

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

“Efecto del activador de microorganismo Biorootz, sobre el comportamiento agronómico de plántulas en semilleros de cacao en la zona de Caracol, Los Ríos”.

**TESIS DE GRADO**

Presentada al H. Consejo Directivo como requisito previo para la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR: José Luis Morante Burgos**

**DIRECTOR: Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete**

Babahoyo -Los Ríos- Ecuador

2014

## **DEDICATORIA**

Esta tesis de grado se la dedico a mis padres como un profundo agradecimiento, por haber guiado mi vida por el camino del éxito, siendo mi pilar fundamental para alcanzar este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por permitirme, alcanzar este logro importante en mi vida, a mis padres por su apoyo incondicional, a mi hermano Diki, a mi esposa e hijos que fueron el motor principal para alcanzar este título, y a los docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo categórico para la realización del presente trabajo, quedaré eternamente agradecido.

# CONTENIDO

<u>CAPITULO</u>	<u>PAGINA</u>
I. INTRODUCCIÓN.....	1 - 3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4 - 12
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13 - 20
IV. RESULTADOS .....	21 - 28
V. DISCUSIÓN.....	29 - 30
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31 - 32
VII. RESUMEN .....	33
VIII. SUMMARY .....	34
IX.LITERATURA CITADA .....	35 - 37
X. APENDICE .....	38 - 46

# I. INTRODUCCIÓN

El origen del *Theobroma* se ha determinado en el alto amazonas y su domesticación se inició en el sur de México y América central con los Mayas, quienes apreciaron las buenas cualidades de las almendras de cacao hace más de 200 años, siendo también utilizado por los Aztecas.

El cultivo de cacao es y ha sido el motor de la microeconomía del país, el Ecuador entre los años 1850-1910 fue el principal país exportador de cacao. Actualmente produce el 56 % de cacao fino de aroma mundial y aporta el 5,23 % al PIB. Adicionalmente el cultivo tiene la ventaja que es uno de los pocos que se maneja en el mercado bursátil internacional<sup>1</sup>.

Las principales áreas de siembra se encuentran en las provincias de Los Ríos (Vinces, Babahoyo, Palenque Baba, Pueblo Viejo, Catarama y Ventanas), en el sur de la provincia del Guayas (Naranjal, Balao y Tenguel), y en la provincia de El Oro (Machala y Santa Rosa).

El cultivo de cacao en el país actualmente se extiende en alrededor de 320.000 ha, donde se registran plantaciones de cacao nacional, forastero y criollos en un 80 % y con CCN-51 se cree que alcanza a un 20 % <sup>2</sup>.

Entre el 90 y 95 % del cacao en todo el mundo es producido por pequeños agricultores. El tamaño promedio de una huerta es de 3 hectáreas, pero el mayor porcentaje de las fincas se ubica en bloques de 2 a 5 hectáreas. En la mayoría de estas huertas la producción es baja y caracterizada por un estancamiento que se ha mantenido por mucho tiempo. En la mayoría de los casos, los rendimientos anuales fluctúan entre 500 a 600 kg /ha de cacao seco y el promedio de rendimiento en el Ecuador está en los 300 kg/ha año considerado como bajo <sup>2</sup>.

1/ Fuente: Banco Central del Ecuador. Libro Verde 2010.

2/ Fuente: Manual del cultivo de Cacao. Anecacao. 2010.

Durante mucho tiempo los procesos de desarrollo tecnológico del cultivo se han centrado en el manejo y comportamiento de plantaciones establecidas principalmente, y a la obtención de nuevos materiales con mejores características agronómicas. Estos procesos han logrado un crecimiento no solo a nivel productivo sino el conocimiento sobre fisiología del cultivo en campo.

Sin embargo, hasta el momento existe muy poca información sobre el manejo de viveros de una manera eficiente y tecnificada. El uso de fertilizantes en los mismos es escaso o nulo, por lo que se están manejando otras alternativas, como el uso de abonos orgánicos, activadores biológicos, fertilizantes biológicos o estimuladores de crecimiento de microflora.

Trabajos muy recientes demuestran que la utilización de activadores biológicos o estimuladores de microorganismos incrementa la tolerancia de las plantas a sequía, compactación, altas temperaturas del suelo, metales pesados, salinidad, toxinas orgánicas e inorgánicas y extremos de pH del suelo; debido a que los mismos generan en la planta una mayor capacidad de metabolizar nutrientes y sobre todo la formación de auxinas y fitoalexinas que estimulen dichos procesos. Estos abonos benéficos también prolongan la vida, viabilidad y productividad del sistema radical de la planta.

Por este motivo se hace necesaria la implementación de prácticas que ayuden o identifiquen dosis de productos y la eficiencia de los mismos en un sistema de viveros de cacao.

## **1.1. Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el efecto del activador biológico y de microorganismos Biorootz, sobre el comportamiento agronómico en plántulas de cacao en viveros en la zona de Caracol, Los Ríos.

### **Objetivos Específicos**

- 1.- Evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de cacao en vivero, a la aplicación de bioactivador de microorganismos biorootz.
- 2.-Determinar la dosis más adecuada de biorootz, sobre el crecimiento de plántulas de cacao.
- 3.- Analizar económicamente el costo de los tratamientos, en función del beneficio costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del cultivo de cacao y de la variedad.

Mcneil (2006), menciona que el cacao posee la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: *Plantae*

Orden: *Malvales*

Género: *Theobroma*

Especie: *T. cacao*

Cedeño (2004), menciona que el caso tipo CCN-51 fue desarrollado por el agrónomo ambateño Homero Castro Zurita graduado en 1952 como Especialista en cacao” en Turrialba-Costa Rica, el cual se inicia en Naranjal en 1960 en las Haciendas Pechichal, Sofía y Theobroma un arduo trabajo orientado hacia la búsqueda de materiales mejorados y logra en forma privada seleccionar varios híbridos con características superiores en cuanto a producciones, calidad y resistencia a las principales enfermedades que afectan al cacao, para posteriormente clonificar algunos de ellos a los que identificó con las siglas CCN cuyo significado “Colección Castro Naranjal” y de entre los cuales sobresalió el CCN-51 el mismo que una vez catalogado por Homero Castro como “ Promisorio” y comprobadas todas sus sobresalientes características comenzó a propagárselo forma vegetativa a partir del año 1965. En la actualidad entre las alternativas de siembra para el sector cacaotero ecuatoriano está predominado el uso del Clon CCN-51, el cual tiene excelente comportamiento tanto en lo relacionado con productividad y resistencia a enfermedades como en su calidad.

Tradicionalmente en el Ecuador las huertas de cacao fueron sembradas con semillas, sin considerar ningún conocimiento técnico, por parte de productores. Este tipo de propagación generó árboles con varios resultados de producción de mazorcas, pero conservando en mayor o menor grado la calidad "Arriba" que ha caracterizado al cacao ecuatoriano. Para establecer o renovar las huertas se recomienda identificar o seleccionar el material, que se adapte de las condiciones del lugar, que tenga tolerancia a las principales enfermedades, una buena producción y atributos de calidad. Para la siembra de cacao no debe utilizarse un solo clon, ya que corre un alto riesgo de pérdida de la plantación como consecuencia de la aparición de alguna enfermedad, o incompatibilidad (Anecacao, 2009).

El cacao al igual que todas las plantas, utiliza servicios ambientales que recibe de su entorno natural (clima, suelo, vegetación) como insumos para procesos fisiológicos (reacción ante los estímulos del ambiente). Luminosidad, calor, anhídrido carbónico, oxígeno, abastecimiento de nutrientes y agua, soporte de micorrizas en la absorción radicular de nutrientes, acción de los insectos en la polinización de las flores, masas de aire en movimiento renovando el intercambio gaseoso por las hojas, humedad relativa del aire regulando el último de transpiración por follaje, son entre otros, algunos insumos ambientales bastante conocidos y vinculados al funcionamiento vegetal. La respuesta y adaptación del cacao a su entorno se sostiene en procesos como: la fotosíntesis (combinación de sustancias inorgánicas-anhídrido carbónico y agua-para su transformación en azúcares mediante la energía solar), almacenamiento de energía o "combustible" químicos en moléculas especializadas (adenosintrifosfato-ATP y adenosindifosfato-ADP), acumulación y transferencia de sustancia de reserva entre las diferentes órganos de la planta, formación de compuestos orgánicos complejos (proteínas, almidones, grasas, hormonas, etc.) a partir del producto de la fotosíntesis, respiración para producir la energía requerida por el metabolismo celular, intercambio gaseoso por los estomas (sale vapor de agua y oxígeno y paralelamente ingresa anhídrido carbónico), absorción activa de agua y nutrientes por las raíces, entre otros procesos. Los resultados de estos procesos dictan la frecuencia y ritmo de eventos fenológicos del cultivo, como son brotaciones,

floración y fructificación. De allí que la adaptación armónica entre el cultivo y su entorno sin la presentación de factores limitantes, permiten el desarrollo y expresión del rendimiento potencial de las variedades de cacao genéticamente mejoradas. Por el contrario, cualquier factor de producción en nivel deficiente, digamos por ejemplo la poca disponibilidad de agua en el suelo, impedirá la expresión de dicho potencial (INIAP, 2009).

## **2.2. Enraizadores en cacao**

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (1995), logró enraizamiento con el 86 % de “prendimiento”, en ensayos en T. cacao, con tratamientos de desinfección + arena + fertilización + humus + Benomil con AIB y ramilla tipo proximal con tres hojas.

Sena-Gomes et al. (2000) citado por Sodré (2007) identificaron clones con enraizamiento superiores a 70%, además, clones resistentes a la escoba de bruja, resultado que evidencia que el genotipo tiene una fuerte influencia en la tasa de sobrevivencia de las estacas leñosas y semile osas.

Luna (2003) logró 58.25 %, 50.83 % y 49.16 % de enraizamiento promedio en estacas semile osas (15 a 20 cm de longitud), con dosis de 4000, 6000 y 8000 ppm de AIB respectivamente; utilizando tres clones de cacao (ICS-95, IMC-67, SCA-6), con sustrato de aserrín y arena (proporción 2:1) protegiendo el experimento con una manta de polietileno transparente a modo de cámara húmeda.

Faria y Sacramento (2003) citado por Sodré (2007) verificaron que el enraizamiento de algunos clones fueron superiores al 87 %, incluso para estacas sin tratamiento hormonal (concentraciones de AIB de 0 a 8000 ppm) bajo condiciones de cámara de nebulización y que la emisión de raíces se inicia entre los 20 y 30 días después de instaladas.

Leite y Martins (2007) lograron 93.0, 76.8 y 65.7 % de enraizamiento en estaca semile osas de los clones CCN 51, CEPEC2008 y TSH1188 respectivamente,

extraídas en verano a 4000 ppm de AIB, sin embargo solo consiguió 45 %, 30.0 y 33.7 % de estos clones en invierno, utilizando sistema de nebulización con ráfagas de 30 segundos cada 4 minutos durante 60 días; concluyendo que las estacas semileñosas extraídas en verano responden mejor que las de invierno, asimismo, los clones de cacao responden diferentes a concentraciones de AIB y existe una concentración ideal para los clones estudiados.

Aldana (2009) indica que se logra prendimientos por encima del 90 % en propagación vegetativa a partir de estacas en esta especie, por esto, en Ecuador gran porcentaje de la propagación del CCN51 se hace por estacas. En consecuencia, podemos afirmar que los factores más importantes para la propagación por estacas en esta especie es el nivel de sombra cercano al 50 %, la alta humedad a través de riego frecuente y de corto tiempo, el estado nutricional de la planta madre, la época de extracción de los brotes y el tipo de clon. Es posible obtener enraizamiento superior al 90 % en rangos de 45 a 60 días.

### **2.3. Manejo nutricional con bioestimulantes del cultivo de cacao.**

Bioestimulantes son sustancias de origen orgánica que contiene, además de reguladores vegetales, otras sustancias que promueven el crecimiento vegetal de forma indirecta, tales como carbohidratos i aminoácidos (Walker *et al.*, 2003 citados por Albuquerque *et al.*, 2008).

A pesar de la aplicación de técnicas e insumos de alto costo, incluyendo el uso intensivo de agroquímicos en las plantaciones comerciales de diferentes cultivos (banano, cacao, café, caña, melón, piña, etc.), se ha registrado en los últimos diez años una reducción considerable en la productividad, debido al cambio y deterioro acelerado de los factores físicos, químicos y principalmente biológicos del suelo. Este último factor ha sido poco estudiado e investigado, pero en la actualidad se considera fundamentalmente para resolver la problemática del agotamiento y baja productividad de las

plantaciones. Se tiene evidencia de la relación directa entre la reducción de la productividad y la pérdida de la calidad y salud del suelo, por el impacto adverso del sistema convencional de producción.

Para Guenko (2002), el uso de activadores fisiológicos foliares se refiere a la aplicación externa de sustancias en baja concentración generalmente menor al 0,25 % bien sea para activar o retardar procesos fisiológicas específicos principalmente en el crecimiento (raíz, ápices foliares, yemas) o para contrarrestar demandas energéticas o activación puntual de procesos en el desarrollo y sostenimiento de estructuras. Derivado del conocimiento de las hormonas naturales o sustancias inductoras producidas por las plantas y sus efectos sobre el desarrollo y productividad de las mismas, han surgido en el mercado un sin número de bioestimulantes.

Los reguladores de crecimiento aplicados a los cultivo aparecen como una herramienta útil para atemperar los efectos de las deficiencias hídricas. La mezcla de dos o más reguladores vegetales o de reguladores vegetales con otras sustancias (aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc.) es denominada bioestimulante. Este producto químico puede, en función de su composición, concentración y proporción de las diferentes sustancias, incrementar el crecimiento y desarrollo vegetal, estimulando la división celular, diferenciación y alargamiento de las células, favorecer el equilibrio hormonal de la planta, pudiendo también aumentar la absorción y utilización de agua y de nutrientes por la plantas (Fresoli *et al*, 2010).

A partir de una clara definición de calidad salud del suelo, se puede diagnosticar con precisión, a través de indicadores relevantes y producibles, el impacto del manejo del suelo sobre la sostenibilidad del sistema de producción. Estos indicadores permiten identificar, diseñar y validar alternativas tecnológicas apropiadas para restaurar el equilibrio natural de los

suelos en beneficios de una producción sostenible de alta calidad de vida social y económica para la población de nuestro país. Consecuentemente, el objetivo es probar el efecto del empleo de innovaciones tecnológicas sostenibles (utilización de insumos orgánicos y biológicos) sobre las propiedades del suelo y mejoramiento de la productividad de los cultivos, calidad y salud de los suelos (Acuña, 2010).

Nutrir las plantas siempre ha sido un desafío para la agricultura. Las primeras fuentes de alimento para el cultivo han sido las propias del suelo que ofrecen su potencial mineral originado en las rocas madres y su componente orgánico (material que procede de lo vivo), derivado de los seres vivos que ellos existe. Además el suelo es sostén físico de la planta. Suelo virgen y abonos orgánicos son ancestralmente conocidos por agricultores (Bizzozero, 2006).

Se define un bioestimulador como un producto que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas previamente seleccionadas, que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquinas, aminoácidos, péptidos y vitaminas), que al interactuar con la planta promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cultivos económicos (Dibut y Martínez, 2006).

El aumento en la biomasa vegetal y el rendimiento agrícola en los cultivos puede ser posible mediante la aplicación de microorganismos estimuladores del crecimiento capaces de producir un conjunto de sustancias conocidas como sustancias fisiológicamente activas. Este mecanismo se distingue por la diferencia existente entre cepas microbianas de mayor o menor eficiencia en la síntesis de estas sustancias, por lo que se establece un proceso de selección de las cepas más efectivas en cuanto al potencial estimulador que presentan, el cual se caracteriza por la actividad de un gran número de enzimas y rutas metabólicas, que finalmente se manifiestan en la producción de este pool o conjunto de compuestos. Desde el punto de vista agro biológico, entre los que

se encuentran: incremento en el número de plántulas que emergen; acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días; aumento en los procesos de floración y fructificación; incremento entre 5 y 20 % del rendimiento; obtención de frutos con mayor calidad comercial (Dibut, 2001).

Para la renovación de estas plantaciones se requiere propagar nuevas plantas en condiciones de vivero, para lo que se hace necesario disponer de sustrato con buenos niveles de fertilidad, a fin de inducir un rápido y vigoroso desarrollo de las plantas. El uso de algunos recursos microbiológicos del suelo se postula como alternativa para nutrir por la vía biológica el cacao. La biofertilización en viveros, entendida como la inoculación microbiana a las plantas, favorece su nutrición manteniendo el equilibrio ecológico del agroecosistema, reduce costos de producción y pérdidas de plantas. Existen evidencias de las bondades de la asociación planta-microorganismos en diferentes cultivos, favoreciendo el incremento del rendimiento y reduciendo el uso de fertilizantes de origen sintético. La inoculación con micorriza arbuscular de plántulas de cacao y cítricos redujo hasta en 50 % su permanencia en vivero (Reganold, Papendick, Parr, 2005).

El empleo de biofertilizantes en los cultivos agrícolas es una alternativa para reducir la aplicación de fertilizantes químicos y de otros agroquímicos que dañan el medio ambiente, además de que resultan 90 por ciento más baratos para los agricultores nacionales. Estas sustancias microbianas son aplicadas a los suelos para desempeñar funciones específicas, las cuales benefician la productividad de las plantas, incluyendo la adsorción de agua y nutrientes, la fijación de nitrógeno, la solubilización de minerales, la producción de estimuladores de vegetal y el biocontrol de patógenos. Además, además puede utilizarse en los cultivos anuales, las praderas de gramíneas y leguminosas, hortalizas y frutales (Aguirre, 2004).

En la medida que la agricultura evoluciona hacia una producción industrial, se conformaron paquetes tecnológicos, dentro de los cuales estuvieron los fertilizantes sintéticos solubles, que básicamente incluyeron al nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K). Estos fertilizantes son muy ineficientes

energéticamente y generan desequilibrios ambientales y nutricionales para las plantas y quienes las consumimos. El panorama actual para la agricultura, es decir para la práctica que permite que nuestras civilizaciones se sustenten (coman, se vistan, se curen, etc.), no es nada alentador. La erosión de las tierras cultivables esta en incremento, los desequilibrios de plagas y enfermedades no se han estabilizado, sin embargo las sustancias toxicas que se utilizan para combatirlas se han multiplicado, y la matriz energética sobre la cual está sustentada se está agotando. Efectivamente el petróleo y toda la agroindustria deberán mudar rápidamente, maquinaria, sistema de transporte, fertilizantes. Prácticas como la utilización de biofertilizantes contribuyen una oportunidad de desarrollar y expandir el potencial productivo de los suelos y brindar una elevada calidad nutricional a los alimentos, sin agredir el medio ambiente. Se puede producir estos biofertilizantes con elementos que existen en el medio de quien este plantado (Bizzozero, 2006).

Instituto de investigaciones agrarias del Perú (2009), el nitrógeno es aportado, nitrificante regularmente en mayor cantidad durante el periodo vegetativo. Los microorganismos del suelo en estado latente que actúan como biotransformadores de materiales orgánicos y minerales (socas, subproductos de cosecha, estiércoles abonos orgánicos y químicos), para convertirlos en nutrientes para las plantas activando su crecimiento, balanceando su nutrición y mejorando la producción. Los microorganismo de alta biotecnología, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, mejora la estructura del suelo aporta bacterias fijadoras de nitrógeno al suelo también disminuyen las incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, se reduce la aplicación de pesticidas, disminuye la aplicación de abono químico, la aplicación edáfica y foliar en pre y post-siembra y fructificación.

### **2.3. Productos biofertilizantes.**

BIOORGANICS (2011), menciona que BIO-ROOTZ es un estimulador líquido concentrado de la raíz. Las raíces son necesarias para absorber la cantidad suficiente de agua y alimentos que las plantas necesitan. BIO-ROOTZ estimula el crecimiento de microorganismos en el medio de sustrato o suelos en

beneficio del desarrollo de la raíz. El ambiente que rodea a la raíz se ve mejorado muy marcadamente. Esto demuestra la gran diferencia que existe entre las diferentes estructuras de la raíz de todas las plantas tratadas en comparación con los que fueron tratadas. El ambiente de la raíz es menos susceptible a las varias enfermedades del suelo.

Además, este producto tiene un efecto inhibitor en varios patógenos. Así como tener estas características, BIO-ROOTZ también tiene un efecto de limpiamiento en la contaminación orgánica en sistemas de goteo, por ejemplo. Entre sus ventajas están.

- Disminución en enfermedades de la raíz.
- Ambiente biológico estabilizado en el medio de crecimiento.
- Reducción de la contaminación orgánica/de las algas en goteo-sistemas.

BIO-ROOTZ se hace a partir de los extractos y de los aceites naturales de la planta o frutos de la misma en un 100 %. Todas las materias primas vienen de un ciclo ecológico cerrado producido sin los agentes sintéticos o químicos o los fertilizantes. La mejor manera de dosificar BIO-ROOTZ está usando una bomba de inyección conectada con un recipiente de la succión. El productor se debe mezclar con el agua. La bomba de inyección puede inyectar BIO-ROOTZ en las varias partes del sistema de abastecimiento de agua, a saber: en cultivos abiertos el producto se agrega al agua de la fuente o al agua de la recirculación, o se aplica por medio de la rociadura. La dosis en invernadero son de 750 cc de BIO-ROTZ por hectárea/ha. En cultivos abiertos depende del tipo de la planta.

Está compuesto por: Ácidos húmicos, Algas kelp, Ácido Ascórbico, Tiamina, myo-Inositol, L-Glycine

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los predios de la Finca “El Recuerdo”, propiedad del Sr. Luis Morante, ubicada en Km. 37.5 vía Babahoyo-Caracol.

La zona presenta un clima tropical húmedo según clasificación de Holdribge, con temperatura anual de 24.7 °C, una precipitación media anual de 1768,8 mm/año, humedad relativa del 79 % y 965,5 horas de luz de promedio anual. Coordenadas geográficas de Longitud oeste 79° 27', Latitud sur 01° 46', altitud 8 msnm.<sup>1/</sup>

#### 3.2. Material Biológico

El material de siembra utilizado fue el clon de cacao tipo Trinitario CCN-51.

#### 3.3. Factores Estudiadas

- a) Variable independiente: Plántulas de cacao tipo CCN-51.
- b) Variable dependiente: Dosis de activador fisiológico de microorganismos Biorootz

#### 3.4. Métodos

Los métodos utilizados fueron: Inductivo-Deductivo, Análisis-Síntesis y Método experimental.

1/ Fuente: Estación Meteorológica Hacienda Clementina. 2010

Para la realización de la presente investigación se utilizaron los siguientes tratamientos; mismos que fueron aplicados cada quince días después de la siembra

	<b>Tratamiento</b>	<b>Modo de aplicación</b>	<b>Dosis (L/ha)</b>
T1	Biorootz	Al sustrato	1.0
T2	Biorootz	Al sustrato	1.5
T3	Biorootz	Al sustrato	2.0
T4	Biorootz	Al follaje	1.0
T5	Biorootz	Al follaje	1.5
T6	Biorootz	Al follaje	2.0
T7	Biorootz	Follaje + Sustrato	1 + 1
T8	Biorootz	Follaje + Sustrato	2 + 2
T9	Fertilización Química	No aplica	Según análisis del sustrato
T10	Testigo	No aplica	Sin fertilización

(\*) Fertilización química según análisis de suelo. (sustrato)

### **3.6. Diseño Experimental**

Se utilizó el diseño experimental bloques completamente al azar, con 10 tratamientos y 3 repeticiones.

La comparación y evaluación de las medias de resultados se realizó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad estadística.

### 3.6.1 ANDEVA

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamiento	9
Repeticiones	2
Error Experimental	18
Total	29

#### Distribución de parcelas

T2
T5
T7
T10
T4
T8
T6
T1
T9
T3

T1
T4
T7
T9
T5
T3
T6
T8
T10
T2

T8
T4
T5
T1
T6
T9
T3
T2
T7
T10

#### Características del lote experimental

Tratamientos: 10

Repetición: 3

Total parcelas: 30

Número de plantas por unidad experimental: 20

Número total de plantas: 600

Ancho de la unidad experimental: 2 m

Largo de unidad experimental: 1 m

Distancia entre tratamiento: 2 m

Área unidad experimental: 2 m<sup>2</sup>

Área de bloque: 20 m<sup>2</sup>

Área Total de Bloques: 608 m<sup>2</sup>

Área Total del Ensayo: 80 m<sup>2</sup>

### **3.7. Manejo del Experimento**

#### **3.7.1 Análisis de sustrato**

Previo a la preparación del sustrato y llenado de fundas se realizó un análisis químico-físico de suelo, para determinar la cantidad de nutrientes presentes en el material utilizado.

#### **3.7.2 Preparación de sustrato**

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

Para el llenado de fundas se utilizó una pala de jardinera para completar el volumen totalmente hasta su borde. Luego se compactó con ligeros golpes para evitar bolsas de aire en su interior antes del riego, todo el material se llenó en seco para evitar que las fundas quedaran mal llenadas. Posteriormente se procedió a regar para que el aire existente disminuya y se compacte el sustrato. El espaciamiento entre cada bloque fue de 2 metros para facilitar el trabajo de manejo agronómico. El distanciamiento entre tratamiento fue de 50 cm. Cada tratamiento estuvo conformado por 20 fundas de polipropileno para vivero con perforaciones de 0.3 cm, para escurrir los excesos de agua y con un tamaño de 6" x 8".

#### **3.7.3 Siembra**

Realizada la labor de llenado de fundas, se procedió a la siembra con las ramillas del clon de cacao CCN-51, las varetas se obtuvieron de plantas en producción de lotes de la finca. Para este proceso solo se utilizó varetas de buenas características las cuales fueron insertadas en las fundas con el sustrato, para lo cual se utilizó un palo con punta de unos 10 cm para realizar un hoyo, donde se colocó una a una las varetas, labor que facilitó que las yemas puedan crecer y desarrollarse de manera extendida.

Antes de sembrar las varetas se las desinfecto con una solución de Sulfato de cobre y Captan. Posteriormente se colocaron en una mezcla de auxinas y citoquininas para mejorar su prendimiento. Todas las fundas fueron situadas en una cama húmeda con el fin de disminuir el periodo de enraizamiento. La cámara se situó bajo sombra para evitar traspiración excesiva de las yemas Posteriormente se compactó ligeramente para que las varetas mantuvieran contacto con el sustrato y pudieran enraizar fácilmente.

#### **3.7.4 Riego**

Esta labor se realizó en función de las necesidades hídricas de las plántulas del cultivo y nivel de humedad del sustrato, en evaluaciones diarias del mismo. Se realizó un riego semanal con aproximadamente 0.5 L/funda en horas de la mañana.

#### **3.7.5 Control de malezas**

El control de malezas en las fundas se hizo de manera manual en cada una de las fundas. En los espacios entre parcelas y entre tratamientos se utilizó un control mecánico con rabón.

#### **3.7.6 Control de plagas y enfermedades**

No se presentó ataque de plagas sin embargo se realizó la aplicación de cipermetrina en dosis de 2 cc/ L de agua. No existió presencia de enfermedades foliares, por lo que no se aplicó fungicidas.

#### **3.7.7 Fertilización**

Con el fin de lograr un adecuado crecimiento se hizo la aplicación de los tratamientos cuando las plantas enraizaron en las fundas. Esto fue a los 45-50 días después de la siembra. Con esto se logró garantizar una adecuada proporción de macro y microelementos a las plántulas. La dosis utilizada fue las presentadas en el cuadro de tratamientos colocando la cantidad de Biorootz en la funda a 2 centímetros de cada plántula en las aplicaciones al sustrato y con

una buena cobertura de hojas en la foliar, para lograr aquello se utilizó un fijador adherente en cada tratamiento. La aplicación de los tratamientos se realizó posterior a un riego para facilitar la absorción de los mismos.

### **3.7.8 Poda o deshoje**

Esta labor se realizó para eliminar las plántulas que no presentaron buenas características agronómicas en su enraizamiento. Se dejaron aquellas que por sus características estuvieron libres de daños, enfermedades, con buen crecimiento y coloración.

## **3.8. Datos Evaluados**

### **3.8.1 Altura de planta.**

Se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice o punto de crecimiento vegetativo más alto, a partir de los 60 días después de la siembra en 10 plantas al azar por tratamientos. Posteriormente se realizó la medición a los 120 días después de la siembra. Los valores se expresaron en cm.

### **3.8.2 Diámetro de tallo a 60 y 120 días después de la siembra.**

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

### **3.8.3 Número de hojas 60 y 120 días después de la siembra.**

Se realizó en 10 planta al azar por tratamiento tomado del lote. Para el efecto se contó el número de hojas emitidas por la plántula en el vivero y el intervalo entre la aparición de una hoja nueva con una vieja, expresando el valor en días. Se evaluó a los 60 y 120 días después de la siembra.

#### **3.8.4 Estado del sistema radicular a 120 días después de la siembra.**

En las mismas diez planta del inciso anterior se evaluó la amplitud del crecimiento de la raíces dentro del sustrato (colonización y crecimiento de raíces). Para el efecto se utilizó la siguiente escala visual subjetiva utilizada por la IICO (Organización Internacional del Cacao):

1= Longitud de raíz menor a 5 cm de profundidad, no ramificada.

2= Longitud de raíz menor a 5 cm de profundidad, ramificada.

3= Longitud de raíz de 6-10 cm de profundidad, no ramificada.

4= Longitud de raíz de 6-10 cm de profundidad, ramificada.

5= Longitud de raíz mayo 11 cm de profundidad, ramificada.

#### **3.8.5 Área foliar efectiva.**

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

$$A = \pi \times a \times b$$

A: área foliar en milímetros.

$\pi$ : pi

a: largo de la hoja en milímetros.

b: ancho de la hoja en milímetros.

#### **3.8.6 Porcentaje de daño de enfermedades foliares.**

No se presentó daños por enfermedades en las plántulas, por la tanto no se realizó evaluación en el cultivo.

#### **3.8.7 Porcentaje de daño de insectos.**

Para el efecto se utilizó la tabla de daño utilizada por el INIAP, empleando la siguiente escala de intensidad de daño (ID), las evaluaciones se realizaron quincenalmente a partir de la germinación:

1= 0-10 % de daño visible en hojas bajas.

2= 11-25 % de daño en hoja.

3= 26-35 % de daño en hojas.

4= 36-45 % de daño en hojas.

5= Más del 50 % de daño en hojas.

### **3.8.8 Análisis económico.**

Se realizó según el costo de los tratamientos y el beneficio por crecimiento acelerado para venta de las plántulas.

## IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

### 4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 1, se observan los promedios de altura de plantas determinadas en las evaluaciones a los 60 y 120 días después de la siembra. No se encontró significancia estadística en la evaluación a los 60 días, sin embargo se detectó alta significancia a los 120 días. Los coeficientes de variación fueron 11.52 y 11.44 %.

En la evaluación realizada a los 60 días después de la siembra se halló que Biorootz aplicado al sustrato 2 L/ha (23.60 cm) tuvo el mayor promedio. Las menores alturas se evidenciaron en el tratamiento Biorootz aplicado al follaje y al sustrato 2 + 2 L/ha (19.18 cm).

A los 90 días después de la siembra se reportó la mayor altura en el tratamiento Biorootz al Sustrato 2 L/ha (49.53 cm), siendo estadísticamente igual a Biorootz al follaje (48.33 cm), pero superior a los demás tratamientos. El menor promedio de altura lo tuvo Biorootz al follaje y al sustrato 2 + 2 L/ha (41.53 cm).

### 4.2. Diámetro de tallos.

El Cuadro 2, muestra los promedios del diámetro de tallos localizados en las evaluaciones a los 60 y 120 días después de la siembra. No hubo significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron 7.763 y 6.29 %.

La evaluación realizada a los 60 días después de la siembra determinó que el tratamiento Biorrotz follaje 1.5 L/ha (9.5 mm) tuvo el mayor promedio. Menores registros se descubrieron en el Testigo (7.83 mm).

A los 120 días el mayor diámetro lo obtuvo Biorootz aplicado al follaje 1.5 L/ha (11.50 mm), mientras que el testigo generó el menor valor con 9.83 mm.

Cuadro 1. Promedio de altura de planta con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamientos	Modo de aplicación	Dosis L/ha	Altura de planta (cm)	
			60 d.d.s.	120 d.d.s.
Biorootz	Sustrato	1.0	22.43	45.16 b
Biorootz	Sustrato	1.5	22.25	45.58 b
Biorootz	Sustrato	2.0	23.60	49.53 a
Biorootz	Follaje	1.0	22.35	45.03 b
Biorootz	Follaje	1.5	22.66	48.33 ab
Biorootz	Follaje	2.0	22.55	45.25 b
Biorootz	Sustrato + Follaje	1 + 1	22.65	45.85 b
Biorootz	Sustrato + Follaje	2 + 2	19.18	41.63 c
Fertilización Química	Análisis del sustrato		22.61	46.00 b
Testigo	Sin fertilización		22.35	45.01 b
<b>Promedios</b>			<b>22.26</b>	<b>44.21</b>
Significancia estadísticas			Ns	**
Coeficiente de variación %			11.	11.44

d.d.s.: días después de la siembra.

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

Ns: no significativa

(\*\*): Altamente significativa

### 4.3. Número de hojas.

Los promedios del número de hojas registrados en las evaluaciones a los 60 y 120 días después de la siembra, se observan en el Cuadro 3. Se acertó alta significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron 8.19 y 7.28 %.

En evaluación realizada a los 60 días después de la siembra se encontró que el tratamiento Biorootz aplicado al follaje 2 L/ha (20 hojas) tuvo el mayor promedio, siendo estadísticamente igual a Biorootz al follaje en dosis de 1.5 L/ha (16.66 hojas), Biorootz al sustrato 1 L/ha (18 hojas) y Biorootz al sustrato 1.5 L/ha (16.5 hojas). El menor número de hojas se dio en el testigo con 12.83 hojas/planta.

A los 90 días después de la siembra se determinó que el tratamiento Biorootz al follaje 2 L/ha (22 hojas) tuvo el mayor promedio, siendo estadísticamente igual a Biorootz al follaje 1.5 L/ha (18.66 hojas), Biorootz al sustrato en dosis de 1 L/ha (20 hojas) y Biorootz al sustrato en 1.5 L/ha (18.5 hojas). El menor número de hojas se dio en el testigo con 14.83 hojas/planta.

Cuadro 2. Promedio de diámetro de tallo con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamientos	Modo de aplicación	Dosis L/ha	Diámetro (mm)	
			60 d.d.s.	120 d.d.s.
Biorootz		1.0	8.33	10.83
Biorootz	Sustrato	1.5	8.66	10.66
Biorootz	Sustrato	2.0	8.50	10.50
Biorootz	Sustrato	1.0	8.33	10.33
Biorootz	Follaje	1.5	9.50	11.50
Biorootz	Follaje	2.0	9.33	11.33
Biorootz	Follaje	1 + 1	8.16	10.16
Biorootz	Sustrato + Follaje	2 + 2	9.33	11.33
Fertilización Química	Sustrato + Follaje		8.00	10.00
Testigo	Análisis del sustrato		7.83	9.83
<b>Promedios</b>	Sin fertilización		<b>8.65</b>	<b>10.65</b>
Significancia estadísticas			ns	ns
Coeficiente de variación %			7.76	6.29

Ns: no significativo

#### 4.4. Estado Radicular.

El Cuadro 4, presenta los promedios del estado radicular evaluado a los tratamientos, habiendo alta significancia entre ellos, con un coeficiente de variación de 5.67 %.

Se localizó la mejor raíz en el tratamiento Biorootz aplicado al sustrato en dosis de 2 L/ha (4.41), el cual fue estadísticamente superior a los tratamiento. El menor estado radicular se dio con Biorootz aplicado al follaje + sustrato (3.29).

Cuadro 3. Promedio de número de hojas por planta con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamientos	Modo de aplicación	Dosis L/ha	Número de hojas	
			60 d.d.s.	120 d.d.s.
Biorootz	Sustrato	1.0	18.00 ab	20.00 ab
Biorootz	Sustrato	1.5	16.50 abc	18.50 abc
Biorootz	Sustrato	2.0	13.66 cd	15.66 cd
Biorootz	Follaje	1.0	15.50 bcd	17.50 bcd
Biorootz	Follaje	1.5	16.66 abc	18.66 abc
Biorootz	Follaje	2.0	20.00 a	22.00 a
Biorootz	Sustrato + Follaje	1 + 1	15.66 bcd	17.66 bcd
Biorootz	Sustrato + Follaje	2 + 2	16.33 bcd	18.33 bcd
Fertilización Química	Análisis del sustrato		15.00 bcd	17.00 bcd
Testigo	Sin fertilización		12.83 d	14.83 d
<b>Promedios</b>			<b>16.01</b>	<b>18.01</b>
Significancia estadísticas			**	**
Coeficiente de variación %			8.19	7.28

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(\*\*): Altamente significante

#### 4.5. Área foliar.

En el Cuadro 5, se observan los promedios del área foliar, no habiendo significancia en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 5.17 %.

Se descubrió el mayor área foliar en el tratamiento Biorootz al follaje en dosis de 2 L/ha (0.568 cm<sup>2</sup>). La menor área se obtuvo en tratamiento con fertilización química con (0.404 cm<sup>2</sup>).

Cuadro 4. Promedio del estado radicular por planta con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamientos	Modo de aplicación	Dosis L/ha	Estado Radicular
Biorootz	Sustrato	1.0	3.33 b
Biorootz	Sustrato	1.5	3.32 b
Biorootz	Sustrato	2.0	4.41 a
Biorootz	Follaje	1.0	3.33 b
Biorootz	Follaje	1.5	4.35 a
Biorootz	Follaje	2.0	3.30 bc
Biorootz	Sustrato + Follaje	1 + 1	3.29 c
Biorootz	Sustrato + Follaje	2 + 2	3.31 b
Fertilización Química	Análisis del sustrato		3.33 b
Testigo	Sin fertilización		3.33 b
<b>Promedios</b>			<b>3.34</b>
Significancia estadísticas			**
Coeficiente de variación %			5.67

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(\*\*): Altamente significativa

l). según escala de la IICO, calificada del 1-5.

#### 4.6. Porcentaje de daño por insectos.

En el Cuadro 6, se observan los promedios del porcentaje de daño por insectos, habiendo alta significancia en los tratamientos, con un coeficiente de variación de 1.73 %.

Se localizó el mayor daño en el tratamiento Biorootz al sustrato con 13%, el mismo que fue estadísticamente superior a los tratamientos. El menor daño se vio en Biorootz al follaje + sustrato con 12.36 %.

Cuadro 5. Promedio del área foliar por planta con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamientos	Modo de aplicación	Dosis L/ha	Área m <sup>2</sup>
Biorootz	Sustrato	1.0	0,518
Biorootz	Sustrato	1.5	0,542
Biorootz	Sustrato	2.0	0,539
Biorootz	Follaje	1.0	0,557
Biorootz	Follaje	1.5	0,550
Biorootz	Follaje	2.0	0,568
Biorootz	Sustrato + Follaje	1 + 1	0,566
Biorootz	Sustrato + Follaje	2 + 2	0,532
Fertilización Química	Análisis del sustrato		0,404
Testigo	Sin fertilización		0,536
<b>Promedios</b>			<b>0.528</b>
Significancia estadísticas			Ns
Coeficiente de variación %			5.17

Ns: no significativo

#### 4.7. Análisis Económico.

En el Cuadro 7, se presentan los valores del análisis económico de los tratamientos evaluados en el ensayo.

La mayor utilidad neta se presentó en el tratamiento Biorootz follaje 1.5 L/ha con \$261,90, obteniéndose el menor ingreso en el tratamiento Biorootz follaje + sustrato con \$223.00.

Cuadro 6. Promedio del porcentaje de daño por insectos con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamientos	Modo de aplicación	Dosis L/ha	Porcentaje de daño %
Biorootz	Sustrato	1.0	12.66 c
Biorootz	Sustrato	1.5	12.83 b
Biorootz	Sustrato	2.0	13.00 a
Biorootz	Follaje	1.0	12.71 c
Biorootz	Follaje	1.5	12.66 c
Biorootz	Follaje	2.0	12.55 d
Biorootz	Sustrato + Follaje	1 + 1	12.36 f
Biorootz	Sustrato + Follaje	2 + 2	12.47 e
Fertilización Química	Análisis del sustrato		12.67 c
Testigo	Sin fertilización		12.69 c
Promedios			12.69
Significancia estadísticas			**
Coeficiente de variación %			1.73

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia en cada grupo de medias.

(\*\*): Altamente significativa

Cuadro 7. Análisis económico con la aplicación de Biorootz en varias dosis. Caracol, Babahoyo. 2014.

Tratamiento	Dosis PC/ha	Plántas producidas	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
				Fijos	Variables (Costo del producto)	Total	
Biorootz sustrato	1.0	540	297,00	54,00	5,00	59,00	238,00
Biorootz sustrato	1.5	588	323,40	54,00	7,50	61,50	261,00
Biorootz sustrato	2.0	564	310,20	54,00	10,00	64,00	246,20
Biorootz follaje	1.0	552	303,60	54,00	5,00	59,00	244,60
Biorootz follaje	1.5	576	316,80	54,00	7,50	61,50	255,30
Biorootz follaje	2.0	587	322,74	54,00	10,00	64,50	258,85
Biorootz follaje + sustrato	1 + 1	570	313,50	54,00	10,00	64,50	249,50
Biorootz follaje + sustrato*	2 + 2	540	297,00	54,00	20,00	74,00	223,00
Fertilización Química	Según análisis del sustrato	528	290,40	54,00	5,28	59,28	231,12
Testigo	Sin fertilización	522	287,10	54,00	0,00	54,00	233,10

Costo de las plantas = \$ 0,55

Costo de Biorootz = \$ 50,00 (L)

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se determinó que la utilización y aplicación de Biorootz, incide notablemente sobre el incremento de crecimiento y rendimiento de plántulas de cacao CCN-51, en las condiciones de Caracol.

Como resultado de las aplicaciones de Biorootz, se logró mejorar las condiciones fisiológicas y morfológicas de las plántulas, logrando así que las mismas tuviesen un desarrollo altamente adecuado, aumentando el área foliar y el crecimiento. Esto concuerda con lo manifestado por Bioorganics (2011), quienes mencionan que el producto estimula el crecimiento vegetal por la generación de activadores de desarrollo sobre todo en la parte radical.

Realizados los análisis estadísticos, se encontró que la Biorootz al follaje en dosis de 2 L/ha; incentiva a las plántulas de cacao a incrementar la cantidad de área foliar, repercutiendo en una mayor capacidad fotosintética lo que genera mayor crecimiento. Esto activa mecanismo de resistencia cruzados que hacen que la planta se haga más resistente a efectos ambientales adversos y a la incidencia de plagas, siendo un factor primordial. Esto corrobora lo manifestado por Bizzozero (2006), quien describe que prácticas como la utilización de biofertilizantes constituyen una oportunidad de desarrollar y expandir el potencial productivo de los suelos y brindar una elevada calidad nutricional de los alimentos, sin agredir el medio ambiente. Se puede producir estos biofertilizantes con elementos que existen en el medio de quien está plantando.

Realizada las labores de campo y aplicación de los tratamientos se encontró que la aplicación de Biorootz eleva la eficiencia de la planta a la asimilación de los nutrimentos del suelo (sustrato), siendo esto relevante en el desarrollo de viveros en donde se busca un rápido crecimiento y prendimiento de plántulas para su traspaso a campo. Esto se debe a que generalmente las plántulas absorben y utilizan los nutrientes del suelo más efectivamente, cuando se encuentran estos a disposición o los microorganismos los descomponen con

mayor celeridad. Esto coincide con lo manifestado por Reganold, Papendick, Parr; (2005), la biofertilización en viveros, entendida como la inoculación microbiana a las plantas, favorece su nutrición manteniendo el equilibrio ecológico del agro sistema, reduce costo de producción y pérdidas de plantas.

El mayor porcentaje de incremento de crecimiento se encontró en el tratamientos Biorootz al follaje en dosis de 2 L/ha, el mismo que fue estadísticamente superior al testigo en muchas de las variables evaluadas y a otros tratamientos, según el análisis de varianza usado en el ensayo.

En lo referente a las variables evaluadas diámetro de tallos y área foliar, no presentaron significancia estadística en las pruebas realizadas, debido a la aplicación de los tratamientos. Esta situación se presenta por cuanto el producto activa la parte de auxinas en los tejidos y no el crecimiento angular.

El crecimiento de las plántulas se mantuvo acorde por lo manifestado por Dibut (2001), quien manifiesta que el aumento en la biomasa vegetal y el rendimiento agrícola en los cultivos puede ser posible mediante la aplicación de microorganismos estimuladores del crecimiento capaces de producir un conjunto de sustancias conocidas como sustancias fisiológicamente activas. Este mecanismo se distingue por la diferencia existente entre cepas microbianas de mayor o menor eficiencia en la síntesis de estas sustancias, por lo que se establece un proceso de selección de las cepas más efectivas en cuanto al potencial estimulador que presentan, el cual se caracteriza por la actividad de un gran número de enzimas y rutas metabólicas, que finalmente se manifiestan en la producción de este pool o conjunto de compuestos.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. La aplicación de Biorootz incide sustancialmente sobre el crecimiento y desarrollo de plántulas de cacao CCN-51, bajo las condiciones de la zona de Caracol.
2. La aplicación de Biorootz al sustrato en dosis de 2 L/ha, incrementa el crecimiento de plántulas en los tratamientos aplicados, en un porcentaje del 14-16 % en relación al testigo sin fertilización.
3. La aplicación de Biorootz coadyuva en la tolerancia de las plántulas a condiciones adversas por estrés ambiental.
4. Se presentó baja incidencia de plagas, en las parcelas tratadas con Biorootz en dosis entre 1 y 2 L/ha.
5. Las variables diámetro de tallos y área foliar, no presentaron variación estadística con las aplicaciones de los tratamientos en el cultivo.
6. Todos los tratamientos aplicados con dosis de Biorootz, lograron incrementos en relación al testigo sin fertilización.
7. El ingresos económico es mayor con la aplicación de Biorootz en dosis de 1.5 L/ha al sustrato con una utilidad de \$261,90, siendo menor a Biorootz follaje + sustrato (2+2) que logró \$223,00.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de Biorootz en dosis de 2 L/ha al follaje, en las épocas indicadas en el ensayo para plántulas de cacao CCN-51.
2. Para lograr resultados similares a los obtenidos en el presente estudio, manejar el vivero aplicando los procedimientos técnicos utilizados en el presente ensayo.
3. Realizar investigaciones similares con otros materiales de siembra y bajo otras condiciones de manejo.

## VII. RESUMEN

En el presente trabajo de investigación que trata del “Efecto del activador de microorganismo Biorootz, sobre el comportamiento agronómico de plántulas en semilleros de cacao en la zona de Caracol, Los Ríos”, realizado en terrenos del predio “El Recuerdo”, ubicado en el km.37.5 de la vía Babahoyo – Caracol , Parroquia Caracol , Cantón Babahoyo , Provincia de los Ríos , se persiguieron los siguientes objetivos :

1.- Evaluar el comportamiento agronómico de plántulas de cacao en vivero, a la aplicación de bioactivador de microorganismos biorootz. 2.-Determinar la dosis más adecuada de biorootz, sobre el crecimiento de plántulas de cacao. 3.- Analizar económicamente el costo de los tratamientos, en función del beneficio costo.

Se investigaron nueve tratamientos y un testigo absoluto, con 3 repeticiones. La siembra se realizó con varetas de cacao CCN-51, en parcelas de 1 m<sup>2</sup>. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Al final del ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, área foliar efectiva, diámetro de tallos, porcentaje de ataque de plagas, numero de hojas, estado radicular y análisis económico.

Los resultados determinaron que las aplicaciones de Biorootz en dosis de 2 L/ha al follaje, incide sobre el desarrollo y crecimiento de plántulas de cacao CCN-51, especialmente en periodos de rápido crecimiento, afectando su desarrollo positivamente por encima del testigo con rangos del 14-16 % de incremento de masa.

## VIII. SUMMARY

In this research work is the "Effect of activator microorganism Biorootz on the agronomic performance of seedlings in nurseries cocoa area Caracol, Rivers" held on the grounds of the estate "El Recuerdo", located on the Babahoyo km.37.5 the way - Caracol, Caracol Parish, Canton Babahoyo, Rivers Province, the following objectives were pursued:

- 1.-evaluate the agronomic performance of cocoa seedlings in the nursery, the application of microorganisms biorootz bioactivator.
- 2.- To determine the most appropriate dose of biorootz, on the growth of cocoa seedlings.
3. economically Analyze the cost of treatment, cost-benefit.

Nine treatments and absolute control, with 3 replications were investigated. Sowing was done with braces cacao CCN-51, 1-m<sup>2</sup> plots. Treatments were arranged in a randomized complete design blocks. Tukey test at 5% significance was used to evaluate mean. At the end of the crop cycle were evaluated: plant height, effective leaf area, stem diameter, pest attack percentage, number of leaves, root status and economic analysis.

The results determined that applications Biorootz in doses of 2 L / ha to foliage, affects the development and growth of seedlings of cacao CCN-51, especially in periods of rapid growth, affecting their development positively over the control with ranges of 14 to 16% increase in mass.

## IX. LITERATURA CITADA

Acuña, O. 2010. El uso de tecnologías limpias para el mejoramiento de la productividad de los cultivos y la recuperación de la calidad y salud de los suelos. Boletín N° 99, Revista Agricultura Sostenible. Centro Agronómico de Transferencia, Investigación y Enseñanza-CATIE. Costa Rica. 42p.

Aguirre, M. 2004. Biofertilizantes microbianos: antecedentes del programa y resultados de validación en México. En Simposio de Biofertilizantes: La biofertilización como tecnología sostenible. Campo Experimental Río Bravo-INIFAP, México. pp. 71-86.

Albuquerque, T.C. S.; Rodrigues, F. M.y Albuquerque Neto, A. A. R. 2008. Efeito de Bioestimulantes na Brotacao e Enraizamento de Estacas do Porta-Enxerto SO 4 (Vitis Berlandieri x Vitis Riparia). XX Congresso Brasileiro de Fruticultura. 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture. 12 a 17 de Outubro de 2008 - Centro de Convenções – Vitória/ES. 6 pag.

Aldana, M. 2009. La multiplicación por estaca o enraizamiento de ramilla. Una excelente alternativa para la reproducción asexual o vegetativa del cultivo del cacao. MIDAS de USAID. 60 p. En:[http://www.midas.org.co/sitio/DownloadFTP/febrero/ramilla2\(2\).pdf](http://www.midas.org.co/sitio/DownloadFTP/febrero/ramilla2(2).pdf)

Anecacao. 2009. Manual del cultivo de cacao para pequeños productores. CORPEI. Guayaquil. pp 10-13.

BIORGANIC. 2011. Manual y catalogo de productos. Activadores biológicos. In [www.biorganic.com.ec](http://www.biorganic.com.ec)

- Bizzozero, P. 2006. Reducen biofertilizantes costos y daño ambiental. Imagen agropecuaria. (Costa Rica). 2006 (1):12-14.
- Cedeño, S. 2004. Cacaco (*Theobroma cacao* L.) diversidad en el Ecuador. Sud Nord News. 18 (4): 12-16.
- Dibut, B., Martínez, R. 2006. Biofertilizantes y Bioestimuladores. Métodos de inoculación. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical, "Alejandro de Humboldt", (INIFAT), La Habana, Cuba. 123 p.
- Dibut, B. 2001. Obtención de un biofertilizante y bioestimulador del crecimiento vegetal para su empleo en la cebolla de bulbo. Tesis de Doctorado, La Habana, 104 pp.
- Fresoli, D.M; Beret, P.; Guaita S. J. 2010. Bioestimulante, efecto sobre los componentes de rendimiento en condiciones de estrés. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Entre Ríos, CP 3100, Paraná, Entre Ríos, República Argentina.
- Guenko, G. 2002. Horticultura. Edición Pueblo y Educación. La Habana. Cuba Instructivo Técnico del cultivo del pepino. INIFAT. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana. Cuba. 243p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP. 2009. Nuevos clones de cacao nacional para la producción bajo riego en la península de Santa Elena. Estación Experimental Pichilingue. Boletín Divulgativo N°348. 36p.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias- INIAP. 1995. Plan Operativo Anual 1996. Estacion Experimental Boliche. Guayas-Ecuador. 145 p.
- Instituto de Investigaciones Agrarias del Perú. 2009. Reproducción de cacao. Revista Producción Agrícola (Guatemala), In línea. N° 80:26-31.

- Leite, J., Martins, A. 2007. Efeito do ácido indol butírico, época de coleta no enraizamento de estacas semilenhosas do cacauero. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal – SP, v. 29, n. 2, p. 204-208.
- Luna, K. 2003. Utilización de tres dosis de ácido indol butírico en el enraizamiento de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Pucallpa. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Ucayali. 51 p.
- McNeil, C. 2006. Chocolate in Mesoamerica: A Cultural History of Cacao. University of Florida Press. ISBN 10: 0-8130-2953-8.
- Reganold, J., Papendick, R., Parr, J. 2005. Sustainable agriculture. Sci. Am. 262: 111-120.
- Sodré, G.A. 2007. Sustratos e estaquia na producao de mudas de cacauero. Tesis Doctoral en Agronomía. Universidad Estadual Paulista. Facultad de Ciencias Agrarias y veterinarias, p. 63.

# *APENDICE*

## Altura de planta 120 días

### Tabla de Datos

Trata.	Bloques			
	1	2	3	4
1	41.0000	45.0000	46.0000	48.0000
2	40.0000	38.0000	42.0000	41.0000
3	42.0000	45.0000	47.0000	47.0000
4	44.0000	45.0000	48.0000	44.0000
5	42.0000	48.0000	49.0000	49.0000
6	45.0000	46.0000	46.0000	48.0000
7	59.0000	49.0000	54.0000	55.0000
8	41.0000	38.0000	45.0000	40.0000

### Analisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	7	510.218750	72.888390	12.3783	0.000
Bloques	3	54.093750	18.031250	3.0622	0.050
Error	21	123.656250	5.888393		
Total	31	687.968750			

C.V. = 5.329529 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	45.000000
2	40.250000
3	45.250000
4	45.250000
5	47.000000
6	46.250000
7	54.250000
8	41.000000

## Estado radicular

### Tabla de Datos

Trata.	Bloques			
	1	2	3	4
1	3.4000	3.5000	3.4000	3.5000
2	3.4000	3.5000	3.2000	3.2000
3	3.1000	3.2000	3.4000	3.4000
4	3.4000	3.5000	3.5000	3.8000
5	2.8000	2.9000	3.0000	3.0000
6	3.3000	3.4000	3.5000	3.5000
7	4.1000	4.2000	4.0000	4.5000
8	3.2000	3.1000	3.2000	3.0000

### Analisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	7	3.949707	0.564244	32.3318	0.000
Bloques	3	0.090973	0.030324	1.7376	0.189
Error	21	0.366486	0.017452		
Total	31	4.407166			

C.V. = 3.874753 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	3.330000
2	3.325000
3	4.415000
4	3.330000
5	4.355000
6	3.305000
7	3.290000
9	3.335000
10	3.335000

## Porcentaje de daño

### Tabla de Datos

Trata.	Bloques			
	1	2	3	4
1	13.9000	13.7000	13.9000	13.8000
2	14.6000	14.5000	14.6000	14.7000
3	14.5000	14.6000	14.6000	14.1000
4	14.2000	14.1000	13.9000	14.1000
5	15.4000	15.1000	15.4000	15.6000
6	15.5000	15.4000	15.3000	15.3000
7	16.6000	16.8000	16.8000	16.7000
8	11.7000	12.1000	12.2000	12.2000

### Analisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	7	52.418945	7.488421	259.1006	0.000
Bloques	3	0.010254	0.003418	0.1183	0.948
Error	21	0.606934	0.028902		
Total	31	53.036133			

C.V. = 1.167665 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	12.665000
2	12.830000
3	13.000001
4	12.714999
5	12.665000
6	12.550000
7	12.365000
8	12.470000
9	12.670000
10	12.690000

### Diámetro de tallos 120 días

Trata.	Bloques		
	1	2	3
1	13.5000	12.3000	13.1000
2	12.8000	12.7000	12.4000
3	12.0000	11.7000	12.4000
4	13.1000	12.7000	12.7000
5	14.1000	13.0000	13.6000
6	16.6000	17.0000	17.5000
7	13.0000	14.7000	12.1000
8	14.1000	13.0000	13.6000
9	16.6000	17.0000	17.5000
10	14.1000	13.0000	13.6000

### Analisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	9	48.510742	8.085124	17.4651	0.000
Bloques	2	0.131592	0.065796	0.1421	0.869
Error	12	5.555176	0.462931		
Total	20	54.197510			

C.V. = 5.048834 %

### Tabla de Medias

Tratamiento	Media
1	10.83
2	10.66
3	10.50
4	10.33
5	11.50
6	11.33
7	10.16
8	11.33
9	10.00
10	9.83

### Altura de planta 60 días

		Bloques		
A	B	1	2	3
1	1	16.6700	16.6700	20.0000
2	2	25.0000	16.6700	20.0000
3	3	25.0000	16.6700	16.6700
4	4	41.6700	50.0000	20.0000
5	5	25.0000	16.6700	58.3300
6	6	25.0000	20.0000	16.6700
7	7	50.0000	25.0000	25.0000
8	1	33.3300	16.6700	25.0000
9	2	25.0000	16.6700	41.6700
10	2	25.0000	16.6700	41.6700

### Analisis de Varianza

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	2	357.009766	178.504883	0.8696	0.566
Tratamientos	9	1243.214844	207.202469	1.0093	0.441
Error	26	5337.378906	205.283798		
Total	41	8789.466797			

C.V. = 3.338989 %

### Tabla de Medias del Factor B

Factor B	Media
1	22.43
2	22.25
3	23.60
4	22.35
5	22.66
6	22.55
7	22.65
8	19.18
9	22.61
10	22.35



Figura1. Selección de ramillas.



Figura 2. Características agronómicas y manejo agronómico del material.



Figura 3. Preparación del sustrato.



Figura 4. Siembra de semilla



Figura 5. Aplicación de tratamientos



