

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE ABONOS PROCESADOS CON
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE
PLANTONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CLON CCN - 51”**

TESIS

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

ERICA GUISELLA MERINO MAGUIÑA

PROMOCION II – 2009

“UNAS, cuna de profesionales con éxito”

TINGO MARÍA – PERÚ

2013

F04

M43

Merino Maguiña, Erica Guisella

Efecto de la aplicación del abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) clon CCN - 51 – Tingo María, 2013

73 páginas; 10 cuadros; 01 figuras; 32 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

1. ABONOS

2. MICROORGANISMOS

3. PLANTONES

4. CACAO

5. BIOMÉTRICO

6. ORGÁNICO

DEDICATORIA

Al Dios altísimo que me dio una familia maravillosa, la fortaleza, y el sentido de la vida, para lograr mis objetivos.

A mis padres, Raúl Merino Alado y Alicia Maguiña Paredes por sus consejos, apoyo incondicional, moral y económica que hicieron posible culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis queridas hermanas, Caroline y Claudia, esposo e hija, por el apoyo que me han brindado y sus valiosos, consejos, durante esta etapa de mi vida.

A mi abuelita, Isolina, Alado Torres que en paz descansa, gracias por todos los consejos y gratos momentos, su amor y cariño que nos brindó.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a Dios y a todas las personas e instituciones que han colaborado en la culminación del presente trabajo, entre ellos:

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva por haberme dado la oportunidad de lograr mi formación profesional.
- A mi mamá Alicia MAGUIÑA PAREDES, mi papá Raúl E. MERINO ALADO, por su incondicional apoyo moral y económico, que hicieron posible culminar mi carrera profesional y mi trabajo de investigación con éxito.
- Al Ing. Oscar CABEZAS HUAYLLAS, por su amistad y asesoramiento en el desarrollo científico y académico del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del Jurado de Tesis: Ing. M. Sc. Hugo HUAMANI YUPANQUI, Dr. César LÓPEZ LÓPEZ e Ing. Jaime CHÁVEZ MATÍAS por el aporte académico, científico y las revisiones de fondo y forma del texto.
- Al Ing. Pedro Huerto Guzmán e Sr. Manuel Paredes Arce por su apoyo, durante la etapa preliminar y ejecución de mi trabajo de investigación.
- A mi hermana Claudia Merino Maguiña, su esposo José Rojas Ticse e hija por apoyarme en la culminación de mi carrera y la tesis.
- A mis amigos y colegas, Jimmy More Valdivia y Walter Silva Matta, por el apoyo en el desarrollo y la culminación de mi trabajo de investigación.
- A la empresa Cooperativa Agraria Cafetalera La Divisoria, S.R.L.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía quienes me han formado con sus enseñanzas teóricas y prácticas a lo largo de mi carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	08
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1 Origen del cacao.....	10
2.2 Condiciones climáticas y edáficas del CCN-51.....	10
2.3 La fracción orgánica del suelo.....	10
2.4 Instalación y manejo de vivero.....	11
2.5 Origen y composición de la materia orgánica del suelo.....	16
2.6 Abonos orgánicos para el cacao.....	17
2.7 Abonos orgánicos fermentados.....	18
2.8 Microorganismos eficientes de bosque (MEB).....	31
2.9 Microorganismos eficientes (MEC®) comerciales.....	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1 Campo experimental.....	37
3.2 Ensayo 1 en laboratorio.....	37
3.3 Ensayo 2 en vivero.....	39
3.4 Ejecución del trabajo experimental, fase 2.....	41
3.5 Observaciones registradas.....	43
3.6 Preparación de los abonos orgánicos.....	46
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
4.1 Del análisis nutricional del sustrato suelo, abonos y fermento de los microorganismos eficientes.....	48

4.2	Del efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de cacao en laboratorio	53
4.3	Del porcentaje de germinación, altura, diámetro de tallo y número de hojas en plantones de cacao en el ensayo 2 en vivero.....	54
4.4	Costo de producción de los abonos orgánico y los microorganismos eficientes	63
V.	CONCLUSIONES	65
VI.	RECOMENDACIONES	66
VII.	RESUMEN	67
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	68
IX.	ANEXO	73
9.1	Croquis del trabajo experimental	95
9.2	Figuras de los tratamientos en estudio	96

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Datos meteorológicos registrados en la Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñones” (agosto – diciembre 2010).....	37
2. Tratamientos en estudio.....	40
3. Análisis del contenido nutricional del sustrato, abonos y fermento de microorganismos eficientes.....	50
4. Promedio de colonias de microorganismos, según el análisis de los cultivos microbianos existentes en los preparados y medios de bocashi... ..	52
5. Efecto de los abonos orgánicos en el primer ensayo, porcentaje de germinación a los 9 días, altura de planta, número de hojas y volumen de raíces a los 25 días.....	53
6. Efecto de la aplicación de los microorganismos eficientes, en la altura de planta y número de hojas de plántones de cacao.....	55
7. Comparación de medias para la altura, diámetro de tallo, número de hojas, volumen radicular y peso seco de plántones de cacao a los 112 días después de la aplicación de abonos orgánicos con y sin aplicación de microorganismos eficientes.... ..	57
8. Ritmo de crecimiento e incremento del porcentaje y número de hojas en plántones de cacao en función al tiempo y aplicación de tratamientos.....	62

9.	Ecuación de correlación al 0.05 % de altura de planta, diámetro y número de hojas en plantones de cacao.....	63
10.	Costo de producción de los microorganismos eficientes y los abonos orgánicos en la producción de plantones de cacao.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.....	59
2. Comparación del testigo con el tratamiento 1.	95
3. Comparación del testigo con el tratamiento 2.	95
4. Comparación del testigo con el tratamiento 3.	96
5. Comparación del testigo con el tratamiento 4.	96
6. Comparación del testigo con el tratamiento 5.	97
7. Comparación del testigo con el tratamiento 6.	97
8. Comparación del testigo con el tratamiento 7.	98
9. Comparación del testigo con el tratamiento 8.	98
10. Vivero de cacao CCN-51 en estudio 8 en estudio.....	99
11. Vivero de cacao CCN-51 en estudio, tesista y asesor.....	99

I. INTRODUCCIÓN

El uso y manejo inadecuado de los suelos empleados en la producción agrícola, sumado al excesivo o mal uso de productos químicos a nivel mundial, han provocado severos daños medioambientales, que se reflejan en la desactivación biológica y pérdida de sus condiciones productivas, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria de la sociedad.

En el Perú, tradicionalmente la utilización de fertilizantes químicos, representa un componente importante en los sistemas de producción tecnificados; sin embargo, debido al costo no se encuentra al alcance de la mayoría de pequeños productores; una alternativa para ellos es la producción orgánica, principalmente en los cultivos de cacao y café que se ha incrementado significativamente en la última década. Una de las formas sostenibles de mantener la fertilidad de los suelos en estos sistemas de producción, es a través, de la aplicación de diferentes fuentes de abonos naturales; como los estiércoles procedentes de animales y compost procesados a partir de restos de tejido vegetal. La forma de preparación e insumos empleados en el compost ha ido derivando en nombres como "bocashi" o "gaicashi", que aportan una mayor cantidad de nutrientes al suelo. Una alternativa creciente, para acelerar la descomposición del compost tradicional, "bocashi" o "gaicashi" es mediante la adición de los llamados "microorganismos eficientes" (ME), que artesanalmente puede obtenerse de la hojarasca del bosque o ser adquiridos comercialmente en el mercado de insumos agrícolas.

Esta forma de producción de los abonos con la incorporación de los ME, se viene incrementado sustancialmente en la zona, sobre todo por los productores orgánicos de café y cacao. Sin embargo, no se cuentan con datos cuantitativos relacionados con la calidad de los abonos procesados con éstos microorganismos y su efecto en el crecimiento y desarrollo de las plantas; en ese contexto, el presente trabajo planteó los objetivos siguientes:

Objetivo general:

1. Evaluar el efecto nutricional de abonos orgánicos mediante la adición de microorganismos eficientes y su efecto en el crecimiento de plantones de cacao.

Objetivos específicos:

1. Determinar el efecto de tres abonos orgánicos, obtenidos mediante la aplicación de dos fuentes de microorganismos eficientes en el porcentaje de germinación y crecimiento de plantones de cacao del clon CCN - 51 en vivero.
2. Determinar el contenido nutricional de los tres abonos orgánicos procesados mediante la aplicación de las dos fuentes de microorganismos eficientes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen del cacao

CRESPO (1998), indica que el cacao es una especie originaria del Bosque húmedo tropical (Bh-t) de la región amazónica del noreste de América del Sur. De ahí se dispersó de modo natural a todo el continente, y luego con la ayuda del hombre, al resto de las regiones tropicales del mundo.

2.2 Condiciones climáticas y edáficas del cacao

CRESPO (1998), considera que este clon necesita un clima caliente y húmedo con temperaturas promedio anual de 23 a 26 °C, precipitación anual entre 1 500 a 2 500 mm, con un mínimo de 100 mm mensuales, con una humedad relativa óptima entre 70 a 80 %, con una intensidad lumínica ligeramente superior al 50 %. Asimismo, se recomienda para su cultivo suelos con un buen drenaje, con buenas propiedades físicas y químicas, con una profundidad mínima de 1,5 m con un pH óptimo de 5,5 a 6,5.

2.3 La fracción orgánica del suelo

En la mayoría de los suelos tropicales la fracción orgánica del suelo es un componente menor de la fase sólida del suelo. Sin embargo, esta fracción orgánica juega un papel crucial en la fertilidad de los suelos. Sus relaciones con la fase mineral y con los elementos de la solución del suelo, hacen que esta fracción orgánica controle en gran medida la disponibilidad de nutrimentos para las plantas en suelos tropicales (MELÉNDEZ, 2003).

2.4 Instalación y manejo de vivero

2.4.1 Establecimiento de viveros

ARÉVALO *et al.* (2004), señalan que el éxito de plantaciones perennes como el cacao depende en gran parte del empleo de plantones sanos y vigorosos que provengan de viveros con un manejo adecuado y esmerado, así lo menciona.

DEVIDA (2010), manifiesta que un vivero de cacao es un espacio adecuado constituido por tinglado y camas en las que se producirán plantones seleccionados bien conformados, vigorosos y sanos por un período que oscila entre los tres y seis meses. Luego de este período se llevarán a campo definitivo, de preferencia entre los meses de abril y junio.

CNCH (1988), citado por ARÉVALO *et al.* (2004), indica que la planta de cacao en su primera etapa debe contar con abundante sombra, la cual debe provenir de un tinglado hecho de ramas u hojas de palmera con una altura conveniente que facilite los trabajos posteriores en el vivero. A partir del primer mes de crecimiento de los plantones, se inicia un proceso de regulación gradual de sombra, para permitir el ingreso de luz solar de alrededor del 60 %, hasta el momento de realizar el trasplante a campo definitivo, de manera que el cambio no sea brusco; el vivero debe hacerse teniendo en cuenta que el momento de trasplante coincida con la época final de lluvias.

2.4.2 Ubicación del vivero

ARÉVALO *et al.* (2004), señalan que los viveros se deben de instalar en zonas de fácil acceso, cerca de fuentes de agua limpia, y cercanos al lugar definitivo donde se va a trasplantar; la orientación del vivero debe ser de este a oeste, la topografía puede ser plana, pero de preferencia ligeramente inclinada. El tamaño del vivero debe ser de acuerdo al número de plántones que se producirán, para el caso de una hectárea se recomienda instalar 1 500 plántones, de las cuales se seleccionarán las mejores plantas (1 283) para trasplantar a campo definitivo (sistema tres bolillos 3 m x 3 m). Las camas deben de ser niveladas y con un buen sistema de drenaje, delimitadas con los materiales de la zona, dentro del cual se colocarán las bolsas en hileras, las mismas que estarán separadas cada 10 cm para un desarrollo uniforme de los plántones.

2.4.3 Preparación del sustrato

ARÉVALO *et al.* (2004), explican que para obtener buenos plántones de cacao, es indispensable tener en cuenta la riqueza nutritiva del sustrato a utilizar y del manejo técnico que se realice en el vivero.

ARÉVALO *et al.* (2004), señalan una alternativa que ha dado buenos resultados es la mezcla de siete carretillas de capa superficial del suelo arenoso más tres partes de compost y un kilogramo de óxido de calcio + magnesio.

PAREDES (2000), menciona que para el llenado de las bolsas se utiliza tierra virgen, rica en material orgánico; así mismo, para enriquecer el sustrato se adiciona cinco kilogramos de guano de isla a 12,5 carretillas de tierra, volumen que alcanza para llenar 500 bolsas.

RESTREPO (2001), indica que para los casos del embolsado de árboles frutales en viveros, se recomienda mezclar un 50 % de tierra con 50 % de abono fermentado.

ARÉVALO *et al.* (2004), recomiendan realizar en esta etapa un control fitosanitario efectuando tratamiento preventivo al sustrato con agua caliente (termoterapia) o solarización para prevenir la presencia de microorganismos patógenos.

2.4.4 Llenado de bolsas de vivero

ARÉVALO *et al.* (2004), indican que las bolsas que se utilizan deben tener las siguientes características: Polietileno de color negro, de 30 cm de alto, 15 cm de ancho y 0,2 mm de grosor, con 4 a 8 agujeros distribuidos en la base de la bolsa. Para obtener un buen resultado, las bolsas deben llenarse completamente, en la secuencia siguiente: se deben llenar las bolsas hasta la mitad soltándola de las manos suavemente contra el suelo repetidas veces a una altura aproximada de 20 cm, con la finalidad de hacer un asentado uniforme del contenido; antes de completar el llenado se repite esta labor, de modo que esta no se quede excesivamente suelta; luego acomodar las bolsas

en las camas y regarlas para que la tierra se asiente y realizar un llenado definitivo. Las bolsas llenas se acomodan en hileras pares en forma vertical con espacios de 10 cm entre hileras, colocando varas de madera entre hileras y alrededor (vuelta) para evitar la tumba de bolsas, una tarea de llenado de bolsas es en número de 300 a 350 bolsas por jornal.

2.4.5 Preparación de semilla

ADRIAZOLA (2003), indica que las semillas de cacao pueden pre-germinar en el interior de un fruto sobre maduro, cuando el mucílago que las recubre se seca. Por el alto contenido de grasa que tiene la semilla, la capacidad de germinación se pierde rápidamente a partir del quinto día de su extracción del fruto, aparentemente la desnaturalización de las grasas afecta el embrión y lo mejor es sembrarlas inmediatamente.

Asimismo, ARÉVALO *et al.* (2004), recomiendan que las semillas para la siembra pueden ser extraídas de plantas híbridas o clónales, sin embargo, es recomendable utilizar preferentemente híbridos de frutos grandes y sanos, no sobremaduros y de cualquier parte del árbol, la cantidad de semilla a utilizar en promedio para una hectárea es de cuatro a cinco kilogramos con mucílago (un kilogramo contiene 350 semillas aproximadamente). Las semillas pueden sembrarse con mucílago, mezclándolo con un producto a base de cobre en polvo; también se siembra sin mucílago, para ello se frota suavemente con aserrín, arena o ceniza y se trata con productos como Benomil al uno por ciento. También se puede realizar la siembra directa o pre-germinar

en bolsas mediante un abrigado utilizando rastrojos secos, aserrín húmedo en bolsa de plástico. La emisión de la radícula de la semilla se observa a los tres días después del pre-germinado, en posición acostada a una profundidad no mayor de un centímetro; en este caso no dejar pasar más de cuatro días porque las plántulas no prosperarán.

2.4.6 Manejo del vivero

ARÉVALO *et al.* (2004), consideran las siguientes labores para el manejo del vivero:

a. Riegos. La frecuencia de riegos en el vivero depende de las condiciones climáticas del lugar, lo importante es que el sustrato debe estar siempre húmedo y cuando se realice esta labor de preferencia hacerlo en las primeras horas de la mañana o últimas horas de la tarde, utilizando regaderas u otro depósito disponible que permita un riego uniforme, a fin de mantener la humedad adecuada.

b. Deshierbos. En el vivero no se debe permitir el desarrollo de malezas, pues éstas compiten con la planta, recomendándose un control manual y cuantas veces sea necesario.

c. Selección de plantones. Durante la etapa de vivero se debe realizar la selección de plantones, iniciando esta labor al segundo mes de crecimiento, eliminando las plantas deformadas, raquílicas, poco vigorosas y enfermas, colocando las grandes y medianas por separado. El trasplante a campo definitivo deberá efectuarse cuando las plantas tengan el vigor apropiado (tres a cuatro meses de edad).

d. Recomendaciones nutricionales. En algunas ocasiones para prevenir deficiencias nutricionales se recomienda a partir del segundo mes de crecimiento de los plantones, realizar cada 15 días aspersiones de abono foliar que contengan N-P-K y elementos menores como cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn), etc. De ser necesario aplicar una solución nitrogenada (Urea al 2 %).

2.5 Origen y composición de la materia orgánica del suelo

El suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre estos restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie de las hojas, ramas, flores y frutos o quedan directamente en la masa del suelo las raíces al morir. Otras dos fuentes importantes son el plasma microbiano y los restos de la fauna habitante del suelo. Basándose en lo anterior, se considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como una mezcla continua de compuestos heterogéneos a base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal parcial o completamente descompuestos en continuo estado de descomposición; de sustancias sintetizadas microbiológicamente o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos y muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponer. Inmediatamente después de la caída de los materiales al suelo y muchas veces antes, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía. El proceso de descomposición está acompañado de la liberación de CO₂ y de los nutrientes contenidos en los residuos orgánicos. Una fracción pequeña de materia orgánica del suelo

está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc., y en su mayor parte están formadas por las llamadas sustancias húmicas, que son una serie de compuestos de alto peso molecular. Estas sustancias húmicas han sido divididas en grupos de acuerdo a su solubilidad en soluciones ácidas y básicas concentradas: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas. Los ácidos húmicos son moléculas más grandes y complejas que los ácidos fúlvicos, además presentan contenidos más altos de N, pero menor de grupos funcionales (MELÉNDEZ, 2003).

MELÉNDEZ (2003), califica como abono orgánico todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejorador de suelos. Los abonos orgánicos pueden categorizarse por la fuente principal de nutrimentos, que puede ser un organismo que se inocula sobre un acarreador orgánico, tal es el caso de los biofertilizantes, donde el aporte de nutrientes es el resultado directo de la actividad de la bacteria o el hongo, ejemplos típicos de estos son *Rhizobium*, Micorrizas, *Azotobacter*, *Bacillus subtilis*, etc.

2.6 Abonos orgánicos para el cacao

Según menciona Benzing (2001), citado por ENRÍQUEZ (2003), que el cultivo orgánico del cacao requiere de una conservación o incremento de materia orgánica, lo cual soluciona algunos de los problemas de fertilidad, retención adecuada del agua de la lluvia y una buena circulación del aire en el suelo. Un cacaotal con una buena nutrición es capaz de soportar mejor las adversidades del clima, los insectos, las enfermedades y algunos patógenos

del suelo, desarrollar mejor el potencial genético de su genoma y dar un producto de alta calidad.

También Kolmans y Vásquez (1996); OTA/USDA (2001), citados por ENRÍQUEZ (2003) mencionan que existen varios abonos o fertilizantes que son permitidos en agricultura orgánica, de los que se debe tener toda la información posible de su composición química, del contenido de los diferentes nutrimentos y calcular la cantidad de nitrógeno, de P_2O_5 , de K_2O y de SO_4 necesarios para cada cultivo.

Hai (1998), citado por ENRÍQUEZ (2003), indica que actualmente se está desarrollando la fertilización al suelo por medio de microorganismos que aceleran la descomposición de la materia orgánica que tenga el suelo o la que se incorpora, poniendo a disposición de la planta todos los nutrimentos en forma muy eficiente. Hacen falta más pruebas para poder hacer recomendaciones más concretas sobre estos microorganismos.

2.7 Abonos orgánicos fermentados

2.7.1 Aspectos generales

Según RESTREPO (2001), indica que la elaboración de los abonos orgánicos fermentados se puede entender como un proceso de semi descomposición aeróbica de residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos quimiorganotrofos que existen en los propios residuos, con condiciones controladas, y que producen un material parcialmente estable de

lenta descomposición en condiciones favorables y que son capaces de fertilizar a las plantas. En el proceso de elaboración el abono orgánico fermentado puede decirse que existen dos etapas bien definidas:

a. Primera etapa, por la que pasa la fermentación del abono es la estabilización, en que la temperatura puede llegar a alcanzar aproximadamente entre 70 y 75° C sino la controlamos adecuadamente, debido al incremento de la actividad microbiana. Posteriormente, la temperatura del abono comienza a caer nuevamente, dado al agotamiento o la disminución de la fuente energética que retroalimentaba el proceso. En este momento empieza la estabilización del abono y solamente sobresalen los materiales que presentan una mayor dificultad para su degradación a corto plazo.

b. Segunda etapa, que es la maduración, en la cual la degradación de los materiales orgánicos que todavía permanecen es más lenta, para luego llegar a su estado ideal para su inmediata utilización.

Entre los principales factores que afectan el proceso de la elaboración de los abonos orgánicos fermentados se destacan:

2.7.1.1 La temperatura

Está en función del incremento de la actividad microbiana del abono, que comienza después de la etapa de la mezcla de todos los ingredientes. La actividad microbiológica puede ser perjudicada por la falta de oxigenación y el exceso o escasez de humedad (RESTREPO, 2001).

2.7.1.2 El pH (acidez)

La elaboración de este tipo de abono requiere que el pH oscile entre un 6,0 y un 7,5 ya que los valores extremos inhiben la actividad microbiológica durante el proceso de la degradación de los materiales (RESTREPO, 2001).

2.7.1.3 La humedad

La humedad óptima para lograr la máxima eficiencia del proceso de fermentación del abono, oscila entre el 50 y 60 % (en peso) o sea, los materiales están vinculados a una fase de oxigenación (RESTREPO, 2001).

2.7.1.4 La aireación

La presencia del oxígeno y una buena aireación es necesaria para que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación del abono. Se calcula que como mínimo debe existir de 5 a 10 % de concentración de oxígeno en los macroporos de la masa (RESTREPO, 2001).

2.7.1.5 El tamaño de las partículas

La reducción del tamaño de las partículas de los componentes del abono puede presentar la ventaja de aumentar la superficie para su descomposición microbiológica. Sin embargo el exceso de las partículas muy pequeñas puede llevar fácilmente a una compactación que favorece el desarrollo de un proceso anaeróbico, lo que no es ideal para obtener un buen abono orgánico fermentado (RESTREPO, 2001).

2.7.1.6 Relación carbono – nitrógeno

La relación teórica e ideal para la fabricación de un buen abono de rápida fermentación se calcula que es de 1 a 35. Las relaciones menores pueden resultar en pérdidas considerables de nitrógeno por volatización; por otro lado, relaciones mayores resultan en una fermentación y descomposición más lenta, y que en muchos casos es conveniente (RESTREPO, 2001).

2.7.1.7 La mezcla del abono orgánico, el volteo diario y el control de la temperatura

Una vez mezclados todos los ingredientes del abono durante el primer día de su preparación, se deja fermentar la mezcla apilada durante 24 horas. De aquí en adelante se voltea la mezcla dos veces al día (mañana y tarde), regulando la altura del mismo. La temperatura de la mezcla no deberá sobrepasar los 50° C; por lo que será necesario ir disminuyendo gradualmente la altura original de la mezcla. Es importante destacar que durante este proceso de volteo no deberá agregarse agua a la mezcla. El abono estará listo para su uso, cuando la mezcla esté totalmente seca y sin temperaturas altas (RESTREPO, 2001).

2.7.2 Principales aportes de los ingredientes utilizados para elaborar los abonos orgánicos fermentados tipo bocashi y gaicashi

Según RESTREPO (2001), los principales aportes de los ingredientes en la elaboración de abonos orgánicos son los siguientes:

2.7.2.1 El carbón vegetal

Mejora las características físicas del suelo, como su estructura, lo que facilita una mejor distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo "esponja sólida", el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de estos en la tierra.

2.7.2.2 La gallinaza o los estiércoles

Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorarlas características vitales y la fertilidad de la tierra con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, entre otros elementos, dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejoraran las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicaran los abonos.

2.7.2.3 Cascarilla de arroz

Este ingrediente mejora las características físicas de la tierra y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes. También beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que estimula el

desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas así como su actividad simbiótica con la microbiología de la rizósfera. Es además una fuente rica en silicio, lo que favorece a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades.

2.7.2.4 La pulidora, salvado o afrecho de arroz

Es uno de los ingredientes que favorecen, en alto grado, la fermentación de los abonos, la cual se incrementa por la presencia de vitaminas complejas. Aporta hormonas, nitrógeno y es muy rica en nutrientes muy complejos cuando sus carbohidratos se fermentan, minerales, tales como fósforo, potasio, calcio y magnesio también están presentes.

2.7.2.5 La melaza de caña o chancaca

Es la principal fuente de energía para la fermentación de los abonos orgánicos, favorece la multiplicación de la actividad microbiológica; es rica en potasio, calcio, fósforo, magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro.

2.7.2.6 La levadura, tierra forestal virgen o manto forestal

Estos ingredientes constituyen la principal fuente de inoculación microbiológica para la elaboración de los abonos orgánicos fermentados.

2.7.2.7 Tierra común

Tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y consecuentemente, lograr una buena fermentación. Dependiendo de su origen, puede aportar variados tipos de arcillas, microorganismos inoculadores y otros elementos minerales indispensables al desarrollo normal de los vegetales.

2.7.2.8 El carbonato de calcio o cal agrícola

Su función principal es mejorar la acidez que se presenta durante todo el proceso de la fermentación. Dependiendo de su origen natural o fabricado, puede contribuir con otros minerales útiles a las plantas. En América Latina, comúnmente se le conoce con el nombre de cal agrícola o cal dolomítica.

2.7.2.9 El agua

Tiene la finalidad de homogenizar la humedad de todos los ingredientes que compone el abono. Propicia las condiciones ideales para el buen desarrollo de la actividad y reproducción microbiológica, durante todo el proceso de fermentación cuando se están elaborando los abonos orgánicos.

2.7.3 El tiempo de duración para elaborar los abonos

La preparación de los abonos orgánicos se debe realizar en un lugar que esté protegido del sol, del viento y de la lluvia, ya que estos

interfieren en el proceso de la fermentación, sea paralizándola o afectando la calidad final del abono que se ha preparado. Para ello se deben utilizar como herramientas palas, tenedores metálicos, baldes plásticos, termómetro, manguera para el agua, mascarilla de protección para el polvo y unas buenas botas, son las herramientas más comunes y fáciles de conseguir en cualquier lugar, para preparar este tipo de abono. Los agricultores que están iniciándose en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, por lo general realizan esta actividad en quince días. Los productores más experimentados lo hacen en diez días. Para ello, durante los primeros cuatro o cinco días de fermentación, revuelven o voltean al preparado dos veces al día en algunos casos (en la mañana y en la tarde). Luego lo revuelven solamente una vez al día, controlando la altura (un metro y cuarenta centímetros, en lo máximo), y el ancho del montón (hasta dos metros y medio), de manera que sea la propicia para que se dé una buena aireación (RESTREPO, 2001).

2.7.4 Etapa de la fermentación y el control de la temperatura

Una vez terminada la etapa de la mezcla de los ingredientes del abono y controlada la uniformidad de la humedad, la masa se deja en el piso, de tal forma que la altura del montón tenga, un metro y cuarenta de altura en los primeros días y después gradualmente va disminuyendo hasta 50 a 30 cm de altura. Algunos agricultores acostumbran cubrir el abono con sacos de fibra durante los tres primeros días de la fermentación, con el objetivo de acelerarla (RESTREPO, 2001).

2.7.5 Tipos de abonos orgánicos

2.7.5.1 El compost

El abono orgánico se obtiene de la descomposición de los residuos de cosecha de las plantas cultivadas como hojas, tallos, frutos, cáscara de cacao y desperdicios de cocina, además de excretas de animales como: bovinaza, gallinaza, y otros. Estos residuos experimentan un proceso de descomposición, por la acción de numerosos organismos que transforman la materia orgánica en nutrientes asimilables para las plantas, dando como resultado un abono rico en la mayoría de nutrientes, que se convierte en un fertilizante excelente, fácil y económico de producir, ya que todos sus componentes se obtienen de la misma finca (SOTO, 2003).

Un compost bien manejado o producido trae muchas ventajas a la estructura del suelo así como a las plantas facilitándolas la absorción de los nutrimentos (De La Cruz (2000); Motato (1999); Gómez (2000), citados por ENRÍQUEZ, 2003).

Según Pravia (1999); citado por ENRÍQUEZ (2003), menciona que en este proceso de descomposición lo más importantes es mantener el equilibrio entre alimentos, agua y aire. Uno de los productos derivados es el calor. Dependiendo de la temperatura el compost puede alcanzar rápidamente una temperatura entre 120 y 150 °F, esta temperatura destruye la mayoría de los patógenos que causan enfermedades. Sin embargo

no destruye los hongos del genero *Mycorrhizae* quienes son capaces de aumentar la absorción de nutrientes por las raíces de las plantas.

2.7.5.2 El gaicashi

El gaicashi es un abono orgánico considerado como uno de los más completos, porque posee triple acción en el suelo: Biotransformación (aporte físico), biofertilización (aporte trofobiótico) y bioactivación (microvida). Desarrollado con el fin de aportar al suelo condiciones equilibradas que garanticen a la planta una buena nutrición en un medio natural (Martínez, 2004; citado por ESCALANTE, 2011).

El gaicashi es el resultado de un proceso de descomposición de diferentes componentes orgánicos por acción de varios tipos de microorganismos esenciales, que generan un producto con características físicas, químicas y biológicas adaptable a todos los sistemas de producción. El objetivo de este compuesto es aportar al suelo condiciones equilibradas en los aspectos físicos, químicos y biológicos, que garanticen a la planta una buena nutrición en un medio natural (RESTREPO, 2001).

Asimismo el gaicashi es uno de los abonos orgánicos similares al bocashi, desarrollados y formulados por Holandeses, que se considera como más completos, puesto que se incorpora al suelo, tanto macro como micro nutrientes, que son básicos para las plantas. El desarrollo de la fórmula fue concebido para producción de pequeñas porciones o cantidades.

Debido al costo de sus materiales y a la dificultad de hacer en grandes cantidades como es en el caso de la agricultura extensiva, se recomienda hacer estudios económicos muy cuidadosos antes de iniciar una producción en grande. A la fórmula original se le han cambiado algunos ingredientes debido a la difícil que resulta el empleo de materiales que muchas veces hay que transportarlos de muy lejos, se han agregado ingredientes como dolomita y guano de isla para darle más efectividad, más concentración de nutrientes al compuesto. Hay que tener claro que los ingredientes todos deben ser limpios es decir que no estén contaminados. Se puede decir que con un poco de experiencia se puede realizar algunos cambios adaptativos a las condiciones locales con el fin de abaratar su producción así lo menciona (CACHIQUE, comunicación personal, 2010).

2.7.5.3 El bocashi

Bocashi, es una palabra japonesa, que significa materia orgánica fermentada. En buenas condiciones de humedad y temperatura, los microorganismos comienzan a descomponer la fracción más simple del material orgánico, como son los azúcares, almidones y proteínas, liberando sus nutrientes. El principal objetivo del bocashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también nutre el cultivo. El Bocashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después del tratamiento (fermentación). Este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando es

aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo (MARTÍNEZ, 2004).

2.7.6 Diferencias entre bocashi, gaicashi y compost

El objetivo principal del uso de a es suministrar los minerales como en la nutrición inorgánica a los cultivos. En la preparación del compost, los minerales atrapados en la materia orgánica fresca se vuelven de fácil absorción para las plantas y se eliminan los patógenos que podrían estar en la materia orgánica fresca y causar daño al cultivo. Se recomiendan temperaturas relativamente altas (50 - 70 °C) para asegurar que mueran los microorganismos patogénicos (CORONEL, 1982).

El gaicashi es un abono orgánico considerado como uno de los más completos, porque posee triple acción en el suelo: Biotransformación (aporte físico), biofertilización (aporte trofobiótico) y bioactivación (microvida). Desarrollado con el fin de aportar al suelo condiciones equilibradas que garanticen a la planta una buena nutrición en un medio natural (MARTÍNEZ, 2004).

El objetivo principal del bocashi y gaicashi es activar y aumentar la cantidad de microorganismos benéficos en el suelo, pero también se persigue nutrir el cultivo y suplir alimentos (materia orgánica) para los organismos del suelo. El suministro deliberado de microorganismo benéficos

asegura la fermentación rápida y una mayor actividad de estos microorganismos benéficos elimina los organismos patogénicos gracias a una combinación de la fermentación alcohólica con una temperatura entre 40 - 55°C (LEBLANC *et al.* 2000).

2.7.7 Bocashi con MEC[®]

El MEC[®] es un cultivo microbiano mixto, de especies seleccionadas de microorganismos benéficos que tiene como uno de sus usos que es un inoculante para hacer varios tipos de abonos y para renovar aguas residuales y aguas de superficie contaminada (estanques). Cuando el MEC[®] es aplicado al Bocashi mejora su calidad y facilita la descomposición de los diferentes clases de desechos (VIVANCO, 2005).

2.7.8 Dosis de aplicación de los abonos orgánicos

Para efectuar cálculos de dosis, lo fundamental es tener claro las cantidades que podrían estar disponibles a partir de estas fuentes. Esta parte por supuesto es de las más difíciles de definir por la misma variabilidad que presentan los productos. De igual manera que para la fracción orgánica del suelo, en los abonos orgánicos la metodología más usada es la de totales. Este tipo de determinación adolece de serias limitaciones, pues cada producto tiene sus tasas de liberación definidas con base en las fracciones internas que posea, y si las estimaciones se hacen con base en estos totales por lo general sobrestiman por mucho las posibles liberaciones de nutrientes. De acuerdo un mismo esquema que se ha propuesto para la materia orgánica lo relevante

desde un punto de vista nutricional será estimar la cantidad ó porcentaje de ese total que está asociada más directamente con la actividad microbiana, de modo que puedan hacerse estimados de posible disponibilidad (SOTO, 2003).

2.8 Microorganismos eficientes de bosque (MEB)

Un MEB es un cultivo mixto de microorganismos benéficos que se encuentran en la naturaleza y que pueden ser aplicados directamente al suelo a las plantas para aumentar la diversidad microbiológica, o como inoculante para los abonos fermentados tipo bocashi. Los MEB contienen especies seleccionadas de microorganismos, entre ellas poblaciones predominantes de *Lactobacillus*, levaduras y un número menor de bacterias fotosintéticas, actinomicetos y otros tipos de organismos. Todos estos son compatibles entre sí y pueden coexistir en un medio líquido. Algunas de las sustancia secundarias que son producidos por los microorganismos de bosque (MEB) son; inositol, ubiquinone, saponinas, polisacáridos de bajo peso molecular, polifenoles y quelatos. Estas sustancias pueden inhibir el desarrollo de patógenos, pero permiten el crecimiento de las especies benéficas. Estos microorganismos de bosque o efectivos cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatados y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además, mediante su acción cambian la micro y macroflora de los suelos, y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos se conviertan en supresores de enfermedades (HIGA y PARR, 1994).

2.8.1 Principales microorganismos eficientes

2.8.1.1 Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* spp.)

Promueven la fermentación y descomposición de materiales como lignina y celulosa, suprimen patógenos por desplazamiento y por efecto del ácido láctico que generan (HIGA, 1996).

Estas bacterias producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras. El ácido láctico es un fuerte esterilizador, que suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de materia orgánica. Las bacterias ácido lácticas aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, tales como la lignina y la celulosa. Las bacterias ácido lácticas (BAL) aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. Dentro de las bacterias ácido lácticas se ubican los organismos del género *Lactobacillus*. Otra característica importante de los *Lactobacillus* es la de tener un metabolismo fermentativo, el cual es un proceso donde se oxidan compuestos orgánicos (azúcares, glucosa) para conservar la energía en ATP, a diferencia de la respiración que el O₂ u otros aceptores terminales de electrones ayudan a conservar la energía. Su metabolismo tiene una concentración de 5 y 10 % de CO₂. La mayoría de las *Lactobacillus* pueden llevar a cabo las últimas fases de las fermentaciones ácido lácticas ya que resiste a pH cercanos a 3,6 – 4,0.

Además, que inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos como estafilococos y listerias (ECORGANICAS MEDELLÍN, 2007).

2.8.1.2 Bacterias fotosintéticas ó fototróficas

Sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y gases nocivos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía, estas bacterias pertenecen al género *Rhodopseudomonas* spp. Las sustancias generadas por esta bacteria favorecen la presencia de micorrizas, el crecimiento de las plantas y de otros microorganismos útiles como aquellas que fijan nitrógeno. Las bacterias fototróficas: son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros microorganismos (Higa, 1994; citado por GIMENO, 2011).

Dentro de la bacterias fotosintéticas se ubican los organismos del género *Rhodopseudomonas* sp., pertenece al grupo de las bacterias púrpuras y se caracterizan por ser fotótrofas, es decir que tiene la capacidad de convertir la energía lumínica en energía química, para producir energía (ATP). Tiene la capacidad de remover H_2S , NO_3 , SO_4 , hidrocarburos, nitratos y halógenos, reduciendo así la DBO (demanda biológica del oxígeno).

Tiene la capacidad de degradar y remover algunos compuestos tóxicos presentes en aguas residuales como son patrocinas, cadaverinas, entre otros. Incrementa la recuperación de metales pesados) (ECORGANICAS MEDELLÍN, 2007).

2.8.1.3 Levaduras (*Saccharomyces* spp.)

Sintetizan sustancias antimicrobiales, producen hormonas y sustratos útiles que favorecen la presencia de los microorganismos contenidos en EM[®] (HIGA, 1996).

Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas, producidas por las levaduras, promueven la división celular activa. Sus secreciones son sustratos útiles para otros microorganismos eficientes como bacterias ácido lácticas y actinomicetos (bacterias que ayudan a descomponer la materia orgánica transformándola en humus, liberando nutrientes). Las levaduras normalmente predominan en habitats con abundante azúcar, tales como frutas, flores, e incluso corteza de los árboles. Algunas especies se emplean en todas partes del mundo para la elaboración del pan y la producción de bebidas alcohólicas por fermentación, pues segregan enzimas que convierten los azúcares en alcohol y CO₂ (ECORGANICAS MEDELLÍN, 2007).

1.9 Los microorganismos eficientes comerciales (MEC[®])

El concepto de efficient microorganisms (MEC[®]) o de microorganismos efectivos fue desarrollado en los años 80 por el Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus en Japón.

Los MEC® contienen varios microorganismos dispuestos en un medio líquido para obtener los beneficios en conjunto que cada uno aporta. Asimismo los microorganismos benéficos contenidos en MEC® se desarrollan de manera sinérgica y complementaria. Además, no han sido modificados genéticamente y han sido usados por mucho tiempo principalmente en la industria alimenticia (HIGA, 1996).

MEC® es un bioestimulante orgánico de última generación cuya función principal es la construcción hormonal a base de aminoácidos activados. Este mismo compuesto por microorganismos beneficiosos como: bacterias fotosintéticas, de ácido láctico, levaduras y otros. Los microorganismos actúan desde el interior favoreciendo directamente al suelo e indirectamente a los cultivos. De tal forma que su aplicación induce al equilibrio natural del nitrógeno, fósforo y sal potásica (NPK), carbono y nitrógeno (CN). Este proceso incrementa el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad en incrementar la producción. De otro lado, existen muchas presentaciones de MEC®, éstas compuesto por microorganismos beneficiosos: bacterias fotosintéticas, de ácido láctico, levaduras y otros (BIOGEN AGRO, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Campo experimental

3.1.1 Lugar de ejecución

El presente experimento se realizó en el vivero del fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, entre los meses de Febrero a Julio se realizaron los ensayos en el Laboratorio de Semillas y, de Agosto a Diciembre del 2010, se realizaron los ensayos en el vivero del fundo UNAS. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud sur	:	09° 17' 58"
Latitud oeste	:	76° 01' 07"
Altitud	:	660 msnm.

3.1.2 Registros meteorológicos

Los datos climáticos (Cuadro 1), fueron obtenidos de la estación meteorológica "José Abelardo Quiñones" de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, correspondiente a los meses de Agosto a Diciembre 2010, donde la temperatura varió de 19,6 a 31,7 °C con una media de 25,4 °C, mientras que la humedad relativa tuvo una media de 85,6 %, con una precipitación acumulada de 1 098,70 mm, y con mayores precipitaciones en el mes de Noviembre con 476,80 mm.

Cuadro 1. Datos meteorológicos registrados en la Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñones” (Agosto – Diciembre 2010).

Meses de evaluación en vivero	Temperatura (°C)			H° R (%)	PP (mm)	Horas de sol
	Máx.	Min.	Med.			
Agosto	31.2	19.6	25.3	83	54.1	206.1
Septiembre	31.7	20	25.8	84	95.4	180.3
Octubre	30.8	20.3	25.5	86	193.3	151.5
Noviembre	30.2	20.6	25.4	87	476.8	143.5
Diciembre	29.2	20.5	24.8	88	279.1	109.6
Total	153.1	101	126.8	428	1098.7	791
X	30.62	20.2	25.36	85.6	219.7	158.2

Fuente: Estación Meteorológica “José Abelardo Quiñones” (Agosto – Diciembre 2010), de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

3.2 Ensayo 1 en laboratorio

Al no haber encontrado dosis aproximales de aplicación de estos abonos en la producción de plántones de cacao, se montó dos pruebas a fin de evaluar su efecto en la germinación, altura, número de hojas emitidas y volumen radicular en plantas de cacao, aplicados desde la siembra en platos de germinación. Las dos pruebas se realizaron en el Laboratorio de Semillas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Las pruebas fueron:

3.2.1 Determinación de la dosis de aplicación de los abonos

Para esta prueba se emplearon dos tipos de abono (compost y gaicashi), evaluándose a tres dosis (300, 200 y 100 g). Cada dosis se mezcló con suelo agrícola estéril y no estéril para completar 1 kilogramo de sustrato. Cada dosis en ambos tipos de suelo se colocó en platos germinadores de 1000 cc de volumen cada uno. En cada plato se sembró 08 semillas de cacao provenientes de mazorcas de cacao del clon CCN-51 de libre polinización.

Los dos abonos fueron obtenidos en el fundo del Sr. Felipe Cachique (Pumahuasi), agricultor con experiencia en la preparación de dichos abonos; el procedimiento de preparación y los materiales utilizados se pueden observar en el inciso 8.1 del Anexo. Al término del proceso de preparación de los abonos se recolectaron muestras para su respectivo análisis químico en el laboratorio de suelos de la UNAS; cuyos resultados se muestran en el Cuadro 3.

El suelo agrícola utilizado fue obtenido del fundo "Chacarita" ubicado en la zona de Santa Rosa. Una muestra de este suelo fue remitido al laboratorio de suelos para su análisis físico-químico, cuyos resultados se muestran en los Cuadros 3 y 39.

3.2.2 Determinación de la dosis de aplicación de los microorganismos eficientes

Para esta prueba se emplearon el fermento de microorganismos eficientes de bosque (MEB). Se probaron 10 concentraciones del fermento: puro y diluciones al 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 50, 75 % respectivamente. A cada nivel de dilución se agregó agua hasta completar 100 ml, y se aplicaron como agua de riego cada 5 días durante 25 días sobre los platos germinadores que contenían suelo estéril y no estéril, cada plato con ocho semillas de cacao provenientes de mazorcas de cacao del clon CCN-51, en donde fueron evaluados altura de planta y número de hojas.

3.3 Ensayo 2 en vivero

Una vez determinada la dosis aproximada de aplicación de los abonos y microorganismos eficientes se procedió a instalar la prueba final a nivel de invernadero. El ensayo se realizó en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el fundo UNAS.

3.3.1 Componentes en estudio

1. Microorganismos eficientes

a₁ : Microorganismos eficientes de bosque (MEB)

a₂ : Microorganismos eficientes comercial (MEC®)

2. Abonos orgánicos

b₁ : Gaicashi

b₂ : Compost

b₃ : Bocashi

3. Fertilizantes sintéticos

c₁ : Fórmula convencional de N-P-K en la producción de plantones de cacao (12-12-12-2-14; N, P₂O₅, K₂O, MgO y SO₄).

4. Semillas

d₁ : Clon CCN-51 de libre polinización

3.3.2 Tratamientos en estudio

En el Cuadro 2 se muestran los tratamientos en estudio que consistieron en la aplicación de tres tipos de abonos preparados

tradicionalmente y mediante la aplicación de dos tipos de microorganismos eficientes, uno obtenido tradicionalmente del bosque y otro formulado comercialmente (Orgabiol de la empresa Biogen Agro).

Cuadro 2. Tratamientos en estudio

Trat.	Abonos orgánicos	Dosis (g)	Tierra agrícola (g)	Total sustrato (g/bolsa)
T ₁	Bocashi + MEB*	200	800	1000
T ₂	Bocashi + MEC [®] *	200	800	1000
T ₃	Bocashi	200	800	1000
T ₄	Compost + MEB	200	800	1000
T ₅	Gaicashi	200	800	1000
T ₆	Compost	200	800	1000
T ₇	Gaicashi + MEB	200	800	1000
T ₈	Gaicashi + MEC [®] *	200	800	1000
T ₉	Compost + MEC [®] *	200	800	1000
T ₁₀	N-P-K- Mg- S (12-12-12-2-14)	5	1000	1000
T ₁₁	Testigo absoluto	0	1000	1000

*MEB: Microorganismos eficientes de bosque * MEC[®]*: Microorganismos eficientes comerciales

3.3.3 Diseño experimental

El diseño empleado fue Bloque Completamente al Azar (DBCA), con cuatro repeticiones bloques, 11 tratamientos que incluyen al testigo, 20 unidades experimentales por tratamiento (ver cuadros 11, 12, 13, 14 y 15 del anexo). Las características evaluadas de cada uno de los componentes en estudio se sometieron al análisis de variancia (ANVA) y a la prueba de Tuckey al 5% de probabilidad (CALZADA, 1970).

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ij} = Respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente a la j – ésima repetición, a la cual se le aplico el i – ésimo tratamiento de ME y abonos orgánicos, sujeto al efecto aleatorio del error experimental.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto del i - ésimo ME y abonos orgánicos aplicado a nivel de parcelas.

β_j = Efecto de la k - ésima repetición o bloque.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental en la unidad experimental correspondiente a la j -ésima repetición, a la cual se le aplico el i -ésimo tratamiento de ME y abonos orgánicos (parcelas).

Donde:

i = 1, 2, 3...9, abonos orgánicos, ME

j = 1, 2, 3, 4, Repeticiones o bloques

3.4 Ejecución del trabajo experimental, ensayo 2 en vivero

3.4.1 Obtención del sustrato y abonos: el sustrato se obtuvo de la finca "La Chacarita", ubicado en la zona de Santa Rosa de Shapajilla. Los abonos orgánicos fueron procesados y obtenidos del Fundo "San Felipe" ubicado en el centro poblado Las Vegas – Pumahuasi.

3.4.2 Preparación de sustrato: el suelo fue tamizado utilizando con una malla de 0,5 x 0,5 cm para una mayor homogeneidad de mezcla con los abonos.

3.4.3. Mezcla del suelo y los abonos: en 1,8 kg de suelo se adicionó 200 g de abono, se mezcló homogéneamente y se llenó en bolsas de polipropileno de color negro de dimensiones 6" x 10" x 2 micras. Por cada tratamiento se empleó 80 bolsas.

3.4.4 Acomodo de bolsas: las bolsas colocaron en cuatro bloques con 20 bolsas por cada tratamiento. El distanciamiento entre bloques fue de 0,5 m y entre plantas de 0,10 m.

3.4.5 Obtención semillas de cacao: las semillas utilizadas fueron las provenientes de frutos obtenidos de una misma planta de cacao del clon CCN-51.

3.4.6 Siembra: cada una de las semillas se colocó directamente en las bolsas a una profundidad de un centímetro.

3.4.7 Manejo del vivero: se realizaron dos deshierbos al mes, además de dos aplicaciones de un fermento de microorganismo eficiente denominado M-5, empleado como repelente para el control de insectos, la dosis aplicada fue al 5 %; así mismo, se realizaron riegos con una frecuencia de cuatro días.

3.5 Observaciones registradas

3.5.1 Análisis físico-químico del sustrato

Una muestra del sustrato empleado como tratamiento, se envió al laboratorio de análisis de suelo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

3.5.2 Análisis nutricional de los abonos y microorganismos eficientes de bosque (MEB)

El análisis nutricional del gaicashi, bocashi, compost y MEB se realizó por separado con la finalidad de determinar su composición nutricional de cada uno de los componentes en estudio.

3.5.3 Análisis de la población microbiana de los abonos

Una vez preparado los abonos orgánicos gaicashi, bocashi y compost, con y sin la aplicación de los microorganismos eficientes de bosque (MEB) y microorganismos eficientes formulado comercialmente (MEC[®]); se procedió a tomar una muestra de cada uno de ellos para proceder a cuantificar la población microbiana. Para este fin se siguió el protocolo siguiente:

a. De la mezcla homogenizada de cada tipo de abono se pesó un gramo y se colocó en una probeta conteniendo 9 ml de agua destilada estéril. A partir, de este tubo se realizó diluciones seriadas.

b. De cada dilución se colocó 5 ml en una placa petri conteniendo medio PDA (agar papa dextrosa) y con una espátula Drigalski se distribuyó homogéneamente por toda la placa. Las placas se incubaron a temperatura ambiente.

c. A partir de las 24 horas se contabilizó en número de colonias de hongos y bacterias que se desarrollaron en cada placa por cada nivel de dilución.

d. Las colonias de hongos se identificaron hasta nivel de género haciendo uso de la clave de identificación de hongos propuestos por BARNETT & HUNTER (1972), cuyos resultados se detallan en el Cuadro 4.

3.5.4 Porcentaje de germinación de semillas

Se calculó contabilizando diariamente el número de semillas germinadas por un periodo de 15 días, a partir de la siembra.

3.5.5 Altura de planta

Se evaluó cada siete días, se realizó con una regla de 50 cm todas las medidas desde el cuello de planta hasta la bifurcación del ápice terminal.

3.5.6 Número de hojas

Se contabilizó a los 15 días después de la siembra, las evaluaciones fueron tomadas semanalmente.

3.5.7 Diámetro de tallo

Se midió con la ayuda del vernier manual, a la altura de la cicatriz cotiledonal, esta evaluación fue realizada cada siete días.

3.5.8 Volumen de raíces

Al finalizar los cuatro meses de evaluación, se procedió a extraer 10 plantas por tratamiento, para cuantificar el volumen de raíces por el método de la probeta graduada, que consiste en sumergir la planta hasta el cuello de la raíz de la probeta graduada llena con agua destilada, permitiéndonos determinar el volumen por diferencia.

3.5.9 Peso fresco y peso seco de los plantones de cada tratamiento

Se tomaron 10 plantas por tratamiento, para realizar el peso fresco y seco. Para determinar el peso fresco se realizó la extracción, lavado de las raíces de diez plantones, se procedió a pesar uno por uno. Posterior a ello se colocó en papel periódico previamente identificada para secarlas en la estufa por 48 horas a 92° C, hasta que adquieran peso constante. Las muestras secas fueron pesadas y por diferencia se calculó el porcentaje de humedad y materia seca.

3.5.10 Incidencia de plagas y enfermedades

En el presente trabajo se identificaron la presencia de pulgones (*Toxoptera* sp.), pero que no causaron daños significativos, controlándose con la aplicación de un biofermento conocido como M-5 (preparado a partir de microorganismos eficientes de bosque).

3.6 Preparación de los abonos orgánicos

Los tres abonos orgánicos se prepararon mediante los siguientes procesos:

a. Preparación de gaicashi

- **Insumos**

- Estiércol de cuy
- Tierra negra
- Aserrín
- Carbón vegetal
- Ceniza
- Cascarilla de arroz
- Melaza de caña
- Cáscara de cacao
- Polvillo de arroz
- Levadura
- MEC[®]
- Microorganismos Eficientes de Bosque (MEB)
- Guano de isla
- Roca fosfórica
- Dolomita
- Agua
- Tronco de plátano
- Ishpica
- Ishanga
- Kudzu
- Palo vivo

- **Procedimiento**

Se procedió a pesar la mitad de todos los materiales y luego a formar capas con el aserrín, cascarilla de arroz, cáscara de cacao, polvillo de arroz, estiércol de cuy, ceniza, carbón vegetal, en seguida se procedió a formar otra capa con la otra mitad restante de insumos, se removió y aplicó los microorganismos y la melaza disuelta, posteriormente se movió todo el conglomerado de materiales lográndose así una mezcla homogénea, finalmente se cubrió el preparado con plástico por 24 horas.

- b. **Preparación de bocashi**

- **Insumos**

- Estiércol de cuy
- Tierra negra
- Aserrín
- Carbón vegetal
- Ceniza
- Cascarilla de arroz
- Melaza de caña,
- Cáscara de cacao
- Polvillo de arroz
- Levadura
- MEC®

- **Preparación**

Se procedió a pesar la mitad de todos los materiales y luego se formó capas con el aserrín, cascarilla de arroz, cáscara de cacao, polvillo de arroz, estiércol de cuy, ceniza, carbón vegetal, guano de isla, etc. En seguida se procedió a formar otra capa con la mitad restante de insumos para luego

remover y aplicar los microorganismos y la melaza disuelta. Finalmente, se removió los materiales lográndose así una mezcla homogénea y luego se cubrió el preparado con plástico por 24 horas.

c. Preparación del compost

• **Insumos**

- Tierra negra
- Aserrín
- Cobertura vegetal
- Estiércol de cuy
- Deshechos de cosecha y de cocina
- Ceniza
- Melaza de caña
- Microorganismos de bosque

• **Preparación**

Se colocó la mitad de los materiales en capas, el aserrín, cáscara de cacao, estiércol de cuy, ceniza, deshechos de cocina, cobertura vegetal, luego se procedió a formar otra capa con la mitad de materiales restantes, se aplicó los microorganismos de bosque junto con la melaza disuelta en agua en cada capa. Enseguida se procedió a remover tres veces el preparado a fin de obtener una mezcla homogénea, la que finalmente se cubrió con plástico por 24 horas. El volteo se realizó dos veces al día los dos primeros días, luego una vez por semana.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Del análisis nutricional del sustrato suelo, abonos y fermento de los microorganismos eficientes

El Cuadro 3 es una compilación del contenido nutricional del sustrato suelo, abonos preparados en forma tradicional (compost), abonos preparados mediante la aplicación de los dos tipos de microorganismos eficiente obtenidos de bosque (MEB), formulado comercial (MEC[®]) y del sustrato preparado según el tratamiento en estudio.

En los Cuadros 38, 39, 40 y 41 del anexo se muestran los resultados de los análisis físico - químicos de los abonos orgánicos, sustrato suelo, fermento puro de microorganismo eficiente de bosque y comercial, respectivamente.

Los resultados del Cuadro 39 del anexo, muestran que el sustrato empleado, tiene una textura franco arenoso, con pH ácido, con un nivel bajo de materia orgánica y nitrógeno, medio de fósforo y bajo de potasio, contenido alto de Ca (5,39 %) y Mg (1,49 %), y contenido medio de saturación de aluminio (6,55). SÁNCHEZ (2010), indica que las características físicas son óptimas para el cultivo de cacao, este suelo reúne los valores promedios para ser empleados en la producción de plantones de cacao.

Cuadro 3. Análisis del contenido nutricional del sustrato, abonos y fermento de los microorganismos eficientes

	Minerales										Materia orgánica (%)	Ceniza (%)
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Cd (ppm)		
Compost	0.9	0.22	0.08	0.03	0.27	465.5	116.1	46.39	16.23	0.15	16.03	83.97
Gaicashi	0.83	0.32	0.10	0.04	0.32	470.7	130.6	9.1	46.72	0.14	27.08	72.92
Bocashi	1.15	0.35	0.10	0.04	0.28	478.1	195.4	43.79	19.78	0.14	35.1	64.9
Promedio	1.0	0.30	0.10	0.04	0.30	471.40	147.40	33.10	27.60	0.10	26.10	73.90
Compost+MEB*	0.93	0.21	0.09	0.03	0.25	458.70	83.47	32.78	44.75	0.14	21.79	78.21
Gaicashi+MEB*	1.20	0.83	0.10	0.04	0.31	493.60	157.30	52.48	19.70	0.16	14.64	85.37
Bocashi+MEB*	1.11	0.37	0.10	0.04	0.27	461.50	147.50	49.26	48.20	0.14	24.23	75.77
Promedio	1.08	0.47	0.10	0.04	0.28	471.27	129.42	44.84	37.55	0.15	36.89	63.12
Compost+MEC*	1.12	0.27	0.07	0.04	0.28	481.2	110.1	41.28	51.26	0.15	14.21	85.79
Gaicashi+MEC*	1.69	0.94	0.10	0.04	0.31	467.3	159.4	48.55	27.58	0.17	18.14	81.86
Bocashi +MEC*	1.30	0.30	0.09	0.04	0.3	428.8	161.1	44.49	17.17	0.15	23.12	76.88
Promedio	1.37	0.50	0.09	0.04	0.30	459.10	143.53	44.77	32.00	0.16	18.49	81.51
MEB	3.51	0.03	4.29	0.81	4.41	13	780	910	0.4	-	-	-
MEC	5.0	1.64	1.64	-	-	550	240	230	15	-	38.9	-
Sustrato suelo	0.04	0.012	0.035	0.058	0.21	-	-	-	-	0.52	0.92	-

* MEB : Microorganismos eficientes de bosque * MEC: Microorganismos eficientes comerciales
Fuente : Laboratorio de Suelos - UNAS

PEREZ *et al.* (2008), reportaron el contenido nutricional de diferentes tipos de bocashi, siendo éstos los siguientes: nitrógeno 1,44 %, fósforo 2,4 %, potasio 2,4 %, Ca 10,85, Mg 1,21, Fe 11,5 ppm, Mn 0,5 ppm, Cu 0,2 ppm, Zn 0,4 ppm y 4 % materia orgánica. En el presente trabajo (Cuadro 3), el contenido nutricional de bocashi fue en nitrógeno 1,1 %, fósforo 0,3 %, potasio 0,1%, Ca 0,28 %, Mg 0,04 %, Fe 478 ppm, Mn 195 ppm, Cu 48 ppm, Zn 49 ppm, Cd 0,15 ppm y 35 % materia orgánica. Comparativamente, el bocashi

empleado en el presente estudio contiene 6 a 38 veces menos en el contenido de fósforo, potasio y calcio; mientras que en el contenido de micronutrientes es 41 a 390 veces mayor. Estas diferencias se deben principalmente a los insumos empleados y condiciones de manejo en el proceso de preparación, tal como menciona (BENZING, 2001).

El contenido de cadmio presente en todos los abonos fue de 0,14 a 0,17 ppm; mientras que en el sustrato fue de 0,52 ppm, teóricamente al adicionar los abonos al sustrato existió un total de 0,66 a 0,69 ppm. El máximo valor permisible de este metal pesado en la agricultura orgánica es de 0,5 %, determinándose en el presente estudio que los valores de cadmio son 7 mil veces menor.

4.1.1 Del análisis microbiológico

En el Cuadro 4, se muestra el análisis microbiológico de los dos preparados de microorganismos eficientes comerciales (MEC[®]), microorganismos eficientes de bosque (MEB) y los tres tipos de abonos procesados con ambos preparados de microorganismos eficientes. El contenido del grupo de microorganismos eficientes (Levaduras y *Trichoderma*) expresados en medio PDA aparecen en mayor número en el formulado comercial (MEC[®]); esto probablemente se debe a la selección y control de calidad en concentrar estos microorganismos eficientes en mayor proporción. Sin embargo, MEB presentan una mayor diversidad de microorganismos, como levaduras (30,71), *Aspergillus* sp. (5,43), *Penicillium* sp. (9,57), y bacterias

(12,43), que también son microorganismos descomponedores de la materia orgánica.

La cantidad de microorganismos detectados en el abono bocashi procesados con MEC[®] y MEB son mayores a los detectados en los otros tipos de abonos como gaicashi y compost. Estas diferencias se atribuyen al tipo de insumos que facilitan una mayor proliferación de estos tipos de microorganismos.

Cuadro 4. Promedio de colonias de microorganismos, según el análisis de los cultivos microbianos existentes en preparados y medios de bocashi

Tratamientos	Unidades formadores de colonias/gramo (UFC/g)					
	Levaduras	<i>Trichoderma</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Rhizoctonia</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp.	Bacterias
MEC [®]	62.86	1.86	0.00	0.00	0.00	0.00
Bocashi + MEC [®]	55.43	5.86	10.43	1.86	0.00	0.00
Bocashi + MEB	54.29	0.00	0.00	0.00	9.14	0.00
MEB	30.71	0.00	5.43	0.00	9.57	12.43
Compost + MEB.	9.71	0.00	4.29	0.00	0.00	20.43
Gaicashi + MEC [®]	22.29	13.00	0.00	2.71	0.00	0.00
Compost + MEC [®]	25.71	5,29	5.29	0.00	0.00	0.00
Gaicashi + MEB	4.86	0.00	6.86	2.29	0.00	0.000

MEB : Microorganismos eficientes de bosque

MEC[®]: Microorganismos eficientes comerciales o formulado

La cantidad y tipos de microorganismos reportados en el Cuadro 4, son referenciales por cuanto deben de existir muchos otros tipos que no desarrollan en medio PDA o simplemente no pueden ser cultivados en medio sintéticos.

4.2 Del efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de cacao en laboratorio

Cuadro 5. Efecto de los abonos orgánicos en el primer ensayo, en el porcentaje de germinación a los 9 días, altura de planta, número de hojas y volumen de raíces a los 25 días.

Abonos	Suelo	Parámetros evaluados	Dosis (g)			
			0	100	200	300
Compost	Suelo sin esterilizar	Altura (cm)		15.60	14.30	10.40
		Nº hojas		23.00	17.00	8.00
		Vol. raíz		0.90	1.00	1.20
		%PG (9 dds)		100.00	100.00	60.00
	Suelo estéril	Altura (cm)		8.70	8.70	8.90
		Nº hojas		12.00	5.00	6.00
		Vol. raíz		0.90	1.00	0.90
		%PG (9 dds)		90.00	90.00	100.00
Gaicashi	Suelo sin esterilizar	Altura (cm)		8.20	6.00	1.20
		Nº hojas			4.00	2.00
		Vol. raíz		1.20	0.70	0.10
		%PG (9 dds)		80.00	100.00	70.00
	Suelo estéril	Altura (cm)		8.10	3.10	3.00
		Nº hojas		13.00	4.00	1.00
		Vol. raíz		0.80	0.70	0.10
		%PG (9 dds)		70.00	80.00	80.00
Suelo	Suelo sin esterilizar	Altura (cm)	46.00	0.00	0.00	0.00
		Nº hojas	18.00	0.00	0.00	0.00
		Vol. raíz	0.90	0.00	0.00	0.00
		%PG (9 dds)	0.00	0.00	0.00	0.00
	Suelo estéril	Altura (cm)	15.30	0.00	0.00	0.00
		Nº hojas	22.00	0.00	0.00	0.00
		Vol. raíz	1.00	0.00	0.00	0.00
		%PG (9 dds)	0.00	0.00	0.00	0.00

dds = Días después de la siembra

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del ensayo del efecto de tres dosis (100, 200 y 300 g) de compost, gaicashi y bocashi en la germinación y desarrollo de plantas de cacao en un suelo estéril (E) y sin esterilizar (SE).

La aplicación de los dos tipos de abono en dosis de 300 g en un suelo estéril representa algunos niveles de fitotoxicidad que se manifiesta en un lento crecimiento y desarrollo de raíces. Sin embargo, en dosis comprendidas entre 100 y 200 g muestran valores semejantes en el porcentaje de germinación, altura de planta y volumen radicular. Por esta consideración para la prueba final de invernadero se eligió la dosis de 200 g.

En el Cuadro 6, se presentan los resultados del efecto de diferentes concentraciones del fermento de los microorganismos eficientes de bosque (MEB), donde se muestra que con las concentraciones de 5 y 10 % aplicados en suelo sin esterilizar, se obtienen los mayores promedios en altura de planta (19 y 17 cm) y número de hojas (44 y 45) y estos promedios son similares a los valores obtenidos en el testigo. Concentraciones mayores al 10 % ejercen cierto grado de toxicidad que se refleja en una disminución en el porcentaje de germinación, altura de planta y número de hojas.

4.3 Del porcentaje de germinación, altura, diámetro de tallo y número de hojas en plántones de cacao en el ensayo 2 en vivero

En el Cuadro 11 del anexo, se presenta el análisis de variancia realizada para el porcentaje de germinación de semillas de cacao días después de la siembra en el ensayo en vivero. Observamos, que existen diferencias estadísticas significativas entre bloques hasta 08 días después de la siembra, esto puede atribuirse a la gran variabilidad genética de la semilla del cacao obtenida de mazorcas del clon CCN-51; este clon es un híbrido por lo que su progenie no conservará las características genéticas de la planta del cual se extrajo el fruto. Así mismo, diferencias estadísticas entre los tratamientos sólo es posible observarlas a los 08 días después de la siembra, en el resto de días no se manifiesta diferencia entre ellas. Sólo el tratamiento con aplicación de Bocashi procesado con microorganismos eficientes formulado comercialmente (MEC[®]) y bocashi puro superan estadísticamente al testigo (Cuadro 16 del anexo).

Cuadro 6. Efecto de la aplicación de los microorganismos eficientes, en altura de planta y número de hojas de plantones de cacao

Suelo	Parámetro evaluado	Promedio de altura de planta y número de hojas										
		Dosis de microorganismos eficientes de bosque (%)										
		100	75	50	35	30	25	20	15	10	5	0
SE	Altura (cm)	1.94	1.59	21.0	4.95	11	15.9	7.6	14	17	19.4	16
	Nº hojas	0.00	0.00	9,8	9	27	24	17	34	45	44	42
	% PG (9 dds)	81	87.5	81.3	68.8	93.8	100	87.5	93.8	87.5	94	100
E	Altura (cm)	0.00	0.00	0.00	0.00	8,3	10.2	9	8.99	11.1	10	14.8
	Nº hojas	0.00	0.00	0.9	2.67	13	14	19	22	29	10	27
	% PG (9 dds)	87.5	87.5	93.8	87.5	87.5	100	93.8	100	100	94	100

E = Suelo estéril
 dds = Días después de la siembra

SE = Suelo sin esterilizar
 %PG = Porcentaje de germinación

Aparentemente, ninguno de los abonos tiene una influencia directa en la velocidad de germinación de las semillas, ADRIAZOLA (2003) menciona que la germinación es irregular y el mayor porcentaje de germinación se realiza de los 8 a 12 días después de la siembra. Para nuestro caso el mayor porcentaje de germinación se alcanzó a partir de los 8 días después de la siembra (Cuadro 11 del anexo). Además, estos datos son semejantes a los obtenidos en la prueba anterior; esta variación en la germinación coincide con SALISBURY (2000), quien manifiesta que la germinación de las semillas depende básicamente de sus características botánicas y fisiológicas.

En los Cuadros 12, 13, 14, y 15 del anexo, se presenta el análisis de variancia de la altura planta, número de hojas, diámetro de tallo, volumen radicular, peso fresco y seco de plántulas de cacao provenientes de semilla del

clon CCN-51. Respecto a los bloques, existen diferencias estadísticas entre en algunas fechas de evaluación, éstas diferencias pueden deberse a la alta variabilidad que existió en la germinación de semillas (Cuadro16 del anexo). Respecto a los tratamientos existen diferencias altamente significativas a partir de los 28 días, lo que indicaría que el efecto benéfico de los abonos se manifiesta al mes de su aplicación. Los coeficientes de variabilidad (CV), están dentro de los rangos aceptables para este tipo de ensayos.

Cuadro 7. Comparación de medias para la altura, diámetro de tallo, número de hojas, volumen radicular y peso fresco y seco de plantones de cacao a los 112 días después de la aplicación de abonos orgánicos con y sin aplicación de microorganismos eficientes.

Germinación (%)		Altura (cm)		Diámetro Tallo (mm)		Nº H		VR (cc)		PF (g)		PS (g)	
Tratamiento		Tratamiento	Prom. Sig.	Tratamiento	Prom. Sig.	Tratamiento	Prom. Sig.	Tratamiento	Prom. Sig.	Tratamiento	Prom. Sig.	Tratamiento	Prom. Sig.
NPK	97.5	Bocashi+MEC	38.4 a	Bocashi+MEC	7.4 a	Bocashi+MEC	16.78 a	Gaicashi+MEC	12.9 a	Compost+MEB	29.35 a	Compost+MEB	9.32 a
Compost+MEB	95.0	Bocashi	35.4 ab	Bocashi	7.3 a	Bocashi+MEB	16.68 a	Bocashi+ MEC	12.8 a	Bocashi	29.05 a	Bocashi	8.89 a
Gaicashi+MEC	95.0	Gaicashi+MEB	35.0 ab	Compost+MEB	7.2 a	Bocashi	16.4 ab	Bocashi	12.7 a	Bocashi+ MEB	28.73 a	Bocashi+ MEB	8.63 a
Compost+MEC	95.0	Bocashi+MEB	34.9 ab	Bocashi+MEB	7.2 a	Compost+MEB	16.18 ab	Compost+MEC	12.6 a	Gaicashi+MEC	28.25 a	Gaicashi+MEC	8.57 a
Bocashi+MEC	93.7	Gaicashi	34.4 ab	Gaicashi+MEC	7.2 a	Gaicashi+MEC	15.93 ab	Gaicashi+MEB	12.5 a	Gaicashi+MEB	28.15 a	Gaicashi+MEB	8.26 a
Bocashi	93.7	Compost+MEB	33.7 ab	Gaicashi+MEB	7.2 a	Gaicashi+MEB	15.83 ab	Bocashi + MEB	12.4 a	Bocashi+ MEC	27.23 a	Bocashi+ MEC	8.1 ab
Gaicashi	92.5	Gaicashi+MEC	32.4 ab	Gaicashi	7 a	Gaicashi	15.73 ab	Compost+MEB	12.2 a	Gaicashi	26.6 a	Gaicashi	8.03 ab
Testigo absoluto	90.0	Compost	32.4 ab	Compost+MEC	6.8 ab	Compost	15.73 ab	Compost	12.1 a	Compost+MEC	25.68 ab	Compost+MEC	7.68 ab
Bocashi+MEB	88.7	Compost+MEC	32.2 b	Compost	6.8 ab	Compost+MEC	14.78 ab	Gaicashi	12 a	Compost	24.45 ab	Compost	7.54 ab
Gaicashi+MEB	88.7	NPK	29.9 bc	NPK	6.2 bc	NPK	14 b	NPK	11.7 a	NPK	20.4 b	NPK	6.25 b
Compost	87.5	Testigo absoluto	24.2 c	Testigo absoluto	5.6 c	Testigo absoluto	9.6 c	Testigo absoluto	9.7 a	Testigo absoluto	11.78 c	Testigo absoluto	3.93 c

G (%): Porcentaje de germinación AP (cm): Altura de planta DT (mm): Diámetro de tallo Nº H: Número de hojas VR (cc): Volumen radicular PF (g): Peso fresco PS (g): Peso seco.

Según el Cuadro 7 de la prueba de comparación de medias de altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo, no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos hasta después de los 28 días de evaluación. Según MARTÍNEZ (2004), manifiesta que el efecto benéfico de los abonos en las plantas se evidencia notoriamente después de los 30 días de su aplicación (Figura 1 y Figuras 2 al 9 del anexo 9.3).

Considerando que el periodo de producción de plántones de cacao es aproximadamente 3,5 meses, podría tomarse como tiempo final para evaluar el efecto de los tratamientos sobre parámetros biométricos evaluados. Según el Cuadro 7 a los 112 días después de la siembra, se observa una tendencia de que no existen diferencias estadísticamente entre los tratamientos con abonos con y sin incorporación de los dos tipos de microorganismos eficientes; de igual manera la mayoría de estos tratamientos es estadísticamente mejor respecto al testigo, excepto para el parámetro de volumen radicular donde no hay diferencias estadísticas para ninguno de ellos.

El parámetro biométrico que canalizaría los efectos positivos en altura, número de hojas, diámetro de tallo y volumen radicular sería el peso seco (cantidad de materia seca); en consecuencia no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos con abonos, pero todos e incluso el tratamiento con NKP fue estadísticamente superior al testigo. El tratamiento con NPK fue estadísticamente semejante sólo a los tratamientos compost y compost + MEC® (ver Figuras 2 al 9 del anexo 9.3).

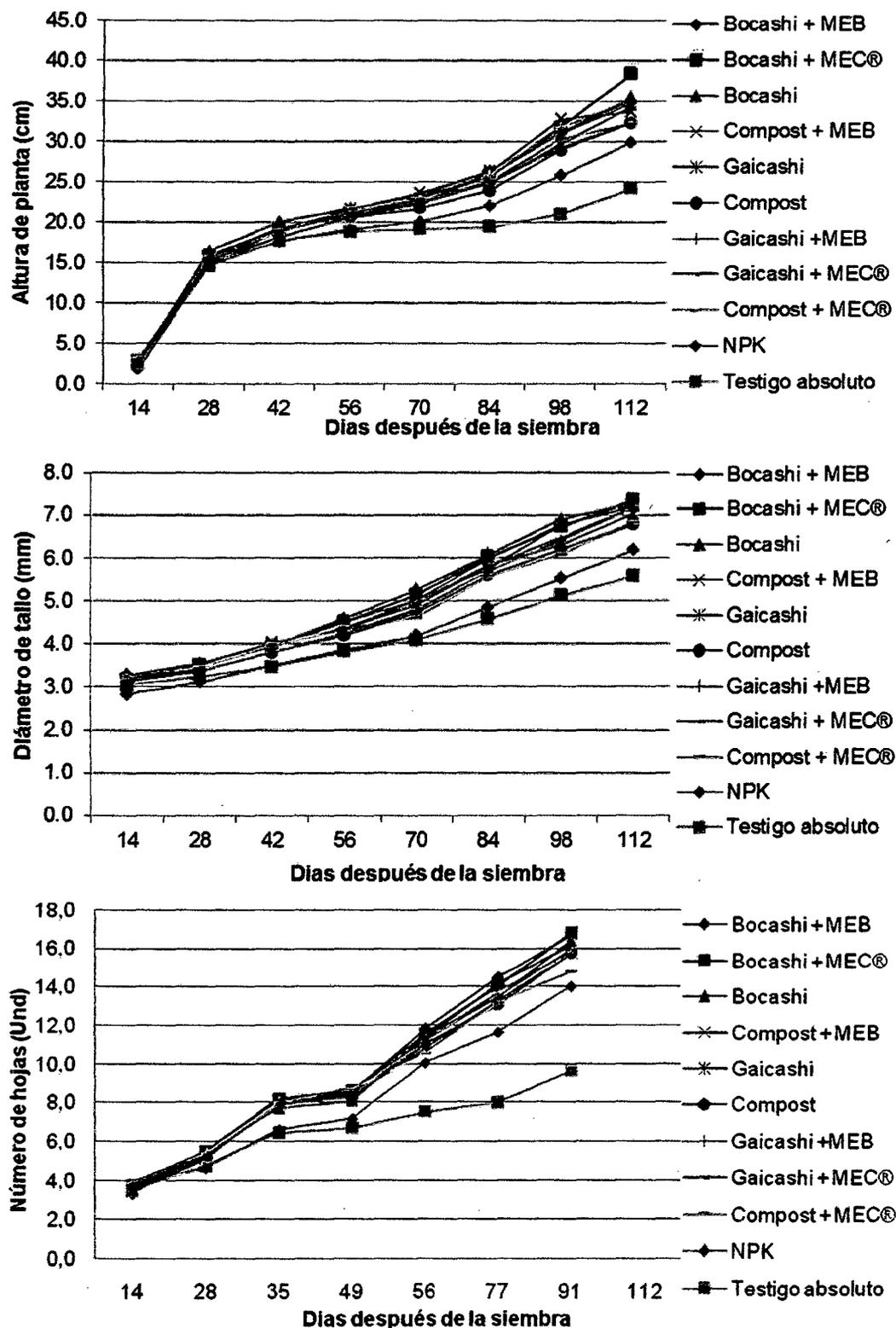


Figura 1. Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

Según el Cuadro 3, el compost solo y con la incorporación de los microorganismos (MEC[®] y MEB) registran los menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos; sin embargo, el tratamiento de compost + MEB, supera numéricamente al resto de tratamientos en la acumulación de peso seco (Cuadro 7).

El tratamiento bocashi + MEC[®] registra los mayores promedios para la altura, número de hojas, diámetro de tallo pero no así para el peso seco. En el Cuadro 8, se muestra la ecuaciones de regresión para estos parámetros; existiendo una alta similitud en respuesta a los tratamientos. La tasa de incremento en la altura, número de hojas y diámetro de tallo en el testigo es 50 % menos que en los registrados entre tratamientos; lo que corrobora los datos mostrados en el Cuadro 7.

En el Cuadro 9, se muestra las ecuaciones de correlación significativas entre las tres variables dependientes (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas) y las variables independientes (nutrientes) días después de la siembra de semillas de cacao en vivero. Los análisis de correlación indican que existe una marcada influencia de los nutrientes en la altura de planta, resultando la siguiente fórmula $y = 13,642 + 1,618 N$, que indica que el nitrógeno influye positivamente en la altura de planta a los 28 días, en esta etapa de crecimiento el nitrógeno es un elemento estructural que forma parte de las proteínas y de las enzimas, coenzimas y clorofila esenciales para la

fotosíntesis y la respiración, tal como lo confirma Devlin (1980); citado por TAIZ y ZEIGER (2006). Al respecto, LANDIS (1989) manifiesta que el N es indispensable ya que promueve el crecimiento rápido con mayor desarrollo de hojas y tallos, asimismo el Ca ($y = 17,937 + 569 \text{ Ca}$), influye de manera positiva en el crecimiento de la planta a los 112 días ya que las plantas acumulan el calcio en forma de ion Ca^{2+} , principalmente en las hojas (GONZÁLEZ y MEJIA, 1995).

Con relación al diámetro de tallo y número de hojas el cobre (Cu) influye de manera negativa, mientras que el contenido del cadmio (metal pesado), Ca (calcio) y Zinc influyeron positivamente.

Los datos obtenidos no son comparables al no existir trabajos similares en el cultivo de cacao ni en otros cultivos con abonos procesados con microorganismos eficientes, asimismo no se cuentan con datos cuantitativos para los parámetros evaluados en el presente ensayo, por lo cual podría servir como referencia para posteriores trabajos que se realicen a nivel local o nacional.

Cuadro 8. Ritmo de crecimiento e incremento del porcentaje y número de hojas de plántones de cacao en función del tiempo y aplicación de tratamientos

Altura de planta			Número de hojas			Diámetro		
Bocashi + MEB	$\hat{y} = 8.44 + 0.23X$	$R^2 = 0.984$	NPK	$\hat{y} = 0 + 0.13X$	$R^2 = 0.999$	Bocashi + MEB	$\hat{y} = 2.11 + 0.045X$	$R^2 = 0.986$
Compost + MEB	$\hat{y} = 9.1 + 0.22X$	$R^2 = 0.995$	Bocashi + MEC	$\hat{y} = 0 + 0.15X$	$R^2 = 0.996$	Gaicashi + MEB	$\hat{y} = 0.96 + 0.059X$	$R^2 = 0.948$
Compost + MEC	$\hat{y} = 10.1 + 0.2X$	$R^2 = 0.993$	Bocashi	$\hat{y} = 0 + 0.15X$	$R^2 = 0.994$	Bocashi + MEC	$\hat{y} = 1.05 + 0.061X$	$R^2 = 0.944$
Gaicashi + MEB	$\hat{y} = 8.12 + 0.23X$	$R^2 = 0.981$	Compost	$\hat{y} = 0 + 0.14X$	$R^2 = 0.993$	Gaicashi + MEC	$\hat{y} = 1.04 + 0.059X$	$R^2 = 0.942$
Compost	$\hat{y} = 9.08 + 0.2X$	$R^2 = 0.981$	Gaicashi + MEC	$\hat{y} = 0 + 0.14X$	$R^2 = 0.993$	Bocashi	$\hat{y} = 1.1 + 0.060X$	$R^2 = 0.940$
Gaicashi + MEC	$\hat{y} = 10.3 + 0.19X$	$R^2 = 0.980$	Gaicashi	$\hat{y} = 0 + 0.14X$	$R^2 = 0.992$	Compost + MEB	$\hat{y} = 1.08 + 0.060X$	$R^2 = 0.938$
Gaicashi	$\hat{y} = 8.76 + 0.22X$	$R^2 = 0.975$	Compost + MEB	$\hat{y} = 0 + 0.15X$	$R^2 = 0.989$	Gaicashi	$\hat{y} = 1.11 + 0.058X$	$R^2 = 0.933$
Bocashi	$\hat{y} = 9.52 + 0.22X$	$R^2 = 0.975$	Bocashi + MEB	$\hat{y} = 0 + 0.16X$	$R^2 = 0.988$	Compost	$\hat{y} = 1.09 + 0.055X$	$R^2 = 0.929$
NPK	$\hat{y} = 9.87 + 0.17X$	$R^2 = 0.956$	Compost + MEC	$\hat{y} = 1 + 0.14X$	$R^2 = 0.987$	NPK	$\hat{y} = 0.99 + 0.050X$	$R^2 = 0.925$
Bocashi + MEC	$\hat{y} = 7.26 + 0.26X$	$R^2 = 0.947$	Gaicashi + MEB	$\hat{y} = -2 + 0.15X$	$R^2 = 0.969$	Compost + MEC	$\hat{y} = 1.11 + 0.055X$	$R^2 = 0.922$
Testigo absoluto	$\hat{y} = 12.3 + 0.1X$	$R^2 = 0.921$	Testigo absoluto	$\hat{y} = 1 + 0.08X$	$R^2 = 0.936$	Testigo absoluto	$\hat{y} = 1.89 + 0.039X$	$R^2 = 0.761$

Cuadro 9. Ecuación de correlación al 0.05 % de altura de planta, diámetro y número de hojas de plantones de cacao

Análisis de correlación			
Días	Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de hojas
	Ecuaciones matemáticas		
	Ecuaciones matemáticas	Ecuaciones matemáticas	Ecuaciones matemáticas
28	$y = 13,642 + 1,618 N$	$y = 3,0197 - 0,0026 Cu + 3,563 Cd$	
49		$y = 4,185 + 0,0018 Zn - 0,004 Cu$	
70		$y = 2,851 + 0,0206 N + 12,489 Cd$	$y = 8,172 - 0,020 Cu + 21,51 Cd$
91		$y = 6,580 - 0,012 Cu$	
112	$y = 17,937 + 569 Ca$	$y = 5,437 + 5,82 Ca$	$y = 8,719 + 12,446 Ca + 24,84Cd$

4.4. Costo de producción de los abonos orgánicos y los microorganismos eficientes

En el Cuadro 10, la preparación de una tonelada de compost cuesta aproximadamente 50 % menos que preparar bocashi o gaicashi, (la preparación de 1 t de compost cuesta S/. 400,00 Nuevos Soles mientras que la preparación de 1 t de bocashi o gaicachi cuesta S/. 800,00 Nuevos Soles). Los costos de preparación de MEB son más baratos que comprar un formulado comercial (MEC®); de tal manera que el incremento de los costos en la preparación de abonos procesados con microorganismo eficientes caseros (MEB), sólo se incrementa en S/. 20,00 Nuevos Soles; mientras que con el uso del formulado comercial se incrementa en S/. 1 800,00 Nuevos Soles con relación al compost y S/. 1 600,0 Nuevos Soles con relación al bocashi o gaicachi por cada tonelada.

Cuadro 10. Costo de producción de los microorganismos eficientes y los abonos orgánicos en la producción de plantones de cacao

Análisis de costos					
Productos	Unidad de medida	Cantidades utilizadas	Costo unitario (S/.)	Costos totales (S/.)	Costos totales/t (S/.)
Microorganismos Eficientes de Bosque (MEB)	L	8	2	16	
Microorganismos Eficientes Comerciales (MEC [®])	L	2	160	320	
Tratamientos					
Compost	kg	30	0,40	12	400
Compost procesado con MEB	kg	30	0,42	13	420
Compost procesado con MEC [®]	kg	30	2,20	66	2200
Gaicashi	kg	30	0,80	24	800
Gaicashi procesado con MEB	kg	30	0,82	25	820
Gaicashi procesado con MEC [®]	kg	30	2,40	72	2400
Bocashi	kg	30	0,80	24	800
Bocashi procesado con MEB	kg	30	0,82	25	820
Bocashi procesado con MEC [®]	kg	30	2,40	72	2400
Fertilizante sintético N-P-K-Mg-S (12-12-12-2-14)	kg	0,5	3,95	1,97	3950
Testigo absoluto (suelo)	kg	1640	0,091	150	91

Considerando, que no existe una marcada diferencia en la respuesta de los abonos y a su vez del uso de MEB o MEC[®] en el aumento biométrico de las plantas de cacao, se puede establecer como mejor tratamiento en función a los costos al compost + MEB.

V. CONCLUSIONES

1. No existen diferencias estadísticas significativas en el aumento biométrico de plantas de cacao mediante la aplicación de tres tipos de abono (Compost, bocashi o gaicachi) con y sin la aplicación de los denominados "microorganismos eficientes" bajo condiciones de vivero.
2. Todas las formas de preparación de los abonos orgánicos superan estadísticamente al testigo en los parámetros de altura, número de hojas, diámetro de tallo y peso seco de los plantones de cacao a los 112 días después de la siembra.
3. El contenido nutricional de los abonos no se ve sustancialmente incrementado cuando se les incorpora los "microorganismos eficientes" formulados comercialmente (MEC[®]) o los obtenidos caseramente del bosque (MEB).
4. El tratamiento bocashi + MEB reporta los mayores valores numéricos en el aumento biométrico de plantones de cacao bajo condiciones de vivero.
5. Los costos de producción de una tonelada de compost con microorganismos eficientes de bosque (MEB) es 81 % más barato que producir compost con microorganismos eficientes formulados comercialmente (MEC[®]).

VI. RECOMENDACIONES

1. Aplicar cualquier tipo de abono en la producción comercial de plántones de cacao por mejorar las características físico-químico del sustrato, que se refleja en una mayor ganancia de materia seca de las plantas.
2. Evaluar el efecto de los abonos con y sin la incorporación de los “microorganismos eficientes” en la producción de cacao bajo condiciones de campo.
3. Realizar estudios sobre la eficiencia de descomposición de la materia orgánica o aumento del perfil nutricional de varios aislamientos de microorganismos eficientes obtenidos caseramente del bosque.

VII. RESUMEN

El presente experimento se realizó en el vivero del Fundo Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, entre Agosto a Diciembre del 2010, con el objetivo de evaluar el efecto nutricional de los abonos orgánicos mediante la adición de aislamiento casero de microorganismos eficientes de bosques (MEB) y uno de formulación comercial (MEC[®]) en el crecimiento de plantones de cacao CCN – 51, bajo condiciones de vivero. Para tal efecto se aplicó 200 g de abonos del tipo bocashi, gaicashi y compost con y sin procesamiento de MEB y MEC[®] a cada unidad experimental que constaba de una bolsa de vivero de 1000 cc de capacidad total. En total el experimento constó de 11 tratamientos. Se evaluó el porcentaje de germinación, altura de plantas, diámetro de tallos, número de hojas, volumen de raíces, peso fresco y seco e incidencia de enfermedades logrando determinar que ninguno de los tratamientos tiene influencia en la germinación de las semillas y volumen radicular; sin embargo existen diferencias significativas en los otros parámetros evaluados. Así mismo del análisis nutricional el compost sólo y con incorporación de los microorganismos (MEC[®] y MEB) registran los menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos, mientras que los tratamientos con abonos orgánicos con y sin incorporación microorganismos (MEC[®] y MEB) y fertilización con NPK superan estadísticamente sólo al testigo (solo suelo), expresando una reducción del 50 %. El costo de preparación de una tonelada de compost es de aproximadamente de S/. 400.00 (compost) y S/. 800.00 (bocashi y gaicashi) Nuevos Soles (tipo de cambio \$. 2,8 USA).

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ADRIAZOLA, J. 2003. Producción del alimento de los dioses (*Theobroma cacao* L.). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 81 p.
2. AREVALO, E.; ZUÑIGA, L.; AREVALO, C. y ADRIAZOLA, J. 2004. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonía peruana. Cacao. Instituto de Cultivos Tropicales. San Martín, Perú. 184 p.
3. BARNETT, L. y HUNTER, B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Third edition. Burgess. Publishing company. USA. 241 p.
4. BENZING, A. 2001. Agricultura Orgánica. Fundamentos para la región andina. Neekar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania. 682 p.
5. BIOGEN AGRO S.R.L. 2004. Boletín del departamento técnico de tecnología química y comercio S.A. Lima. 12 p.
6. CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Lima, Perú. 644p.
7. CACHIQUE, F. 2010. Comunicación personal. Tingo María, Perú.
8. CORONEL, A. 1982. Preparación de compost o abono. Instructivo técnico. Publicación 28. PREDESUR. Loja, Ecuador. 28 p.
9. CRESPO, F. 1998. Método comercial de propagación a gran escala de cacao clonal. Atlas. Ilheus, Brasil. 154-156.
10. DE LA CRUZ, M. 2000. Elaboración de EM bocashi y su evaluación en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), bajo riego en Bramaderos. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. 80 p.

11. DEVIDA, USAID/PERU/PDA. 2010. Cultivo de cacao en armonía con el medio ambiente. Guía para el facilitador. Lima, Perú. 163 p.
12. ECORGÁNICAS MEDELLÍN. 2007. Microorganismos del EM. En línea: (<http://www.tuugo.com.co/Companies/ecorg%C3%A1nicas-edell%C3%ADn-ltda./12300023721>. Fecha de visita: octubre 2010).
13. ENRÍQUEZ, A. 1991. Manual del cacao para agricultores. Editorial UNED: En línea: www.infoagro.go.cr/Agricola/.../cacao/viveros.htm Documento pdf, 10 de marzo del 2010.
14. ENRÍQUEZ, A. 2003. El cultivo orgánico de cacao bajo el concepto de calidad total. Estación experimental tropical Pichilingue. INIAP. Guía para productores ecuatorianos. INIAP. Quito Ecuador. 244 p. En línea: http://www.ceaecuador.org/.../4640.Cacao_organico_y_biol_INIAP.pdf, www.infoagro.go.cr/Agricola/.../cacao/viveros.htm Documento PDF, 10 de marzo del 2010.
15. ESCALANTE, V.N.P. 2011. Efecto de abonos orgánicos en la obtención de plántones de café (*Coffea arábica* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 115 p.
16. FERNÁNDEZ, G. y JHONSTON M. 1996. Fisiología experimental serv. Ed. IICA. San José, Costa Rica. 128 p.
17. GIMENO. J. 2011. Microorganismos efectivos: ¿una panacéa o una realidad? Disponible en: <http://ecomaria.com/blog/?p.193> (Consultado en diciembre del 2011).
18. GÓMEZ, J. 2000. La materia orgánica en el agro ecosistema. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. Cali, Colombia. 70 p.

19. GONZÁLEZ, S. y MEJÍA, L. 1995. Contaminación con cadmio y arsénico en suelos y hortalizas de un sector de la cuenca del río Bogotá. Suelos Ecuatoriales. 51 – 56 p.
20. HIGA, T. y PARR, J. 1994. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Departamento de Agricultura de Estados Unidos Beltsville, Maryland, Estados Unidos. 14 p. En línea: (www.microorganismos-efectivos.com; Documento PDF, Febrero del 2010).
21. HIGA, T. 1996. Manual de aplicación del EM para los países del APNAN (Red de agricultura natural del Asia/ Pacífico). Segunda edición. Departamento de Agricultura de los EE.UU. 36 p. En línea: (<http://www.iespana.es/em/Manuales/manuales.html>).
22. LEBLANC, H.; SHINTANI, M.; TABORA, P. 2000. Bocashi (Abono orgánico fermentado). Guía para uso práctico. EARTH, Limón, Costa Rica. 25 p.
23. MARTINEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>. (Consultado en octubre de 2005).
24. MELÉNDEZ, G. 2003. Abonos orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 1 – 8.
25. PAREDES, A.M. 2000. Rehabilitación y renovación en cacao. Convenio USAID/Contradrogas. Lima, Perú. 57 p.

26. PÉREZ, A.; CÉSPEDES, C. y NUÑEZ, P. 2008. Caracterización física química biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal. República Dominicana. 21 p.
27. RESTREPO, J. 2001. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares, experiencias con agricultores en Meso América y Brasil. San José, Costa Rica. 1 – 49.
28. SALISBURY, B. y ROSS, W. 2000. Fisiología de las plantas: Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Editorial Thomson-Paraninfo. Madrid, España. 305 p.
29. SÁNCHEZ, E. 2010. Manual de manejo y fertilizantes de suelos cacaoteros en Satipo. Municipalidad provincial de Satipo. Junín, Perú. 51 p.
30. SOTO, G. 2003. Abonos orgánicos: Principios, aplicaciones e impacto en la agricultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 136 – 138.
31. TAIZ, L. y ZEIGER, E. 2006. Crecimiento y desarrollo. Volumen 2. Publicación de la Universidad Jaume I. Editora ARTMED S.A. Brasil. 719 p.
32. VIVANCO, F. 2005. Elaboración de EM bocashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego en Zapotillo. Universidad Nacional de Loja Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica. México. 2 p.

IX. ANEXO

Cuadro 11. Análisis de variancia del efecto de la aplicación de los abonos con y sin procesamiento de microorganismos eficientes en el porcentaje de germinación de semillas de cacao.

F. de variación	GL	Cuadrados medios				
		4 dds	6 dds	8 dds	10 dds	12 dds
Bloques	3	173.29**	3371.97**	81.06*	6.30ns	0.00ns
Tratamientos	10	22.84ns	295.57**	42.50ns	29.50ns	0.00
Error exp.	30	16.63	154.05	25.23	75.00	0.00
Promedio (cm)		13.30	53.86	92.50	99.43	100.00
C.V. (%)		30.67	23.04	5.43	1.59	0.00

**= Significación al 1 % de probabilidad, *= Significación al 5 % de probabilidad, ns= No significativo

Cuadro 12. Análisis de variancia del efecto de la aplicación de los abonos procesados con microorganismos eficientes en la altura de plantas (cm) de cacao CCN-51.

F. de variación	GL	Cuadrados medios				
		28 dds	49 dds	70 dds	91 dds	112 dds
Bloques	3	0.58**	0.43**	3.10ns	1.80ns	10.69ns
Tratamientos	10	1.10ns	1.54**	7.50**	30.70**	53.58**
Error exp.	30	0.56	0.43	1.30	3.20	6.07
Promedio (cm)		15.40	17.92	22.20	27.07	32.98
C.V. (%)		4.86	3.68	5.14	6.60	7.46

**= Significación al 1 % de probabilidad, *= Significación al 5 % de probabilidad, ns= No significativo

Cuadro 13. Análisis de variancia del efecto de la aplicación de los abonos procesados con microorganismos eficientes en el diámetro de tallo (mm) de cacao CCN-51.

F. de variación	GL	Cuadrados medios				
		28 dds	49 dds	70 dds	91 dds	112 dds
Bloques	3	0.07*	0.01ns	0.13*	0.15**	0.13ns
Tratamientos	10	0.08**	0.20**	0.55**	1.06**	1.34**
Error exp.	30	0.02	0.02	0.03	0.03	0.07
Promedio (cm)		3.41	4.05	4.80	5.98	6.88
C.V. (%)		3.85	3.42	3.87	2.96	3.73

**= Significación al 1 % de probabilidad, *= Significación al 5 % de probabilidad, ns= No significativo

Cuadro 14. Análisis de variancia del efecto de la aplicación de los abonos procesados con microorganismos eficientes en el número de hojas de cacao CCN-51.

F. de variación	GL	Cuadrados medios				
		28 dds	49 dds	70 dds	91 dds	112 dds
Bloques	3	0.24*	1.15**	1.12ns	1.95*	0.22ns
Tratamientos	10	0.11ns	1.59**	5.33**	13.11**	16.59**
Error exp.	30	0.08	0.17	0.41	0.47	1.00
Promedio (cm)		3.61	7.72	10.27	12.94	15.24
C. V. (%)		7.71	5.41	6.23	5.32	6.57

**= Significación al 1 % de probabilidad, *= Significación al 5 % de probabilidad, ns= No significativo

Cuadro 15. Análisis de variancia del efecto de la aplicación de los abonos procesados con microorganismos eficientes en el volumen de raíz (VR), peso fresco (PF) y peso seco (PS) de plántulas de cacao CN-51.

F. de variación	GL	Cuadrados medios		
		VR	PF	PS
Bloques	3	348.49**	19.23*	0.44ns
Tratamientos	10	3.18ns	108.82**	9.02**
Error experimental	30	2.20	6.08	0.67
Promedio (cc, g y g)		12.15	25.42	7.75
C.V. (%)		12.21	9.70	10.58

Cuadro 16. Comparación de medias para porcentaje de germinación de la evaluación de abonos procesados con microorganismos eficientes.

Trat.	4 dds		Trat.	6 dds		Trat.	8 dds		Trat.	10 dds		Trat.	12 dds	
	%G	Sig.		%G	Sig.		%G	Sig.		%G	Sig.		%G	Sig.
Bocashi + MEC	16.25	a	Gaicashi	65.00	a	NPK	97.50	a	Bocashi + MEB	97.5	a	Bocashi + MEB	100	a
Bocashi	15.00	a	Bocashi + MEC	63.75	a	Compost + MEB	95.00	a	Bocashi + MEC	100	a	Bocashi + MEC	100	a
Gaicashi	15.00	a	Gaicashi + MEC	60.00	ab	Gaicashi + MEC	95.00	a	Bocashi	100	a	Bocashi	100	a
Gaicashi + MEC	15.00	a	Bocashi	57.50	ab	Compost + MEC	95.00	a	Compost + MEB	98.75	a	Compost + MEB	100	a
Compost + MEC	15.00	a	NPK	57.50	ab	Bocashi + MEC	93.75	a	Gaicashi	100	a	Gaicashi	100	a
NPK	15.00	a	Gaicashi + MEB	56.25	ab	Bocashi	93.75	a	Compost	98.75	a	Compost	100	a
Gaicashi + MEB	12.50	a	Compost + MEC	52.50	ab	Gaicashi	92.50	a	Gaicashi + MEB	98.75	a	Gaicashi + MEB	100	a
Testigo absoluto	12.50	a	Bocashi + MEB	51.25	ab	Testigo absoluto	90.00	a	Gaicashi + MEC	100	a	Gaicashi + MEC	100	a
Bocashi + MEB	10.00	a	Compost + MEB	48.75	ab	Bocashi + MEB	88.75	a	Compost + MEC	100	a	Compost + MEC	100	a
Compost + MEB	10.00	a	Compost	43.75	ab	Gaicashi + MEB	88.75	a	NPK	100	a	NPK	100	a
Compost	10.00	a	Testigo absoluto	36.25	b	Compost	87.50	a	Testigo absoluto	100	a	Testigo absoluto	100	a

1: Bocashi + MEB,
8: Gaicashi + MEC,

2: Bocashi + ME,
9: Compost + MEC,

3: Bocashi,
10: NPK,

4: Compost + MEB,
11: Testigo absoluto

5: Gaicashi,

6: Compost,

7: Gaicashi + MEB,

Cuadro 17. Comparación de medias para altura de planta (cm), de la evaluación de abonos procesados con microorganismos eficientes.

28 dds			49 dds			70 dds			91 dds			112 dds		
Trat.	Altura	Sig.	Trat.	Altura	Sig.	Trat.	Altura	Sig.	Trat.	Altura	Sig.	Trat.	Altura	Sig.
Bocashi	16.4	a	Bocashi	20.7	a	Compost + MEB	23.7	a	Bocashi + MEC	29.0125	a	Bocashi + MEC	38.4	a
Gaicashi + MEC	15.9	a	Compost + MEB	20.4	ab	Bocashi	23.2	a	Bocashi	28.9625	a	Bocashi	35.4	ab
Bocashi + MEC	15.8	a	Gaicashi + MEB	20.4	ab	Bocashi + MEB	22.9	a	Bocashi + MEB	28.935	a	Gaicashi + MEB	35.0	ab
Compost + MEC	15.6	a	Bocashi + MEB	20.4	ab	Compost + MEC	22.8	ab	Compost + MEB	28.8625	a	Bocashi + MEB	34.9	ab
Gaicashi	15.3	a	Compost + MEC	20.2	ab	Bocashi + MEC	22.8	ab	Gaicashi + MEB	28.825	a	Gaicashi	34.4	ab
NPK	15.2	a	Bocashi + MEC	20.2	ab	Gaicashi + MEB	22.8	ab	Compost + MEC	28	ab	Compost + MEB	33.7	ab
Bocashi + MEB	15.1	a	Gaicashi + MEC	20.1	ab	Gaicashi	22.6	ab	Gaicashi	27.575	ab	Gaicashi + MEC	32.4	ab
Compost + MEB	15.1	a	Gaicashi	20.1	ab	Gaicashi + MEC	22.2	ab	Gaicashi + MEC	27	ab	Compost	32.4	ab
Compost	15	a	Compost	19.5	ab	Compost	21.7	abc	Compost	26.7875	ab	Compost + MEC	32.2	b
Gaicashi + MEB	14.9	a	NPK	18.4	b	NPK	20.0	bc	NPK	24.0875	bc	NPK	29.9	bc
Testigo absoluto	14.7	a	Testigo absoluto	18.3	b	Testigo absoluto	19.205	c	Testigo absoluto	20.025	c	Testigo absoluto	24.2	c

1: Bocashi + MEB,
8: Gaicashi + MEC,

2: Bocashi + ME,
9: Compost + MEC,

3: Bocashi,
10: NPK,

4: Compost + MEB,
11: Testigo absoluto

5: Gaicashi,

6: Compost,

7: Gaicashi + MEB,

Cuadro 18. Comparación de medias para diámetro de tallo (mm), de la evaluación de abonos procesados con microorganismos eficientes.

28 dds			49 dds			70 dds			91 dds			112 dds		
Trat	Diám	Sig.	Trat	Diám	Sig.	Trat	Diám	Sig.	Trat	Diám	Sig.	Trat	Diám	Sig.
Bocashi + MEB	3.5475	a	Gaicashi	4.2425	a	Bocashi	5.3	abc	Compost + MEB	6.4	a	Bocashi + MEC	7.4	a
Compost + MEB	3.5275	a	Bocashi	4.2075	a	Bocashi + MEC	5.1	ab	Bocashi + MEC	6.4	a	Bocashi	7.3	a
Bocashi	3.5225	a	Bocashi + MEB	4.1950	a	Bocashi + MEB	5.0	a	Bocashi	6.4	a	Compost + MEB	7.2	a
Bocashi + MEC	3.5200	a	Compost + MEB	4.1950	a	Compost + MEB	5.0	abc	Bocashi + MEB	6.4	a	Bocashi + MEB	7.2	a
Gaicashi + MEC	3.4625	a	Bocashi + MEC	4.1800	a	Gaicashi + MEC	5.0	abc	Gaicashi	6.2	ab	Gaicashi + MEC	7.2	a
Gaicashi	3.4500	ab	Compost + MEC	4.1325	ab	Gaicashi	4.9	bc	Gaicashi + MEB	6.1	b	Gaicashi + MEB	7.2	a
Compost + MEC	3.4400	ab	Gaicashi + MEC	4.0775	ab	Gaicashi + MEB	4.8	bc	Gaicashi + MEC	6.1	ab	Gaicashi	7.0	a
Gaicashi + MEB	3.3575	a	Compost	4.0775	ab	Compost	4.7	abc	Compost + MEC	5.8	ab	Compost + MEC	6.8	ab
Compost	3.3550	a	Gaicashi + MEB	4.0150	a	Compost + MEC	4.6	cd	Compost	5.8	b	Compost	6.8	ab
Testigo absoluto	3.2350	b	NPK	3.6600	bc	NPK	4.2	de	NPK	5.2	c	NPK	6.2	bc
NPK	3.1125	ab	Testigo absoluto	3.5950	c	Testigo absoluto	4.1	e	Testigo absoluto	4.8	c	Testigo absoluto	5.6	c

1: Bocashi + MEB,
8: Gaicashi + MEC,

2: Bocashi + ME,
9: Compost + MEC,

3: Bocashi,
10: NPK,

4: Compost + MEB,
11: Testigo absoluto

5: Gaicashi,

6: Compost,

7: Gaicashi + MEB,

Cuadro 19. Comparación de medias para número de hojas en plántulas de cacao CCN-51, de la evaluación de abonos procesados con microorganismos eficientes.

28 dds			49 dds			70 dds			91 dds			112 dds		
Trat	N°H	Sig.	Trat	N°H	Sig.	Trat	N°H	Sig.	Trat	N°H	Sig.	Trat	N°H	Sig.
Compost + MEC	3.88	a	Bocashi + MEB	8.20	a	Bocashi + MEB	11.50	a	Bocashi + MEB	14.48	a	Bocashi + MEC	16.78	a
Bocashi + MEC	3.78	a	Bocashi + MEC	8.15	a	Compost + MEB	11.25	a	Compost + MEB	14.18	a	Bocashi + MEB	16.68	a
Compost	3.75	a	Gaicashi + MEC	8.05	a	Bocashi	11.13	a	Bocashi + MEC	14.03	a	Bocashi	16.40	ab
NPK	3.75	a	Compost	8.03	a	Bocashi + MEC	10.80	a	Gaicashi + MEB	13.70	a	Compost + MEB	16.18	ab
Gaicashi + MEC	3.63	a	Gaicashi + MEB	8.03	a	Gaicashi	10.68	ab	Gaicashi + MEC	13.48	a	Gaicashi + MEC	15.93	ab
Bocashi	3.58	a	Compost + MEB	7.98	a	Gaicashi + MEB	10.43	ab	Bocashi	13.43	a	Gaicashi + MEB	15.83	ab
Gaicashi	3.58	a	Compost + MEC	7.98	a	Gaicashi + MEC	10.30	ab	Gaicashi	13.27	ab	Gaicashi	15.73	ab
Gaicashi + MEB	3.53	a	Gaicashi	7.88	a	Compost	10.25	ab	Compost + MEC	13.18	ab	Compost	15.73	ab
Testigo absoluto	3.50	a	Bocashi	7.70	a	Compost + MEC	10.15	ab	Compost	13.05	ab	Compost + MEC	14.78	ab
Compost + MEB	3.40	a	NPK	6.55	b	NPK	9.15	b	NPK	11.60	b	NPK	14.00	b
Bocashi + MEB	3.33	a	Testigo absoluto	6.40	b	Testigo absoluto	7.38	c	Testigo absoluto	7.98	c	Testigo absoluto	9.60	c

1: Bocashi + MEB,
8: Gaicashi + MEC,

2: Bocashi + ME,
9: Compost + MEC,

3: Bocashi,
10: NPK,

4: Compost + MEB,
11: Testigo absoluto

5: Gaicashi,

6: Compost,

7: Gaicashi + MEB,

Cuadro 20. Comparación de medias para el volumen de raíz (VR), peso fresco (PF) y peso seco (PS) de plántulas de cacao, de la evaluación de abonos procesados con microorganismos eficientes.

Volumen de raíz			Peso fresco			Peso seco		
Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.	Trat.	Prom.	Sig.
Gaicashi + MEC	12.9	a	Compost + MEB	29.4	a	Compost + MEB	9.32	a
Bocashi + MEC	12.8	a	Bocashi	29.1	a	Bocashi	8.89	a
Bocashi	12.7	a	Bocashi + MEB	28.7	a	Bocashi + MEB	8.63	a
Compost + MEC	12.6	a	Gaicashi + MEC	28.3	a	Gaicashi + MEC	8.57	a
Gaicashi + MEB	12.5	a	Gaicashi + MEB	28.2	a	Gaicashi + MEB	8.26	a
Bocashi + MEB	12.4	a	Bocashi + MEC	27.2	a	Bocashi + MEC	8.10	ab
Compost + MEB	12.2	a	Gaicashi	26.6	a	Gaicashi	8.03	ab
Compost	12.1	a	Compost + MEC	25.7	ab	Compost + MEC	7.68	ab
Gaicashi	12.0	a	Compost	24.5	ab	Compost	7.54	ab
NPK	11.7	a	NPK	20.4	b	NPK	6.25	b
Testigo absoluto	9.7	a	Testigo absoluto	11.8	c	Testigo absoluto	3.93	c

Cuadro 21. Resumen de promedios de la última evaluación realizada en plántulas de cacao para siete caracteres. Tingo María, 2010.

Clave	Tratamiento	8 dds	112 dds					
		G (%)	AP (cm)	DT (mm)	Nº H	VR (cc)	PF (g)	PS (g)
1	Bocashi + MEB	88.75	34.88	7.20	16.68	12.44	28.73	8.63
2	Bocashi + MEC	93.75	38.40	7.35	16.78	12.81	27.23	8.10
3	Bocashi	93.75	35.39	7.26	16.40	12.70	29.05	8.89
4	Compost + MEB	95.00	33.70	7.21	16.18	12.16	29.35	9.32
5	Gaicashi	92.50	34.44	7.03	15.73	11.99	26.60	8.03
6	Compost	87.50	32.36	6.78	15.73	12.14	24.45	7.54
7	Gaicashi + MEB	88.75	35.04	7.18	15.83	12.48	28.15	8.26
8	Gaicashi + MEC	95.00	32.37	7.19	15.93	12.88	28.25	8.57
9	Compost + MEC	95.00	32.24	6.83	14.78	12.64	25.68	7.68
10	NPK	97.50	29.90	6.18	14.00	11.68	20.40	6.25
11	Testigo absoluto	90.00	24.18	5.58	9.60	9.70	11.78	3.93

G= Germinación, AP= Altura de planta, DT= Diámetro de tallo, NºH= Número de hojas, VR= Volumen de raíz, PF= Peso fresco, PS= Peso seco, dds= Días después de siembra.

Cuadro 22. Efecto de la aplicación de tres abonos orgánicos: bocashi, compost y gaicashi, en la evaluación de siete caracteres en plántulas de cacao. Tingo María, 2010.

Fuente nutricional	8 dds	112 dds					
	G (%)	AP (cm)	DT (mm)	Nº H	VR (cc)	PF (g)	PS (g)
Bocashi	92.08	36.22	7.27	16.62	12.65	28.33	8.54
Compost	92.50	32.77	6.94	15.56	12.31	26.49	8.18
Gaicashi	92.08	33.95	7.13	15.83	12.45	27.67	8.29
NPK	97.50	29.90	6.18	14.00	11.68	20.40	6.25
Testigo absoluto	90.00	24.18	5.58	9.60	9.70	11.78	3.93

G= Germinación, AP= Altura de planta, DT= Diámetro de tallo, NºH= Número de hojas, VR= Volumen de raíz, PF= Peso fresco, PS= Peso seco, dds= Días después de siembra.

Cuadro 23. Porcentaje de germinación (4 – 9 dds)

Tratamientos	4 dds				5 dds				6 dds				7 dds				8 dds				9 dds			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	10	15	10	5	30	40	30	20	55	65	50	35	75	75	85	85	85	95	90	85	90	100	90	90
Bocashi + MEC	20	15	20	10	50	40	45	25	80	65	70	40	85	90	90	90	95	100	90	90	100	100	95	90
Bocashi	20	20	10	10	50	50	25	20	80	80	40	30	95	90	95	90	100	90	95	90	100	90	100	90
Compost + MEB	10	10	10	10	35	35	20	25	60	65	30	40	100	90	95	90	100	90	100	90	100	100	100	95
Gaicashi	20	20	15	5	55	50	40	15	90	80	65	25	100	90	90	90	100	90	90	90	95	95	100	90
Compost	10	20	5	5	35	40	15	15	60	60	30	25	95	80	85	80	90	90	90	80	95	100	95	80
Gaicashi + MEB	25	10	10	5	65	30	25	15	110	50	40	25	85	90	90	90	85	95	85	90	100	95	85	90
Gaicashi + MEC	20	20	10	10	45	50	30	25	70	80	50	40	80	100	80	80	100	100	85	95	100	100	90	95
Compost + MEC	15	15	15	15	35	35	35	30	55	55	55	45	100	100	90	90	95	100	95	90	100	100	100	100
NPK	20	20	10	10	45	45	30	25	70	70	50	40	100	90	90	90	100	100	100	90	100	100	100	90
Testigo absoluto	10	20	10	10	25	40	20	10	40	60	30	15	80	90	80	80	80	100	90	90	85	100	90	90

Cuadro 25. Altura de planta de plántulas de cacao a los 14 a 42 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	14 dds				21 dds				28 dds				35 dds				42 dds			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	2.1	2.2	1.7	1.9	8.0	7.2	6.9	7.1	15.6	15.1	14.3	15.5	18.5	19.5	17.5	18.9	19.7	19.7	18.0	19.5
Bocashi + MEC	3.1	3.2	2.4	2.8	9.4	9.2	8.3	8.7	16.0	16.1	15.0	16.3	18.5	18.6	17.2	19.0	19.5	19.1	17.9	20.4
Bocashi	3.1	2.8	2.6	1.7	10.2	10.1	8.9	6.6	16.5	16.8	16.4	15.9	18.8	19.0	18.8	19.2	20.2	19.8	20.0	20.3
Compost + MEB	2.8	2.6	2.8	2.2	6.8	8.6	8.7	7.9	15.2	14.5	16.7	13.8	18.6	17.6	19.4	17.5	19.6	18.3	20.1	18.2
Gaicashi	3.5	3.3	2.9	2.5	10.3	9.6	8.9	8.1	15.7	15.5	15.4	14.8	17.3	17.7	19.1	18.2	18.3	18.7	19.8	19.1
Compost	3.0	2.6	3.5	2.3	9.0	10.0	10.0	8.7	15.1	15.8	15.4	13.9	16.8	17.6	17.7	17.2	17.7	18.2	18.5	18.2
Gaicashi + MEB	2.9	3.1	1.8	2.4	8.9	9.7	5.6	8.1	15.2	16.1	13.8	14.3	18.5	18.4	17.1	17.4	19.6	19.8	18.2	18.3
Gaicashi + MEC	3.2	4.2	2.0	2.3	9.4	11.5	6.7	8.7	15.5	17.3	14.7	16.3	17.1	18.8	18.5	18.2	17.9	20.0	19.5	19.5
Compost + MEC	3.1	3.3	2.9	2.6	9.5	10.4	8.0	7.7	15.3	16.1	16.2	14.8	17.6	17.6	18.7	17.1	18.9	19.2	19.5	18.1
NPK	3.1	2.4	3.3	2.9	9.8	7.4	9.2	9.4	15.3	14.7	15.3	15.7	16.5	17.1	16.8	17.2	17.4	17.5	17.7	17.8
Testigo absoluto	2.9	2.9	2.6	2.2	8.8	9.6	7.8	7.0	14.7	14.3	14.8	15.0	16.6	17.2	17.3	17.6	17.3	17.9	17.6	18.2

Cuadro 26. Altura de planta de cacao a los 49 a 77 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	49 dds				56 dds				63 dds				70 dds				77 dds			
	I	II	III	IV																
Bocashi + MEB	20.8	20.6	19.2	21.0	21.3	21.9	19.8	21.8	23.2	23.5	20.5	22.8	22.9	24.8	21.2	22.9	24.4	26.7	22.6	24.1
Bocashi + MEC	20.4	20.1	18.9	21.4	21.1	21.3	19.7	22.2	21.8	22.6	20.6	21.3	22.9	23.8	21.0	23.6	24.2	25.7	22.4	26.0
Bocashi	20.6	20.9	20.4	20.9	22.4	21.5	21.2	21.6	22.4	22.9	22.2	22.4	22.1	25.0	22.9	22.8	24.5	27.0	25.1	23.4
Compost + MEB	20.7	19.8	21.8	19.5	22.1	21.8	22.9	19.9	23.1	21.4	24.2	21.0	24.1	22.9	25.1	22.6	24.9	24.0	26.7	22.8
Gaicashi	19.3	19.7	21.1	20.2	20.2	20.8	22.3	21.0	20.7	21.7	23.8	21.7	21.1	21.8	25.2	22.3	22.2	23.2	26.4	23.7
Compost	19.1	19.8	20.2	18.8	21.0	20.7	21.2	19.9	20.5	21.7	22.5	20.6	21.3	21.7	22.7	21.3	23.0	22.5	23.3	21.6
Gaicashi + MEB	22.6	21.0	19.2	19.0	22.2	21.8	19.7	19.8	23.0	23.0	21.1	20.9	23.3	23.9	22.2	21.7	24.2	26.2	23.4	22.3
Gaicashi + MEC	18.8	21.1	20.3	20.2	19.5	22.6	20.9	20.2	20.6	23.2	21.6	22.0	20.6	24.0	21.9	22.4	21.6	25.0	22.6	23.8
Compost + MEC	20.5	20.7	20.2	19.3	21.9	22.1	22.1	20.4	22.7	23.3	23.1	21.4	22.8	23.7	23.4	21.5	23.0	24.9	24.0	21.6
NPK	18.4	19.1	17.8	18.3	20.1	19.6	18.4	18.6	21.1	20.5	19.4	19.2	21.0	20.3	19.5	19.3	21.9	21.7	20.3	20.4
Testigo absoluto	17.5	19.0	17.8	18.9	18.1	19.8	18.3	19.3	18.3	20.3	18.3	19.3	18.4	20.6	18.3	19.5	18.6	21.1	18.3	19.6

Cuadro 27. Altura de las plantas de cacao a los 84 y 112 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	84 dds				91 dds				98 dds				105 dds				112 dds			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	26.0	27.9	24.3	26.0	28.6	30.0	27.7	29.5	29.8	32.2	29.1	33.0	31.8	33.7	33.1	33.6	33.4	34.7	37.2	34.3
Bocashi + MEC	26.4	26.7	24.0	26.1	26.3	29.8	30.3	29.7	33.8	33.2	28.3	32.2	36.1	38.3	31.3	34.3	37.5	40.6	41.5	34.0
Bocashi	26.0	28.5	26.0	25.3	28.6	28.5	28.4	30.5	30.3	32.0	31.3	31.2	32.4	34.4	29.0	34.3	34.4	36.4	34.6	36.3
Compost + MEB	26.4	26.0	28.7	24.2	31.5	26.5	28.8	28.8	32.6	31.3	35.7	31.7	33.0	33.4	33.6	34.7	33.8	34.7	30.1	36.3
Gaicashi	23.1	23.9	28.1	25.0	31.0	26.3	26.5	26.6	30.2	26.6	33.8	28.3	33.0	28.3	39.4	33.3	33.8	29.0	39.9	35.1
Compost	24.5	23.6	24.9	23.1	28.4	25.6	27.3	26.0	28.3	29.0	31.0	27.9	29.4	31.1	35.7	31.0	31.8	31.9	32.3	33.5
Gaicashi + MEB	26.4	27.3	24.9	24.8	28.6	26.9	31.0	29.0	34.0	31.5	31.9	30.0	34.2	34.8	31.8	30.8	35.3	35.5	35.6	33.9
Gaicashi + MEC	22.9	26.3	24.9	25.7	27.8	28.8	23.6	27.9	25.0	30.5	30.2	31.3	27.1	33.3	33.2	33.2	27.6	33.9	34.3	33.8
Compost + MEC	25.8	26.9	25.3	22.6	27.8	25.1	28.8	30.4	30.8	32.3	29.8	28.8	33.4	31.0	30.7	32.2	31.8	34.4	32.1	30.8
NPK	24.0	22.3	21.2	20.9	22.5	23.9	25.9	24.2	28.0	25.8	24.5	25.2	28.7	26.2	31.5	29.8	30.2	27.4	32.1	30.0
Testigo absoluto	18.7	21.3	18.4	19.6	19.0	21.5	18.8	20.9	20.8	21.7	19.5	22.0	20.3	21.5	25.7	27.3	20.4	22.3	26.5	27.5

Cuadro 28. Diámetro de tallo de plantas de cacao a los 14 y 42 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	14 dds				21 dds				28 dds				35 dds				42 dds			
	I	II	III	IV																
Bocashi + MEB	3.3	3.3	3.3	3.2	3.5	3.5	3.3	3.3	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.9	3.9	3.9	4.2
Bocashi + MEC	3.3	3.2	3.0	3.1	3.5	3.4	3.2	3.6	3.8	3.3	3.5	3.5	3.7	3.8	3.8	3.9	4.1	3.9	4.0	3.8
Bocashi	3.3	3.2	3.1	3.0	3.4	3.4	3.2	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.8	3.7	3.8	4.0	4.0	4.0	3.8	4.1
Compost + MEB	3.2	3.2	3.2	3.1	3.5	3.3	3.0	3.3	3.5	3.3	3.6	3.7	3.7	3.9	3.8	4.0	3.9	4.2	4.1	4.0
Gaicashi	3.1	3.2	3.1	3.2	3.6	3.3	3.2	3.5	3.5	3.2	3.5	3.6	4.0	3.4	4.0	3.9	3.9	4.0	4.1	3.9
Compost	3.3	3.1	3.1	3.0	3.6	3.2	3.1	3.5	3.4	3.5	3.3	3.3	3.7	3.5	4.0	3.7	3.9	3.8	3.9	3.7
Gaicashi + MEB	3.2	3.1	3.3	3.1	3.6	3.1	3.2	3.5	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.4	3.9	3.8	3.9	3.7	3.8	3.9
Gaicashi + MEC	3.1	3.4	3.2	3.2	3.6	3.4	3.2	3.5	3.4	3.6	3.4	3.5	3.9	3.8	3.5	4.1	3.9	4.2	4.0	3.8
Compost + MEC	3.2	3.2	3.2	2.9	3.5	3.4	3.3	3.4	3.6	3.5	3.3	3.4	3.7	3.8	3.8	3.7	4.1	4.1	3.8	4.0
NPK	2.8	2.7	2.8	3.0	2.8	2.8	3.0	3.3	3.0	3.0	3.0	3.4	3.3	3.2	3.3	3.5	3.7	3.3	3.4	3.5
Testigo absoluto	3.1	3.0	2.9	3.1	3.4	3.1	3.0	3.2	3.5	3.1	3.0	3.3	3.6	3.3	3.1	3.4	3.7	3.5	3.2	3.5

Cuadro 29. Diámetro de tallo de plántulas de cacao a los 49 a 77 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	49 dds				56 dds				63 dds				70 dds				77 dds			
	I	II	III	IV																
Bocashi + MEB	4.3	4.2	4.1	4.2	4.7	4.4	4.4	4.7	4.8	4.9	5.0	4.9	4.9	4.9	5.3	5.0	5.5	5.3	5.4	5.4
Bocashi + MEC	4.2	4.1	4.2	4.2	4.6	4.7	4.3	4.5	5.2	5.0	4.7	4.7	5.1	5.2	5.0	5.3	5.7	5.6	5.8	5.7
Bocashi	4.2	4.3	4.0	4.3	4.6	4.6	4.5	4.6	5.0	5.1	4.8	4.7	5.3	5.4	5.2	5.2	5.8	5.6	5.7	5.6
Compost + MEB	4.3	4.3	4.2	4.0	4.5	4.2	4.5	4.2	4.6	4.6	4.9	4.9	4.9	5.1	5.3	4.8	5.3	5.6	5.7	5.1
Gaicashi	4.2	4.2	4.5	4.2	4.3	4.4	4.5	4.3	4.6	4.8	4.8	4.5	4.9	5.0	5.0	4.8	5.5	5.3	5.7	5.3
Compost	3.9	4.1	4.2	4.1	4.2	4.2	4.4	4.0	4.5	4.6	4.7	4.3	4.9	4.7	4.9	4.4	5.3	5.1	5.2	5.1
Gaicashi + MEB	4.2	3.9	4.0	4.0	4.2	4.3	4.3	4.3	4.8	4.6	4.9	4.6	5.0	5.0	4.8	4.4	5.4	5.2	5.5	5.3
Gaicashi + MEC	4.1	4.1	4.1	4.0	4.4	4.6	4.3	4.1	4.7	4.8	4.6	4.6	5.0	5.1	5.0	4.9	5.1	5.5	5.8	5.4
Compost + MEC	4.1	4.1	4.4	4.0	4.3	4.5	4.6	4.0	4.7	4.7	4.6	4.2	4.7	5.0	4.6	4.2	5.5	5.1	5.3	4.7
NPK	3.8	3.6	3.8	3.6	3.9	3.9	3.9	3.7	3.9	3.8	4.0	4.1	4.5	4.3	4.1	3.9	4.7	4.3	4.5	4.6
Testigo absoluto	3.9	3.5	3.3	3.7	4.0	3.8	3.6	3.9	4.0	4.0	4.0	4.0	4.1	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.0	4.2

Cuadro 30. Diámetro de tallo de plantas de cacao a los 84 a 112 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	84 dds				91 dds				98 dds				105 dds				112 dds			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	5.9	5.9	6.1	6.1	6.3	6.5	6.5	6.2	7.0	6.8	6.5	6.9	7.1	7.4	6.9	7.0	7.2	7.3	7.6	6.8
Bocashi + MEC	6.2	5.9	6.0	6.0	6.4	6.1	6.5	6.4	6.8	7.4	6.5	6.2	6.9	7.4	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.2
Bocashi	6.3	5.8	6.0	6.2	6.4	6.4	6.6	6.1	7.1	6.8	6.7	7.0	7.2	7.3	6.8	6.5	7.6	7.4	7.0	7.1
Compost + MEB	5.9	5.8	5.9	5.4	6.8	6.4	6.3	6.4	6.5	7.2	7.0	6.5	6.6	7.1	6.9	6.9	7.2	7.5	7.3	7.0
Gaicashi	5.8	6.0	6.1	5.4	6.4	6.0	6.4	5.9	6.5	5.9	6.7	6.3	6.6	6.0	7.2	6.3	7.0	6.4	7.3	7.5
Compost	5.6	5.5	5.7	5.6	6.0	5.7	5.9	5.8	6.5	6.2	6.1	6.1	6.8	6.5	6.9	6.3	7.1	6.8	6.8	6.5
Gaicashi + MEB	5.7	5.5	5.9	5.7	6.5	5.9	6.1	6.0	6.5	6.4	6.5	6.3	6.5	6.6	6.5	6.3	7.3	7.1	7.3	7.1
Gaicashi + MEC	5.7	6.0	6.1	5.5	6.4	5.9	5.9	6.4	6.6	6.6	6.5	6.1	6.8	6.8	6.5	6.3	7.3	7.1	7.4	7.0
Compost + MEC	5.7	5.8	5.6	5.2	5.8	5.7	6.0	5.9	6.2	6.3	6.0	5.9	6.5	6.5	6.8	6.8	6.9	7.0	6.8	6.6
NPK	5.1	4.5	5.0	4.9	5.3	5.2	5.5	5.0	5.9	5.3	5.4	5.5	6.4	5.6	6.4	6.1	6.7	6.2	5.9	6.0
Testigo absoluto	4.7	4.5	4.6	4.6	4.8	4.9	5.0	4.7	5.0	5.0	5.5	5.1	5.4	5.1	5.6	6.0	5.4	5.4	5.6	6.0

Cuadro 31. Número de hojas de plántulas de cacao a los 21 a 49 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	21 dds				28 dds				35 dds				42 dds				49 dds			
	I	II	III	IV																
Bocashi + MEB	2.0	2.0	2.0	2.0	3.8	3.5	3.0	3.0	5.6	5.4	5.4	5.2	7.5	7.1	7.3	7.0	8.3	8.2	7.7	8.6
Bocashi + MEC	2.0	0.0	2.0	2.0	3.5	3.8	3.7	4.1	5.2	5.4	5.5	5.8	7.1	7.3	6.7	7.7	7.9	8.2	8.1	8.4
Bocashi	2.0	2.0	2.0	2.0	3.7	3.6	3.6	3.4	5.4	5.4	5.4	5.5	7.6	7.3	7.2	7.6	7.9	7.4	8.0	7.5
Compost + MEB	2.0	2.0	2.0	2.0	3.6	3.4	3.4	3.2	4.7	4.8	5.1	5.8	6.5	7.4	6.9	7.7	8.1	8.2	7.7	7.9
Gaicashi	2.2	2.0	2.0	2.0	3.5	4.1	3.6	3.1	4.6	5.4	5.6	5.3	6.7	7.6	6.9	7.7	7.8	8.5	7.4	7.8
Compost	2.0	2.0	2.0	2.0	3.5	4.1	3.9	3.5	4.6	5.8	5.2	5.1	7.1	8.3	6.6	7.1	8.0	8.9	7.5	7.7
Gaicashi + MEB	2.0	2.2	0.0	2.0	3.6	3.9	3.2	3.4	5.3	5.8	5.0	5.4	7.3	8.3	6.7	6.6	8.8	8.6	7.3	7.4
Gaicashi + MEC	1.5	2.8	2.0	2.0	3.8	4.3	3.0	3.4	5.6	6.0	4.8	4.9	7.8	8.4	6.5	6.4	8.3	8.9	7.3	7.7
Compost + MEC	1.8	2.0	2.0	2.0	3.9	4.1	3.7	3.8	5.1	5.7	5.5	5.2	6.6	7.7	6.8	6.9	9.0	8.1	7.6	7.2
NPK	2.0	2.0	2.0	2.0	3.9	3.5	3.8	3.8	4.6	4.5	4.6	4.7	4.9	5.6	5.3	5.5	7.1	6.6	6.0	6.5
Testigo absoluto	2.0	2.0	2.0	2.0	3.6	3.3	3.7	3.4	5.0	4.9	4.5	4.5	5.5	5.9	5.7	5.4	6.6	6.5	6.5	6.0

Cuadro 32. Número de hojas de plántulas de cacao a los 55 a 84 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos.

Tratamientos	56 dds				63 dds				70 dds				77 dds				84 dds			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	8.9	7.9	8.2	9.0	9.8	9.9	9.6	10.2	11.5	11.5	11.1	11.9	11.7	12.2	11.5	11.8	12.2	12.6	13.3	12.7
Bocashi + MEC	8.0	8.7	8.7	9.0	9.6	10.3	9.7	9.4	10.1	11.2	10.8	11.1	10.3	11.8	11.8	12.1	11.4	12.3	12.5	12.6
Bocashi	8.2	7.9	8.4	7.8	10.5	9.8	9.3	9.0	10.8	12.1	11.6	10.0	11.2	12.6	12.5	9.3	12.6	12.9	13.1	10.4
Compost + MEB	8.7	8.2	8.7	8.1	10.4	10.4	9.9	9.8	11.5	11.4	11.3	10.8	11.7	11.3	10.9	11.2	12.6	12.1	12.6	11.9
Gaicashi	8.1	9.0	8.1	8.2	9.2	11.3	9.1	9.0	10.3	11.6	10.6	10.2	9.9	11.0	11.3	10.9	12.2	12.8	12.7	11.4
Compost	8.4	8.9	7.9	7.9	8.9	9.4	8.9	8.6	11.2	10.2	9.9	9.7	11.7	11.4	10.4	10.6	12.0	10.4	11.3	11.6
Gaicashi + MEB	8.8	8.8	8.3	7.9	9.4	10.5	9.2	8.7	10.5	10.5	10.5	10.2	11.2	12.1	10.7	10.4	12.1	11.9	11.8	11.1
Gaicashi + MEC	8.6	9.2	8.0	8.3	9.6	10.7	8.4	9.2	10.6	12.3	8.7	9.6	11.8	11.8	10.3	10.7	12.7	12.4	11.7	12.6
Compost + MEC	8.9	8.6	8.8	8.5	9.5	9.4	10.0	9.2	9.8	10.0	10.9	9.9	10.5	10.4	11.6	9.7	12.6	12.1	12.1	10.7
NPK	7.8	7.4	6.7	6.5	8.4	8.2	7.5	8.4	9.7	9.0	8.8	9.1	10.7	10.1	9.6	9.7	12.2	10.9	10.5	10.7
Testigo absoluto	7.0	6.6	6.3	6.7	7.2	7.5	6.5	6.7	7.6	7.9	6.7	7.3	7.8	8.0	6.8	7.4	8.0	8.1	7.0	7.7

Cuadro 33. Número de hojas de plántulas de cacao a los 91 a 112 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos.

Tratamientos	91 dds				98 dds				105 dds				112 dds			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	14.0	14.6	14.2	15.1	15.4	15.1	15.4	16.0	16.3	15.8	16.2	16.1	16.5	15.6	17.6	17.0
Bocashi + MEC	13.6	14.4	14.1	14.0	14.6	15.8	15.1	15.4	15.0	18.3	15.8	16.0	15.1	18.4	16.6	17.0
Bocashi	13.7	14.3	13.9	11.8	14.0	14.8	15.6	12.7	15.2	16.3	16.6	13.8	16.4	17.0	17.3	14.9
Compost + MEB	15.3	13.9	13.7	13.8	15.8	14.9	15.2	15.1	16.5	15.3	16.0	14.9	17.0	15.2	16.7	15.8
Gaicashi	13.6	13.9	13.5	12.1	14.8	13.8	14.1	13.1	15.5	13.5	15.4	15.5	15.6	14.2	16.4	16.7
Compost	12.9	14.1	13.1	12.1	13.7	14.8	13.8	12.9	14.8	15.5	14.2	14.9	16.0	16.6	14.4	15.9
Gaicashi + MEB	14.7	13.9	13.7	12.5	15.8	15.9	14.2	13.7	16.7	16.6	15.1	14.2	16.2	15.6	15.5	16.0
Gaicashi + MEC	14.1	14.0	12.4	13.4	14.0	15.8	14.0	14.1	14.8	16.0	14.5	14.3	16.6	16.9	14.9	15.3
Compost + MEC	14.1	13.2	13.1	12.3	14.6	13.1	14.2	13.4	14.7	13.8	14.6	13.7	14.5	14.8	14.8	15.0
NPK	12.9	10.7	11.0	11.8	13.6	11.2	12.4	12.2	15.7	12.1	12.7	12.6	16.3	13.6	13.2	12.9
Testigo absoluto	7.9	8.6	7.3	8.1	8.6	8.8	7.8	8.5	9.0	9.7	8.3	9.1	9.5	9.9	9.0	10.0

Cuadro 34. Volumen de raíz (VR), peso fresco (PF) y peso seco (PS) de plántulas de cacao a los 112 días después de la siembra en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

Tratamientos	VR (112dds)				PF (112dds)				PS (112dds)			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Bocashi + MEB	9.30	8.65	8.95	22.85	25.70	27.50	30.60	31.10	7.93	9.16	8.59	8.84
Bocashi + MEC	8.68	8.57	8.85	25.15	24.50	28.40	27.70	28.30	8.31	8.58	7.76	7.75
Bocashi	9.70	9.75	8.95	22.40	29.30	30.80	28.80	27.30	8.51	9.49	8.53	9.02
Compost + MEB	9.23	9.75	9.20	20.45	28.60	31.70	32.90	24.20	9.02	9.28	10.45	8.53
Gaicashi	8.70	8.72	9.40	21.15	26.20	25.40	31.80	23.00	8.29	7.30	9.59	6.95
Compost	9.75	10.55	8.85	19.40	26.60	26.10	24.10	21.00	6.94	7.64	7.09	8.50
Gaicashi + MEB	9.60	10.40	8.85	21.05	29.40	31.00	27.70	24.50	8.76	8.57	8.19	7.53
Gaicashi + MEC	10.00	9.95	9.90	21.65	25.70	30.30	30.10	26.90	8.66	9.02	8.52	8.07
Compost + MEC	10.10	10.45	9.50	20.50	25.50	27.10	27.40	22.70	7.48	8.41	7.85	6.96
NPK	9.70	10.35	8.65	18.00	25.90	17.40	19.40	18.90	8.78	4.87	5.81	5.52
Testigo absoluto	8.20	8.35	8.45	13.80	12.90	12.00	11.10	11.10	3.52	4.12	3.87	4.22

Cuadro 35. Promedio de datos de altura de planta (cm) sembrados en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

DDS	Bocashi + MEB	Bocashi + MEC	Bocashi	Compost + MEB	Compost + MEC	Compost	Gaicashi + MEB	Gaicashi + MEC	Gaicashi	NPK	Testigo absoluto
28	15.13	15.85	16.413	15.06	15.3375	15.03	14.85	15.95	15.60	15.25	14.67
49	20.39	20.16	20.703	20.43	20.06	19.47	20.43	20.08	20.17	18.4	18.27
70	22.93	22.8	23.18	23.66	22.56	21.72	22.76	22.19	22.83	20.03	19.21
91	28.94	29.01	28.96	28.86	28.00	26.79	28.83	27.00	27.58	24.09	20.03
112	34.88	38.4	35.39	33.70	32.24	32.36	35.04	32.37	34.44	29.90	24.18

DDS = Días después de la siembra.

Cuadro 36. Promedio de datos de diámetro de tallo (mm) de plántulas de cacao sembrados en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

DDS	Bocashi + MEB	Bocashi + MEC	Bocashi	Compost + MEB	Compost + MEC	Compost	Gaicashi +MEB	Gaicashi + MEC	Gaicashi	NPK	Testigo absoluto
28	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.10	4.00	4.10	4.10	3.70	3.60
49	3.69	3.76	3.81	3.85	3.82	3.72	3.70	3.81	3.74	3.31	3.40
70	5.00	5.14	5.27	5.01	4.91	4.73	4.80	4.99	4.62	4.19	4.10
91	6.36	6.37	6.36	6.45	6.20	5.82	6.14	6.13	5.84	5.24	4.80
112	7.20	7.35	7.26	7.21	7.03	6.78	7.18	7.19	6.83	6.18	5.50

DDS = Días después de la siembra.

Cuadro 37. Promedio de datos de número de hojas de plántulas de cacao sembrados en sustrato mezclado con tres tipos de abonos

DDS	Bocashi + MEB	Bocashi + MEC	Bocashi	Compost + MEB	Compost + MEC	Compost	Gaicashi +MEB	Gaicashi + MEC	Gaicashi	NPK	Testigo absoluto
28	3.30	3.80	3.60	3.40	3.60	3.80	3.50	3.60	3.90	3.80	3.50
49	8.20	8.20	7.70	8.00	7.90	8.00	8.00	8.10	8.00	6.60	6.40
70	11.50	10.80	11.13	11.25	10.68	10.25	10.43	10.30	10.15	9.15	7.40
91	14.48	14.03	13.43	14.18	13.18	13.05	13.70	13.48	13.27	11.60	8.00
112	16.68	16.78	16.40	16.18	14.78	15.73	15.83	15.93	15.73	14.00	9.60

DDS = Días después de la siembra.

Cuadro 38. Altura promedio de planta a los 112 días después de la siembra y análisis químico de los abonos orgánicos

Tratamientos	AP	% ceniza	% M.O	% N	% P	% K	% Mg	% Ca	% Fe	% Mn	% Zn	% Cu	% Cd
Bocashi + MEB	34.88	24.23	75.77	1.11	0.37	0.10	0.04	0.27	461.54	147.47	49.26	48.20	0.14
Bocashi + MEC	38.40	23.12	76.88	1.30	0.30	0.09	0.04	0.30	428.76	161.07	44.49	17.17	0.15
Bocashi	35.39	35.10	64.90	1.15	0.35	0.10	0.04	0.28	478.08	195.41	43.79	19.78	0.14
Compost + MEB	33.70	21.79	78.21	0.93	0.21	0.09	0.03	0.25	458.66	83.47	32.78	44.75	0.14
Compost + MEC	32.24	14.21	85.79	1.12	0.27	0.07	0.04	0.28	481.21	110.10	41.28	51.26	0.15
Compost	32.36	16.03	83.97	0.90	0.22	0.08	0.03	0.27	465.51	116.09	46.39	16.23	0.15
Gaicashi + MEB	35.04	64.64	35.73	1.12	0.83	0.10	0.04	0.31	493.60	157.30	52.48	19.70	0.16
Gaicashi + MEC	32.37	18.14	81.86	1.69	0.94	0.10	0.04	0.31	467.25	159.40	48.55	27.58	0.17
Gaicashi	34.44	27.08	72.92	0.83	0.32	0.10	0.04	0.32	470.71	130.61	9.10	46.72	0.14

AP = Altura de plantas (cm), tomado de la última evaluación realizada a los 112 días después de la siembra.

Cuadro 39. Análisis físico - químico del sustrato empleado

Parámetros	Sustrato Testigo Suelo (ex - cocal)	Método
Análisis Físico		
Arena (%)	50	Hidrómetro
Limo (%)	33	Hidrómetro
Arcilla (%)	17	Hidrómetro
Clase textural	Franco arenoso	Triangulo textural
Análisis químico		
pH	4,81	Potenciómetro (1:1)
Materia orgánica (%)	0.92	Walkley Black
N (%)	0.04	M. o. x fc 0.045
P (%)	12	Olsen modificado
K ₂ O (kg/ha)	107.51	Acido sulfúrico 6N
CO ₃ Ca (%)	0	Gasovolumétrico
Ca (%)	5.39	Absorción atómica
Cd (ppm)	0.52	Extractante EDTA 0.05 M pH 7
Mg (%)	1.49	Absorción atómica
Al (cmol (+)/Kg.	0.50	Yuan
H (cmol (+)/Kg.	0.25	Yuan
% bases cambiables	90.17	Suma de cationes
% acides cambiable	9.83	Suma de aniones
% Sat. Al	6.55	
CICe (meq/100gr)	7.63	Suma de cationes

Cuadro 40. Análisis nutricional de los microorganismos eficientes de bosque

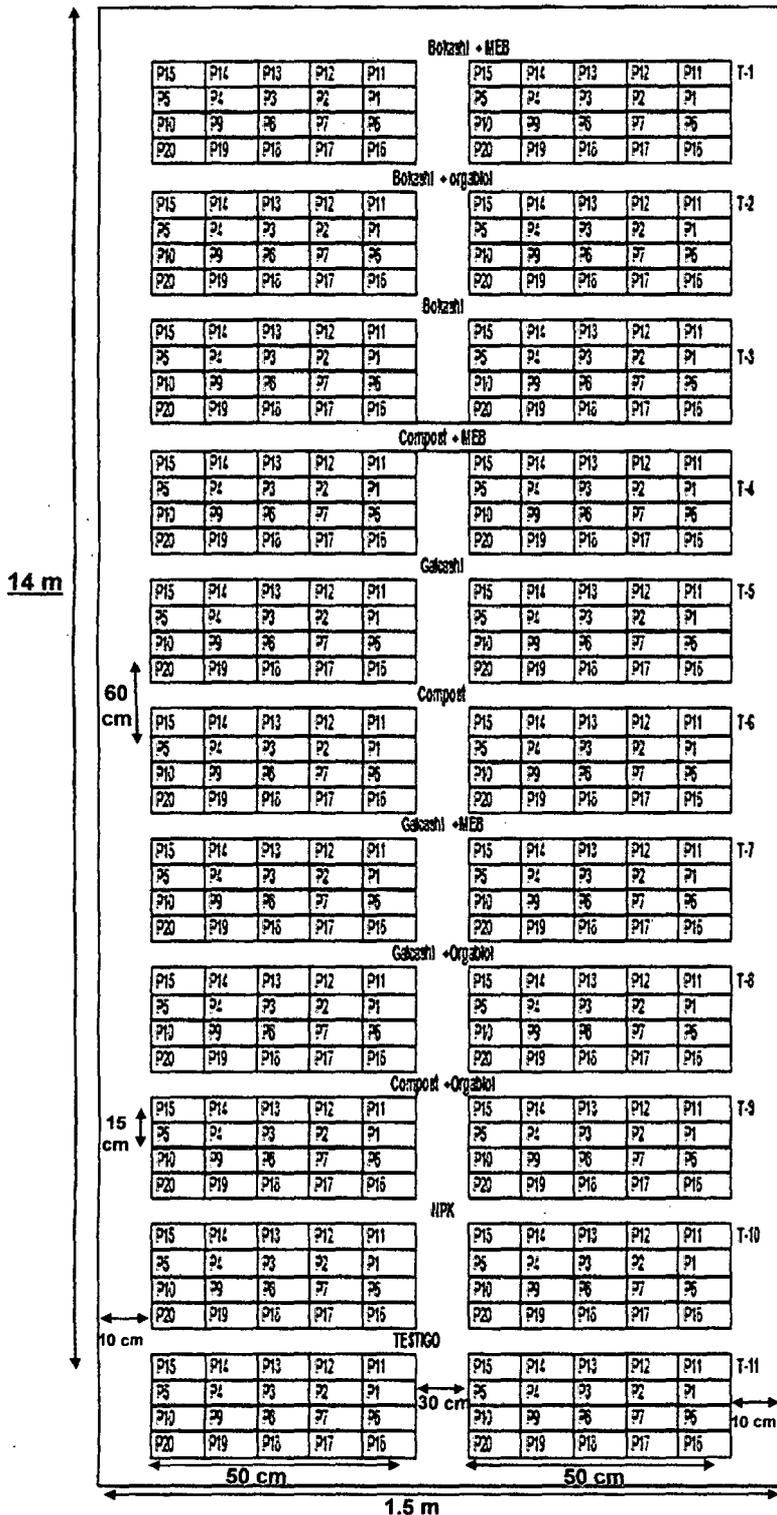
Análisis	Minerales									
	pH	N (%)	P (%)	K (ppm)	Mg (%)	Ca (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)
Microorganismos de bosque	3,62	3,51	0,03	42,9	0,08	44,10	13,00	780,00	910,00	0,40

Cuadro 41. Análisis químico de los microorganismos eficientes formulados

Composición	p/v	mg/L
Aminoácidos totales	19.5 %	
Aminoácidos activados	9.00 %	
Triptófano	1.24 %	
Cisterna	0.48 %	
Glutamina	0.53 %	
Asparagina	1.00 %	
Glicina	2.05 %	
Alanita	0.70 %	
Leucina	1.20 %	
Metionina	1.10 %	
Ácidos carboxílicos	6.70 %	
Materia orgánica	38.90 %	
Nitrógeno	5.00 %	
Nitrógeno aminito	1.12 %	
Nitrógeno orgánico	3.88 %	
Fósforo biodisponible	1.64 %	
Potasio biodisponible	1.64 %	
Vitamina B1	0.13 %	
Betaina	0.16 %	
Ácido fólico		120.00 mg/L
Hierro(fe)		550.00 mg/L
Zinc (Zn)		230.00 mg/L
Manganeso (Mn)		240.00 mg/L
Cobre (Cu)		15.00 mg/L
Boro (B)		6.00 mg/L
Molibdeno (MO)		8.00 mg/L

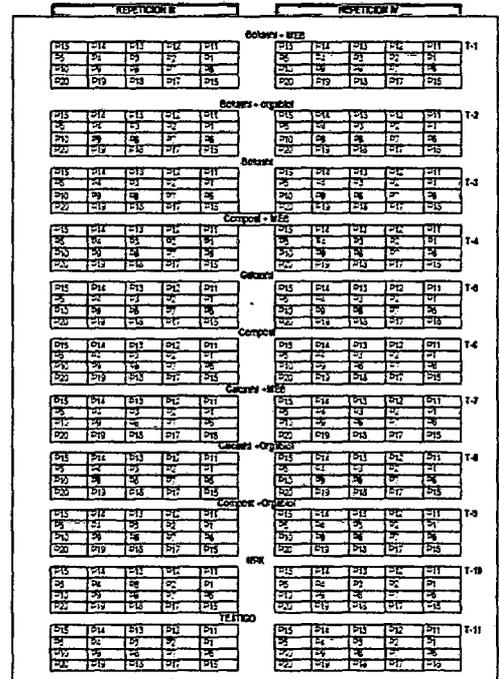
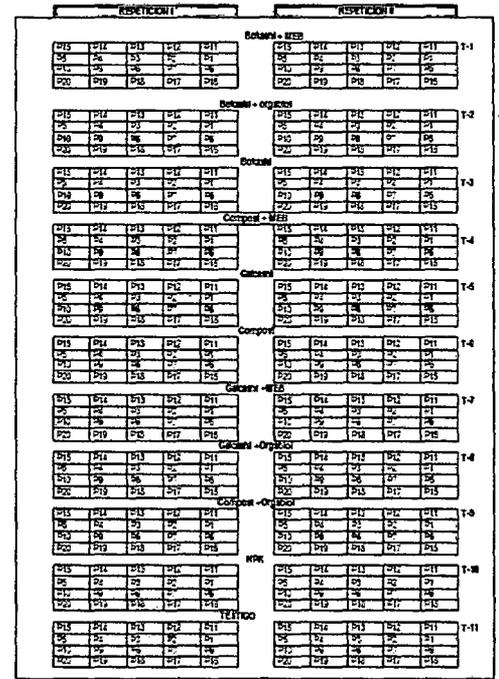
Fuente: Biogen Agro S. R. L. Corporación Biotecnológica, 2009

9.1 Croquis del trabajo experimental



Leyenda:

P1 al P10: Plantas evaluadas



9.2 Figuras de los tratamientos en estudio

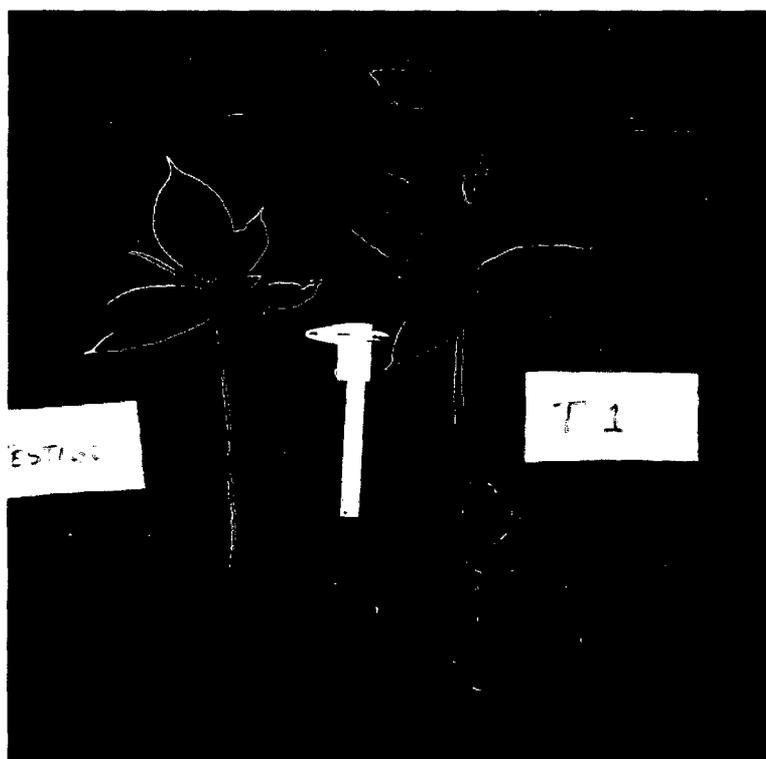


Figura 2. Comparación del testigo con el tratamiento 1

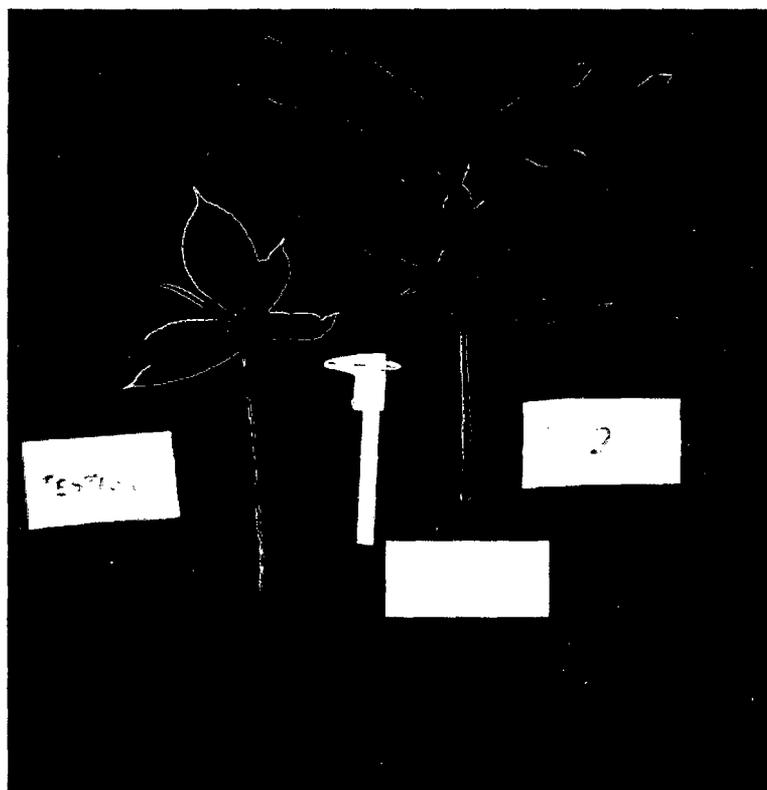


Figura 3. Comparación del testigo con el tratamiento 2

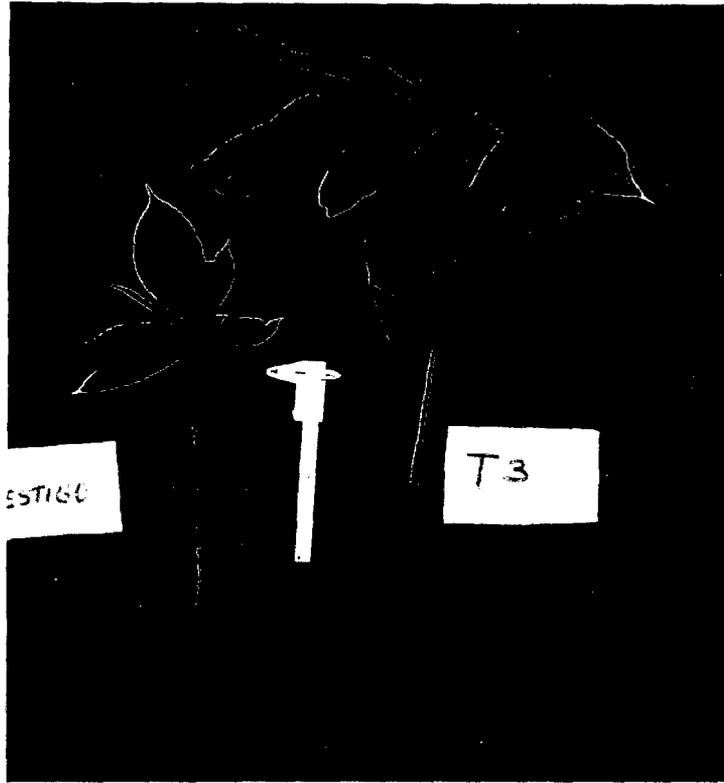


Figura 4. Comparación del testigo con el tratamiento 3

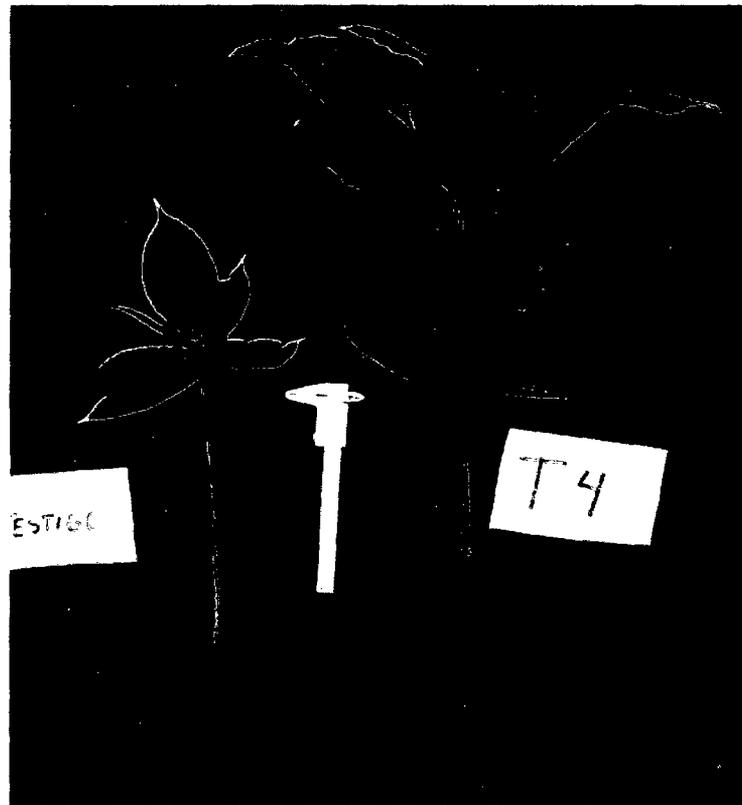


Figura 5. Comparación del testigo con el tratamiento 4

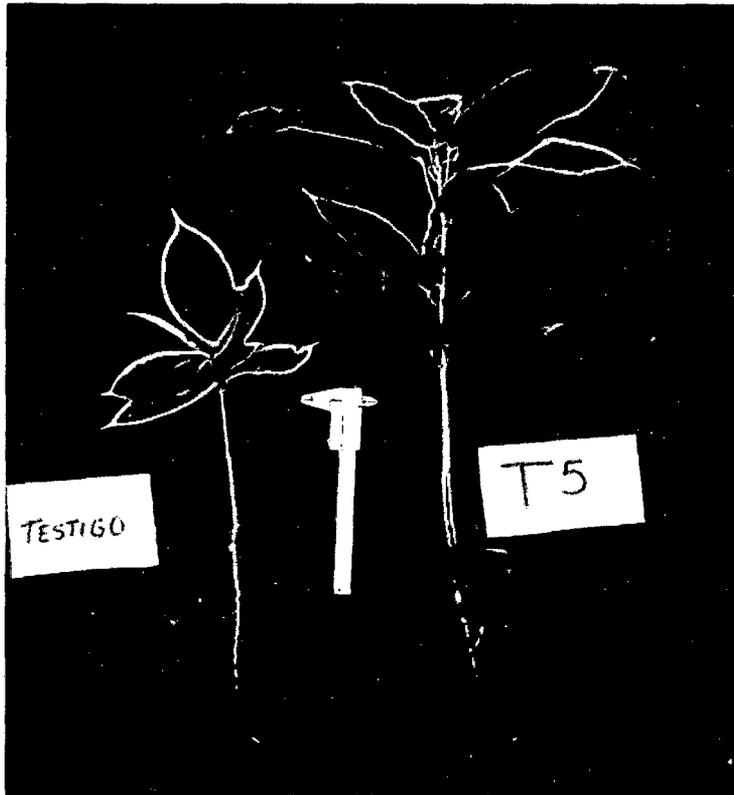


Figura 6. Comparación del testigo con el tratamiento 5

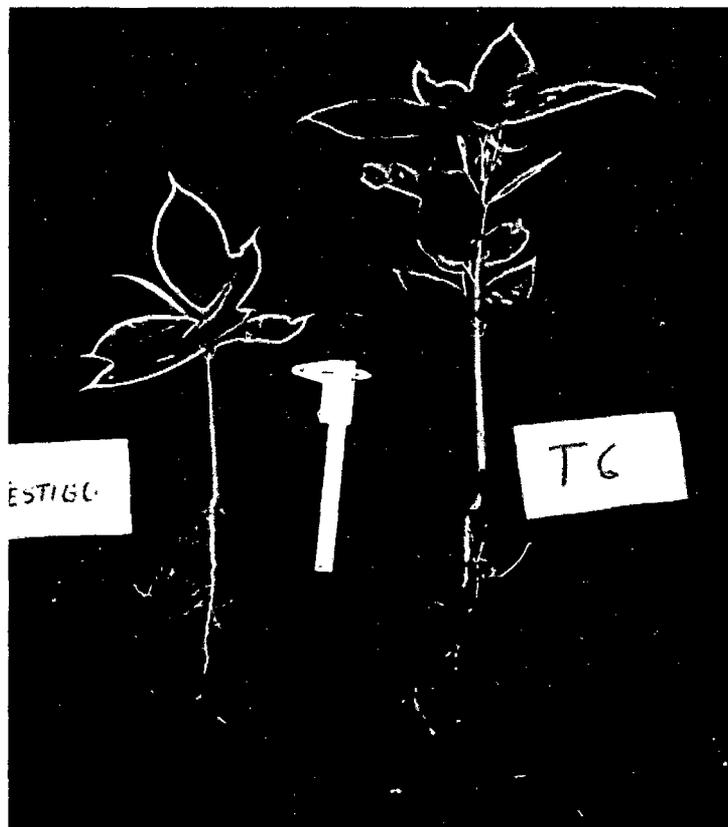


Figura 7. Comparación del testigo con el tratamiento 6

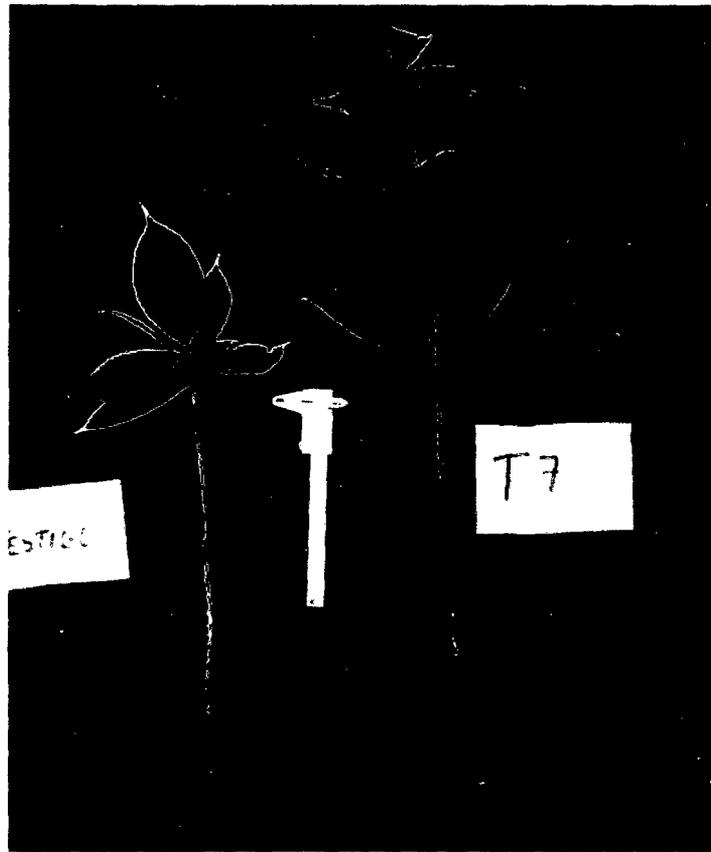


Figura 8. Comparación del testigo con el tratamiento 7

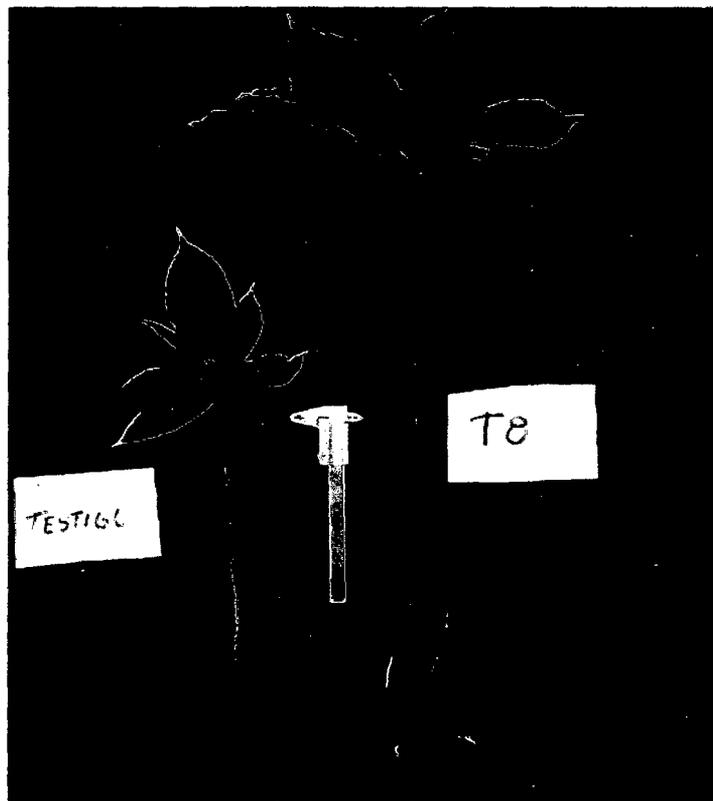


Figura 9. Comparación del testigo con el tratamiento 8



Figura 10. Vivero de cacao CCN-51 en estudio



Figura 11. Vivero de cacao CCN-51 en estudio, tesista y asesor