual de café orgánico. Managua, Nicaragua. 260.P.

MAGFOR. (2004). Datos facilitados por el MIFIC en el 2006.

MAGFOR-PROFOR. (2005). Nuevas tecnologías de viveros en Nicaragua. Primera edición. Managua, Nicaragua. P. 298.

Medina, M, S. y Quezada, M. C. (2004). Efecto del periodo de maduración del estiércol bovino sobre el comportamiento productivo de lombrices rojas en la zona de Camoapa. Tesis. Camoapa, Nicaragua. P. 53.

Mena, B. L. (1999). Efecto del compost combinado con fertilizante químico sobre los rendimientos del tomate (*Lycopersicum esculentum L*) y las pérdidas de suelo en condiciones de laderas. San Isidro de la Cruz Verde, Managua. Trabajo de Diploma, UNA. Managua, Nicaragua. 52. P.

Mongalo, G. Y, O. Lopez, P. O. (1996). Evaluación de sustratos para la producción de pitahaya (*Hylocereus undatus* Britt et Rose) en condiciones de vivero. Trabajo de diploma, UNA. Managua, Nicaragua. 23 P.

Noriega, A. C, G (1988). Determinación del material foliar representativo del estado nutricional del cafeto (*Coffea arabica L*) Var. Bourbon, Caturra y Mundo novo, época de muestreo y levantamiento nutricional del cultivo, en la sierra norte de Puebla. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

PROCAFE. (2003). Manual del Caficultor. Nueva San Salvador, El Salvador. Fundación Salvadoreña para investigaciones del Café.

Proyecto FAO-AGROS. (2000). Viveros de café Orgánico. Managua, Nicaragua. P. 28.

Sequeira, R. G, A. Valle, M. A, J. (2004). Evaluación de diferentes porcentajes de lombrihumus y suelo, como sustrato en la producción de posturas de chiltoma (*Capsicum anum L*) en bandejas para transplante. Trabajo de diploma, UNA. Managua, Nicaragua.

XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura (1997). Hernández, G. J, D. Villalobos, S. C. Evaluación del efecto del lombricompost de bovino como abono en almacigo de café. Costa Rica. IICA/PROMECAFE.

Somarriba, R. R. y Guzmán, G. G. (2004). Análisis de la influencia de la cachaza y estiércol bovino como sustrato de la lombriz roja californiana para producción de humus. Tesis. Managua, Nicaragua. P.55.

UNICAFE. (1996). Manual de caficultura de Nicaragua. Managua, Nicaragua. P. 242.

UNICAFE (2006). Datos facilitados por UNICAFE en el 2006.

Von, B. W. (2000). Comportamiento agronómico de 2 variedades de Acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walpini; Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición; Vol. 1, No. 5. P.6-13.

Wild. A. (1992). Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 1045 P.

ZAMORANO. (sin fecha). Horticultura: manual de practicas de campo. Honduras.

Internet:

www.emison.com

Barcelona, España.

Teléfono: 34934552314

Mail: braso@emison.com

Brooks, L. Y.(2004). Desechos sólidos orgánicos, se aprovechan en la tecnología de la lombricultura. Guantánamo, Cuba. P. 2.

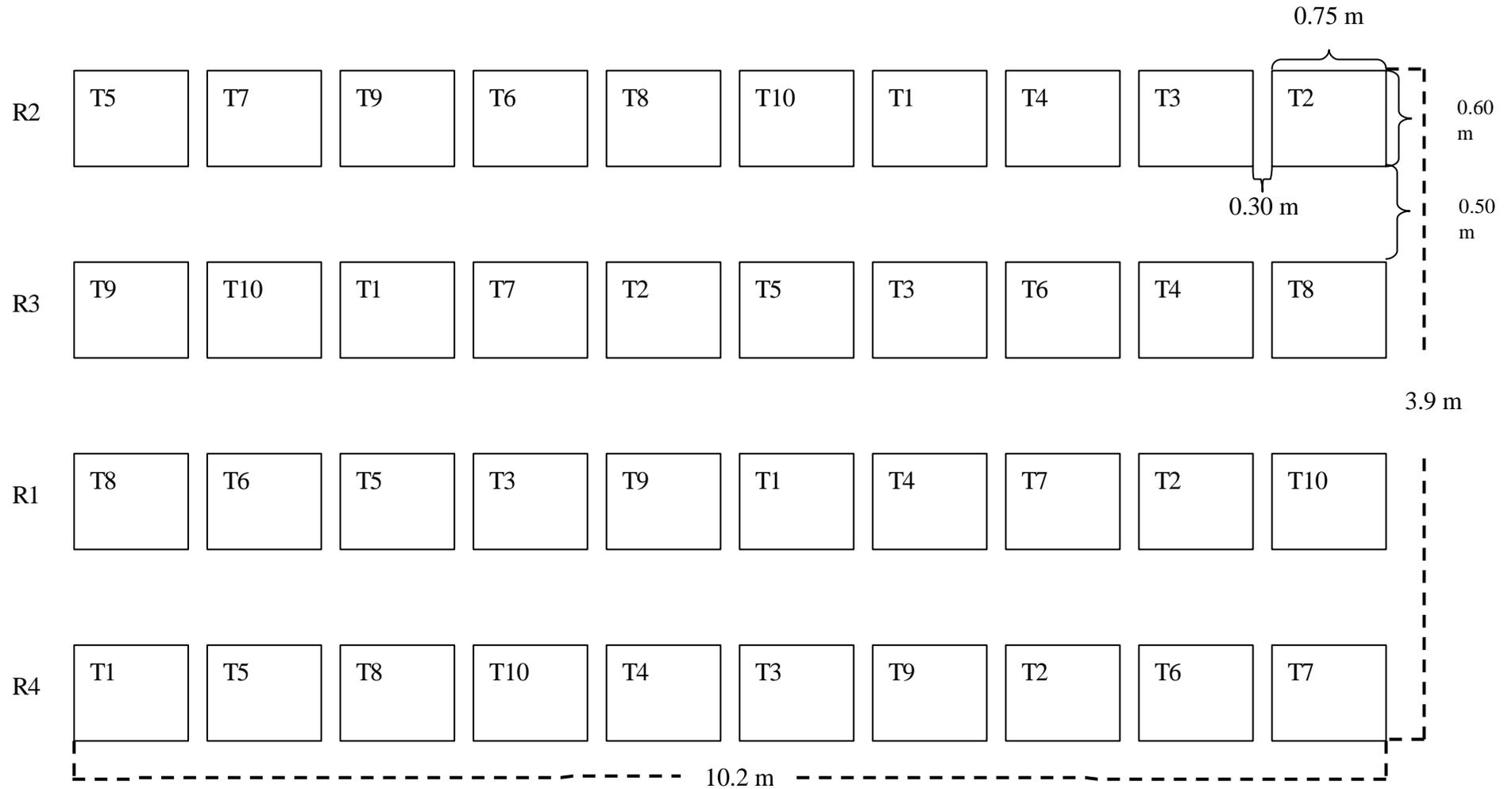
www.cuba-si.de/milch/oeko-lm/lombricultura-2004.pdf

Proyecto lechero Jaibo

e-mail: cubasiqt@enet.cu

VII. ANEXOS

ANEXO I. Plano de Campo
Ensayo de vivero de Café Orgánico 2005



Área total del Ensayo: 39.78 m²

ANEXO II. Prueba de efecto de tratamientos en el tiempo sobre la altura de planta.

Efecto	HT	Pr > F
HT*Trat	Junio	0.4556
HT*Trat	Julio	0.0430*
HT*Trat	Agosto	<.0001*
HT*Trat	Septiembre	<.0001*
HT*Trat	Octubre	<.0001*
HT*Trat	Noviembre	<.0001*
HT*Trat	Diciembre	<.0001*

ANEXO III. Prueba de efecto de tratamientos en el tiempo sobre el Diámetro de Tallo.

Efecto	HT	Pr > F
HT*Trat	Junio	0.9293
HT*Trat	Julio	0.9609
HT*Trat	Agosto	<.0030*
HT*Trat	Septiembre	<.0007*
HT*Trat	Octubre	<.0001*
HT*Trat	Noviembre	<.0001*
HT*Trat	Diciembre	<.0001*

ANEXO IV. Prueba de efecto de tratamientos en el tiempo sobre el promedio de Hojas

Efecto	HT	Pr > F
HT*Trat	Junio	0.0470
HT*Trat	Julio	0.4511
HT*Trat	Agosto	0.0817
HT*Trat	Septiembre	0.0429*
HT*Trat	Octubre	0.0686
HT*Trat	Noviembre	<.0001*
HT*Trat	Diciembre	0.0043*

ANEXO V. Fotos del ensayo en el Jardín Botánico (UNICAFE). Masatepe, Masaya de Junio a Diciembre de 2005.

Ensayo en el campo



Tratamiento 3



Tratamiento 5



Tratamiento 7



Tratamiento 4



Tratamiento 8



Tratamiento 9



Toma de datos en el campo



Toma de datos en el campo

