



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA**  
**MODALIDAD SEMIPRESENCIAL**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**TESIS DE GRADO**

**PROPAGACION VEGETATIVA EN BANANO (*Musa paradisiaca*) CON EL MICROORGANISMO BENEFICO (*Trichoderma Harzianum*) VS CONVENCIONAL**

**AUTOR**

**ENRIQUE EGBERTO ASTUDILLO INTRIAGO**

**DIRECTOR**

**ING AGR. FREDDY JAVIER GUEVARA SANTANA, MSc**

**Quevedo - Los Ríos - Ecuador**

**2012**

**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL  
CARRERA AGROPECUARIA**

**PROPAGACIÓN VEGETATIVA EN BANANO (*Musa paradisiaca*) CON  
EL MICROORGANISMO BENEFICO (*Trichoderma Harzianum*) VS  
CONVENCIONAL**

**TESIS DE GRADO**

Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la  
Unidad de Estudios a Distancia como requisito previo a la obtención del  
Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**Lcdo. Héctor Castillo Vera, MSc.** \_\_\_\_\_  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Geoback Rizzo Zamora, MSc.** \_\_\_\_\_  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Mariana Reyes Bermeo, MSc.** \_\_\_\_\_  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Javier Guevara Santana, MSc.** \_\_\_\_\_  
**DIRECTOR DE TESIS**

**Quevedo - Los Ríos – Ecuador**

**2012**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. Javier Guevara Santana MSc, Director de la tesis de grado titulada **PROPAGACION VEGETATIVA EN BANANO (*Musa paradisiaca*) CON EL MICROORGANISMO BENEFICO *TRICHODERMA HARZIANUM* VS CONVENCIONAL**, certifico que el señor egresado **ENRIQUE EGBERTO ASTUDILLO INTRIAGO**, ha cumplido bajo mi dirección con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

**Ing. Javier Guevara Santana MSc.  
DIRECTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN**

Yo, **ENRIQUE EGBERTO ASTUDILLO INTRIAGO**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, el cual no ha sido presentado por ninguna institución dedicada a la investigación, ni grado o calificación profesional.

Por medio de la presente cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Unidad de Estudios a Distancia, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y la normatividad institucional vigente.

---

**ENRIQUE EGBERTO ASTUDILLO INTRIAGO**

## **DEDICATORIA**

Mi gratitud especialmente a Dios por darme la existencia y permitirme llegar al final de la carrera.

A mi esposa que ha sido mi ayuda en toda mi fase de estudiante y egresado por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mí tiempo.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación

**Enrique**

## **AGRADECIMIENTO**

El autor deja constancia de su agradecimiento a:

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Institución digna y grande que me acogió como estudiante.

Las Autoridades de la Universidad.

Ing. Roque Vivas Moreira MSc, Rector de la UTEQ, por su gestión en beneficio de la Comunidad Universitaria.

Ing. Guadalupe Murillo de Luna MSc, Vicerrectora Administrativa de la UTEQ, por su gestión en la UED y apoyo a los estudiantes.

Eco. Roger Yela Burgos MSc, Director de la Unidad de Estudios a Distancia, por su trabajo arduo y tesonero a favor de los estudiantes.

Ing. Javier Guevara Santana MSc. Por su apoyo y motivación para la exitosa culminación de esta investigación de tesis.

## INDICE DE CONTENIDOS

### CAPITULO PAG

#### I. INTRODUCCIÓN 1

##### 1.1. Objetivos 2

##### 1.2. Hipótesis 3

#### II. REVISION DE LITERATURA 4

##### 2.1. Origen y distribución geográfica del banano 4

##### 2.2. Desarrollo radicular del banano 4

##### 2.3.1. Deterioro radicular del banano 5

##### 2.4. Microorganismo benefico 6

##### 2.4.1. *Trichoderma Harzianum* 6

##### 2.4.2.1. Ventajas de una aplicación con *Trichoderma harzianum* 8

##### 2.4.2. Investigaciones Realizadas 8

##### Estudio del desarrollo y distribución de las raíces en 9

##### retoños de BANANO en plantaciones establecidas (Musa CV. Grande Naine

##### 2.5. Reguladores de crecimiento 9

##### 2.5.1. Giberelinas 10

##### 2.5.2. Ryz up 11

##### 2.5.3. Efectos del ácido giberélico en el desarrollo del banano 12

#### III. MATERIALES Y METODOS 13

##### 3.1. Localización y duración del experimento 13

<b>3.2. Condiciones meteorológicas</b>	<b>13</b>
<b>3.3. Materiales y equipos</b>	<b>14</b>
<b>3.4. Tratamientos</b>	<b>15</b>
<b>3.5. Unidades Experimentales</b>	<b>15</b>
<b>3.6. Diseño experimental</b>	<b>15</b>
<b>3.7. Delineamiento experimental</b>	<b>16</b>
<b>3.8. Mediciones experimentales</b>	<b>17</b>
<b>3.8.1. Porcentaje de prendimiento a los 30 días</b>	<b>17</b>
<b>3.8.2. Número de hojas a los 30, 45 y 60 días</b>	<b>17</b>
<b>3.8.3. Número de raíces a los 30, 45 y 60 días</b>	<b>17</b>
<b>3.8.4. Longitud de hoja a los 30, 45 y 60 días</b>	<b>17</b>
<b>3.8.5. Altura y Diámetro de Planta a los 30, 45 y 60 días</b>	<b>17</b>
<b>3.9. Evaluación económica</b>	<b>18</b>
<b>3.9.1. Ingreso bruto</b>	<b>17</b>
<b>3.9.2. Costos totales de los tratamientos</b>	<b>18</b>
<b>3.9.3. Beneficio neto de los tratamientos</b>	<b>19</b>
<b>3.10. Manejo del experimento</b>	<b>19</b>

#### **IV. RESULTADOS**

	<b>20</b>
<b>4.1. Evaluación a los 30 días</b>	<b>20</b>
<b>4.1.1. Supervivencia, altura y diámetro de planta, número y             largo de hojas</b>	<b>20</b>
<b>4.1.2. Longitud, número y peso de raíces</b>	<b>21</b>
<b>4.2. Evaluación a los 60 días</b>	<b>21</b>
<b>4.2.1. Altura y diámetro de planta, número</b>	<b>21</b>

y largo de hojas	
4.2.2. Longitud, número y peso de raíces	22
4.3. Evaluación a los 90 días	23
4.3.1. Altura y diámetro de planta, número y y largo de hojas	23
4.3.2. Longitud, número y peso de raíces	24
4.4. Análisis económico	25
V. DISCUSION	26
VI. CONCLUSIONES	28
VII. RECOMENDACIONES	29
VIII. RESUMEN	30
IX. SUMMARY	31
X. BIBLIOGRAFÍA	32

## INDICE DE CUADROS

### CUADRO

#### PAG

1	Condiciones meteorológicas	13
2	Esquema del experimento	15
3	Análisis de la varianza	16
4	Supervivencia, altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	20
5	Longitud, número y peso de raíces a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	21
6	Altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	22
7	Longitud, número y peso de raíces a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	23
8	Altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	23
9	Longitud, número y peso de raíces a los 90 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	24
10	Análisis económico de los tratamientos, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	25

## INDICE DE ANEXOS

### CUADRO

#### PAG

1	Cuadrados medios de la Supervivencia, altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	35
2	Cuadrados medios de la Longitud, número y peso de raíces a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	35
3	Cuadrados medios de la altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	36
4	Cuadrados medios de la Longitud, número y peso de raíces a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	36
5	Cuadrados medios de la altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 90 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	37
6	Cuadrados medios de la Longitud, número y peso de raíces a los 90 días, en la propagación vegetativa del banano ( <i>Musa paradisiaca</i> ). UTEQ, UED. 2011.	37

## II. INTRODUCCIÓN

El banano por su aporte nutricional rico en minerales, vitaminas, oligoelementos y parte de proteína; además por su aroma y sabor únicos, han hecho de esta fruta un alimento muy apetecido por pobres y ricos en todas las latitudes del convivir humano a nivel nacional e internacional. Por esta razón la actividad bananera se ha convertido en una actividad lucrativa, que ha generado en forma directa e indirecta empleo a muchas familias ecuatorianas.

La producción bananera se caracteriza por ser diversificada. De acuerdo al tamaño de la finca, el 80% de productores y el 36% de la superficie total está concentrada en fincas de 1 a 30 hectáreas, el 17% de los productores y el 38% de la superficie corresponde a fincas de 31 a 100 has y el 3% de los productores y el 26% de la superficie está en fincas de más de 100 has. Las principales zonas de producción de banano son: El Oro, Los Ríos, Guayas y en menor proporción Cañar, Esmeraldas y Cotopaxi. Arroba (1997)

En la actualidad la explotación y producción bananera tiene grandes inconvenientes por la variación de precios que se presentan a lo largo del año comercial, aumento en los costos de producción y la necesidad urgente de efectuar economías en dichos costos. Uno de los problemas que influye en la rentabilidad de la producción es la pérdida plantas, debido a la caída y el acame, provocadas principalmente por la falta de un buen crecimiento de las raíces y las enfermedades ocasionadas por nemátodos.

El control de nemátodos en las plantaciones de banano, se realiza lamentablemente con productos químicos altamente tóxicos, existiendo muy pocas plantaciones con producción racional, ecológica, que no emplean agroquímicos que afectan la salud de los trabajadores, de sus familias y de los consumidores. Estos agroquímicos contaminan también esteros, riachuelos, ríos y al agua misma que consumen los pobladores que viven en

el entorno, lo que ha generado graves problemas de salubridad y supervivencia.

El *Trichoderma harzianum* es un hongo que tiene habilidad para colonizar el sistema radicular, llamada competencia en la rizósfera. Harman (2000), indica que el *Trichoderma harzianum* coloniza las raíces y se establece en la rizósfera, el hongo crece y se desarrolla mejor cuando hay abundancia de raíces saludables, atacando, parasitando y obteniendo nutrientes de otros hongos y favoreciendo el desarrollo de la planta y raíz.

De esta manera, el presente trabajo de investigación prevé mejorar la calidad de las raíces, así como el desarrollo de las plantas, empleando una alternativa ecológica (*Trichoderma harzianum*), que busca disminuir los problemas provocados por la presencia de nemátodos.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 General:**

- Evaluar la propagación vegetativa en banano (*Musa paradisiaca*) con el microorganismo benéfico trichoderma harzianum vs convencional.

### **1.1.2 Especifico:**

- Determinar el comportamiento agronómico en la multiplicación vegetativa de banano con la utilización de *trichoderma* y ryzup.
- Establecer el tratamiento con la mejor relación beneficio/costo.

## 1.2. Hipótesis

- El uso del microorganismo benéfico *Trichoderma harzianum* genera un mayor número de raíces en banano (*Musa paradisiaca*).
- El tratamiento con *trichoderma harzianum*, presenta una mejor relación beneficio/costo.

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 2.1. Origen y distribución geográfica del banano

Las especies de banano hoy conocidas proceden de una especie con semillas, oriunda del archipiélago malayo, Filipinas y otras regiones de Asia sudoccidental. Desde la antigüedad, las hojas de banano se han utilizado en estas zonas para producir fibras, y su fruto, como alimento, aunque al principio contenía muchas simientes. Con el transcurso del tiempo, se produjeron mutaciones que dieron lugar a otro fruto sin semilla. El banano pasó de Asia a África y posteriormente a América, cuyos habitantes lo aceptaron de inmediato. De hecho, la dispersión fue tan rápida que su cultivo se adelanto en ocasiones a los conquistadores españoles, lo que llevó a algunos historiadores a considerar al banano oriundo de América. **Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería, (2003).**

El banano es una de las frutas más populares del trópico gracias a su contenido de potasio y rico sabor. Es un alimento ideal para niños y adultos. Es un alimento sencillo y altamente nutritivo. Es muy fácil de consumir y digerir, cualidades que lo hacen atractivo para personas de todas las edades. Es una de las frutas más populares y más consumidas en el mundo, ocupa un lugar importante en la dieta de las personas. **Arroba, (1997).**

#### 2.2. Desarrollo radicular del banano

La raíz es el eje del cormo que crece en dirección inversa a la del tallo y, por lo tanto, posee generalmente geotropismo positivo. Introducida en la tierra, en el agua o en otros medios, extrae de ellos las sustancias nutritivas que necesita el vegetal para su desarrollo y existencia. Ramificándose e introduciéndose profundamente en el suelo, sirve de soporte eficaz para la planta. Es importante definir la rizósfera para entender el hábitat de los microorganismos en el suelo. La rizósfera es el suelo que se encuentra



próximo a una raíz viva y es una zona de intensa actividad microbial alrededor de esta. **Agrios, (1995).**

La raíz del banano se desarrolla a partir del tallo (cormo) generalmente en grupos de 2 a 4 raíces principales de las cuales se desprenden las demás ramificación (raíces secundarias y terciarias), que formaran el sistema radicular de la planta. En el banano las raíces poseen un grosor de 7 a 10 milímetros; pueden alcanzar una longitud de 5 o 10 metros si no son obstaculizadas durante su crecimiento. A la floración alcanzan unas 800 raíces. **Agrios, (1995).**

### **2.3.1. Deterioro radicular del banano**

El número de organismos que habitan la rizósfera es mucho mayor que fuera de ella. Estos organismos compiten entre ellos por espacio, nutrientes y carbón. Se puede decir que la rizósfera es un campo de batalla entre microorganismos patógenos y no patógenos de la cual depende la supervivencia de las plantas. **Gauggel, (2003).**

Las enfermedades que afectan a las raíces de las plantas se han constituido y siguen constituyendo un serio problema debido a que son muchos los agentes que las causan, son difíciles de detectar por encontrarse en el suelo y porque cuando el follaje de las plantas afectadas presenta algún síntoma visible, la alteración radicular esta generalmente muy avanzada. El esquema de las enfermedades radiculares se complica en los países de agricultura en desarrollo ya que los métodos de detección empleados no son efectivos y las técnicas de control empleadas son de poca eficacia y costosas. Gauggel (2003)

El deterioro de la raíz de banano y su efecto adverso en la producción se deben a factores ambientales (físicos, químicos y climáticos) y biológicos. Entre los biológicos se destacan la podredumbre de los rizomas, nematodos y degradación de la actividad biológica del suelo. Esta última, como

consecuencia de la degradación morfológica, física y química del suelo. La importancia de estas causas dependerá de las condiciones locales de suelo, clima y especificidad de los organismos dominantes. Se deben diferenciar dos tipos de deterioramiento del sistema radical: a) rápido, con colapso pronunciado de la producción, que se da como consecuencia de condiciones edáficas, climáticas y fitopatológicas adversas e inherentes al sitio; entre las cuales se destaca el drenaje pobre del suelo, extremos texturales, excesos de sales solubles y sodio en el suelo o excesos de humedad y materia orgánica que crean condiciones propicias para la podredumbre del rizoma y b) gradual, como consecuencia de la degradación paulatina del suelo y su componente biológico. **Gauggel (2003).**

## **2.4. Microorganismo Benefico**

### **2.4.3. *Trichoderma Harzianum***

Pruebas realizadas en 1988 con *Trichoderma spp.* por el departamento de patología en la universidad de colorado, comprobaron el incremento de desarrollo de plantas de crisantemos, tomates (incremento en la tasa de germinación y el peso seco de brotes y guías de plantas), pimienta, lechugas, zanahorias, col, pepino, algodón, frijoles (aumento de peso en las plantas), entre otras plantas.

Es un hongo que está presente en casi todos los suelos agrícolas. Orden: *Moniliales* en la clasificación asexual y la mayoría de las cepas de *Trichoderma* no tienen etapas sexuales y producen solo esporas asexuales. Miembros del genero *Trichoderma*, incluyendo *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamalum* y otras especies son parte de un suelo saludable y pueden ser aislados comúnmente. Unas pocas cepas de *Trichoderma harzianum* han demostrado suprimir el desarrollo de fitopatógenos. **Harman (2000).**

*Trichoderma harzianum* tiene habilidad para colonizar el sistema radicular, llamada competencia en la rizósfera. Harman (2000), indica que *Trichoderma harzianum* coloniza las raíces y se establece en la rizósfera, el hongo crece y se desarrolla mejor cuando hay abundancia de raíces saludables, atacando, parasitando y obteniendo nutrientes de otros hongos y favoreciendo el desarrollo de la planta y raíz. **Harman (2000).**

*Trichoderma harzianum* produce sustancias de tipo antibiótico tales como tricodermin y harzianopiricon que causan un efecto antagónico sobre el fitopatógeno. También, produce enzimas de tipo lítico que son capaces de destruir los esclerocios o estructuras de resistencias del fitopatógeno. **Harman (2000).**

Produce tres tipos de propágulos: hifas, clamidosporas y conidios, estas son activas contra fitopatógenos en diferentes fases del ciclo de vida desde la germinación de las esporas hasta la esporulación. El parasitismo puede ser observado a través de penetración, encolamiento de hifas, producción de haustorios y desorganización del contenido celular. La competencia por el espacio y los nutrientes es más favorable, principalmente para los hongos que se desarrollan en las superficies de las hojas antes de efectuar la penetración, no actuando sobre aquellas que penetran rápidamente. En algunos casos *Trichoderma* actúa sobre algunos patógenos debido a la capacidad que tiene de colonizar rápidamente el follaje puede también colonizar extensivamente una superficie foliar intacta. Ante esta exigencia y demanda se torna cada vez mas apremiante y urgente para los productores bananeros el cambiar la tecnología de cultivo, para obtener una fruta orgánica, ecológica y/o biológica que pueda responder a los parámetros de calidad que se están exigiendo y de esta manera se continúe manteniendo el bien ganado prestigio del banano ecuatoriano y, por ende, sus niveles de competitividad en los mercados mundiales. **Harman (2000).**

*Trichoderma harzianum* es un hongo antagonista de patógenos vegetales, y se encuentra presente en la mayoría de los suelos. Su crecimiento se ve

favorecido por la presencia de raíces de plantas, a las cuales coloniza rápidamente. Algunas cepas, son capaces de colonizar y crecer en las raíces a medida que éstas se desarrollan. Su aplicación, una vez formulado el producto, es fácil, pues puede añadirse directamente a las semillas o al suelo, semilleros, trasplantes, bandejas y plantas de maceta, empleando cualquier método convencional. **IAB (2010).**

#### **2.4.2.1 Ventajas de una aplicación con *Trichoderma harzianum***

- Protege las raíces de enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* y permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más sanos.
- Aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.
- No requiere equipamiento especial para su aplicación.
- Compatible con inoculantes de leguminosas y posibilidad de aplicar a semillas que han sufrido un tratamiento fungicida químico.
- Disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costes y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y los utilizan mejor.

**IAB (2010).**

#### **2.4.2 investigaciones relacionadas**

##### **Estudio del desarrollo y distribución de las raíces en retoños de BANANO en plantaciones establecidas (Musa CV. Grande Naine)**

El trabajo tuvo como objetivo el estudio de la producción, desarrollo y distribución del sistema radical de retoños de banano, en los primeros 0,25 m del perfil del suelo. Se realizó en la hacienda La Julia, cantón Pueblo Viejo, Los Ríos (7 msnm; temperatura media 25 °C, precipitación 1562 mm; suelo franco limo arcilloso, con un nivel bajo de Nitrógeno y medio de Fósforo y Potasio). **Aragundi (1981).**

Se utilizó la variedad Grande Naine, de 4 años de edad, sembrada a una distancia de 2.5 x 2.5 m. A los retoños se los dividió en 2 grupos; grupo A, retoños con las siguientes alturas (m): 0.5 (A1), 1.0 (A2), 1.5 (A3), 2.0 (A4), 2.5 (A5), 3.0 (A6), 3.5 (A7) y grupo B: retoños con la planta madre menor de 3 m de altura (M1), con la planta madre mayor a 3 m de altura (M2), con la planta madre próxima a la floración (M3), con la planta madre con racimo joven (M4), con la planta madre próxima a la cosecha (M5). **Aragundi (1981).**

Los retoños que tuvieron el mayor número de raíces principales fueron A7 con 73 y M4 con 52; los que tuvieron el menor número de raíces principales fueron A1 con 31 y M1, M3 con 26; los retoños que tuvieron el mayor peso de raíces (total) fueron A7 con 140 g y M4 con 66 g; los que tuvieron el menor peso de raíces fueron A3 con 44 gr M1 con 32 g. El segmento que presentó una mejor distribución de raíces en general fue el de 0.50 cm (desde el tallo de la planta); por lo tanto se recomienda realizar las aplicaciones de fertilizantes y nematicidas en un radio de 50 cm alrededor de la planta, pues es la zona de mayor actividad radical. **Aragundi, (1981).**

## **2.5. Reguladores de crecimiento**

Los reguladores de crecimiento están implicados en la división celular, modificación de la dominancia apical, diferenciación de tallos y otros. En los medios para cultivo *in vitro* se incorporan citoquininas para promover la división celular y la inducción de yemas adventicias en callos y órganos. Además se usan estos compuestos para la proliferación de tallos axilares por la ruptura de la dominancia apical. Las citoquininas más usadas son: BAP (bencilamino purina), quinetina y 2-ip (isopentenil-adenina). Generalmente son diluidas con ácido clorhídrico o hidróxido de sodio. **1ETSIAL, (2003).**

Son compuestos orgánicos que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna forma cualquier proceso fisiológico en la planta. Forman parte del crecimiento, desarrollo y actividades metabólicas en las plantas.

Existen 5 tipos: citoquininas, ácido abscísico, etileno, auxinas y giberelinas.

### **2.5.1. Giberelinas**

La influencia de las giberelinas es evidente en muchos estudios en donde se muestra que el tratamiento exógeno antes o durante la antesis de la flor induce el crecimiento partenocárpico del fruto, la aplicación de giberelinas a los ovarios o frutos induce una movilización de asimilados y compuestos fotosintetizados que parece esencial para el crecimiento normal del fruto. Los frutos genéticamente partenocárpico contienen niveles elevados de giberelinas. **Azcon y Talón, (1996).**

Las giberelinas promueven el crecimiento celular debido a que incrementa la hidrólisis de almidón, fructosa y sacarosa, con lo que se originan moléculas de fructosa y glucosa. Estas proporcionan energía vía respiración y convierten el potencial hídrico más negativo, favoreciendo que el agua entre con mayor rapidez. **Salisbury y Roos (1994).**

El GA<sub>3</sub> o Ácido Giberélico, es el más abundante en los hongos y el más activo biológicamente. Es sintetizado normalmente en las plantas a partir del Ácido Mevalónico en los brotes tiernos, raíces y semillas inmaduras. **ETSIAL, (2003).**

#### **Acción de las Giberelinas**

- Se mueven a través del floema y xilema.
- Promueven la elongación y división celular.
- Induce y acelera la floración.

- Induce alargamiento de tallos y pedúnculos
- Mejora el tamaño, número y calidad de los frutos.
- Mejora el cultivo en condiciones adversas.
- Eliminan el estado de latencia de semillas y yemas.
- Retardan la senescencia de los órganos.
- Inducen la partenocarpia (frutos sin semilla).
- Uniformiza las cosechas.
- Promueve el mejor cuajado de frutos.
- Mejora el desarrollo de hijos
- Altura promedio de hijos de plantas de cero semanas de parición en una parcela de 50 x 50 mt.

### **Beneficios**

- Evita el arrechamiento de las plantas madres y los hijos.
- Efecto directo en el crecimiento de los hijos, por lo tanto incremento en el retorno.
- Efecto positivo en la contextura de las plantas y mejor anclaje de los hijos.
- Plantación más vigorosa.
- Induce a un crecimiento radicular, mayor eficiencia en la absorción de nutrientes.
- Efecto positivo sobre el área foliar.

### **2.5.2. Ryz up**

Es un ácido giberélico de alta calidad que estimula la multiplicación de las células, promueve un mejor cuajado de frutos y uniformiza las cosechas, retardando la maduración. Acelera la floración y produce alargamiento en los tallos, mejora las condiciones del cultivo, induce la floración e interrumpe la latencia de tubérculos. Es un regulador de crecimiento radicular que posee las siguientes características: **Bayer, (2011)**.

Ingrediente activo:	Ácido giberélico 40 g/l
Otros ingredientes:	Isopropanol 960 g/l
Estado físico:	Líquido
Apariencia y color:	Ligeramente amarillo
Temperatura de fusión/congelamiento:	-89.5°C (Isopropanol)
Temperatura de ebullición:	82.5°C (Isopropanol)
Solubilidad en agua:	Miscible en agua y otros solventes.
Olor:	A alcohol
Densidad de Vapor:	2.07 (Isopropanol)
Presión de vapor:	33 mm Hg a 22°C (Isopropanol)
PH:	3 – 4
Gravedad específica:	0.79

### 2.5.3. Efectos del ácido giberélico en el desarrollo del banano

La presente investigación se realizó en el municipio de Apartadó, departamento de Antioquia, zona importante por su área de producción de banano de aproximadamente 30.000 has sembradas, entre el Segundo Semestre de 2003 y el Primer Semestre de 2004, el propósito de este estudio fue evaluar el efecto del ácido giberélico aplicado en diferentes concentraciones y épocas sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de banano "clon Gran Enano". Para lograr los objetivos se planteó un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de 3x4 y tres repeticiones. Donde el primer factor correspondió a la épocas de aplicación (hoja F30, diferenciación floral y belloteo) el segundo factor las concentraciones (0.0, 50, 100, 150 mg L<sup>-1</sup>) del producto comercial RizUp SL R, que contiene ácido giberélico al 4%. Se encontró que aplicaciones foliares de ácido giberélico no causan efectos significativos a las variables de producción: peso racimo, peso vástago, fruta neta aprovechable. También se determinó que a medida que se aumentaron las concentraciones de ácido giberélico hubo un menor desarrollo del fruto de Banano. **Díaz, Barrera y Pinilla, (2005).**

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se realizó en la Hacienda “María Luisa” de propiedad del Sr. Arturo Andrade, localizada en el Km 35 de la vía Quevedo - Santo Domingo, Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 1° 3´ 18’’ de latitud sur y de 79° 25´ 24’’ de longitud oeste a una altura de 73 msnm.

El experimento tuvo una duración de tres meses (90 días)

#### 3.2. Condiciones meteorológicas

En el Cuadro 1, se detallan las condiciones meteorológicas de la zona en estudio.

#### Cuadro 1. Condiciones meteorológicas

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Temperatura °C	24.19
Humedad relativa %	84.00
Heliofanía horas/luz/año	706.80
Precipitación anual mm	1236.00
Topografía	Irregular
Zona ecológica	Bh T

**Fuente:** Departamento Agro meteorológico del INIAP. 2011

### 3.3. Materiales y equipos

Cuadro 2, Materiales y Equipos utilizados en la propagación vegetativa en banano con el microorganismo benéfico *Trichoderma Harzianum* vs convencional.

<b>Equipos y materiales</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Material vegetativo</b>	
Semillas (cepas)	270
<b>Equipos</b>	
Bomba de mochila /20 L	1
<b>Quemantes</b>	
Glifosato cc	1000
<b>Abonos</b>	
<b>kemistar azul 12 - 12 - 17 - 2Mg + EM</b>	50 kg
<b>Nematicida</b>	
Furadán al 10% Kg.	90gr
<b>Microorganismos</b>	
<i>Trichoderma harzianum</i>	1kg
Ryzup g	72
<b>Materiales</b>	
Estacas de Caña	40
Identificadores de madera	18
Palas	2

### 3.4. Tratamientos

Cuadro 3, Materiales y Equipos utilizados en la propagación vejetativa en banano con el microorganismo benefico *Trichoderma Harzianum* vs convencional.

Tratamientos	Códigos	Descripción
T1	T0	Testigo
T2	T1	<i>Trichoderma harzianum</i>
T3	T2	Ryzup

### 3.5. Unidades Experimentales

Se emplearon un total de 270 cepas de banano variedad Williams.

**Cuadro 2. Esquema del experimento utilizado en la propagación vejetativa en banano con el microorganismo benefico *Trichoderma Harzianum* vs convencional.**

Tratamientos	Unidad Experimental	Repeticiones	Total
T1: Testigo	15	6	90
T2: <i>Trichoderma Harzianum</i>	15	6	90
T3: Ryzup	15	6	90
<b>TOTAL</b>			<b>270</b>

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, para determinar diferencias entre medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05% de probabilidad.

A continuación se presenta el cuadro del análisis de varianza.

**Cuadro 3. Análisis de la varianza utilizado en la propagación vegetativa en banano con el microorganismo beneficioso *Trichoderma Harzianum* vs convencional.**

<b>Factor de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Repeticiones	$r - 1$	5
Tratamientos	$t - 1$	2
Error	$(t - 1)(r - 1)$	10
<b>Total</b>	<b><math>(t \times r) - 1</math></b>	<b>17</b>

### 3.7. Delineamiento experimental

El delineamiento del experimento se detalla a continuación en el cuadro 4 utilizado en la propagación vegetativa en banano con el microorganismo beneficioso *Trichoderma Harzianum* vs convencional.

:

<b>Descripción</b>	<b>Medidas</b>
Tratamiento	3
Repetición	6
Número de unidad experimental	270
Número total de parcelas	6
Ancho de cada parcela	7,38 m
Longitud de cada parcela	42,75 m
Distancia entre parcelas	2,46 m
Distancia entre repeticiones	2,85 m
Área total del bloque	315,50 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo	1966,58 m <sup>2</sup>

### **3.8. Mediciones experimentales**

Se efectuaron las siguientes mediciones experimentales:

#### **3.8.1. Porcentaje de prendimiento a los 30 días**

Esta variable se midió empleando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Plantas vivas}}{\text{Total de plantas}} \times 100$$

#### **3.8.2. Número de hojas a los 30, 60 y 90 días**

Esta variable se evaluó en cinco plantas tomadas al azar, mediante el conteo de las hojas.

#### **3.8.3. Número de raíces a los 30, 60 y 90 días**

En cada planta se procedió a determinar el número de raíces cuantificando las mismas en los días indicados.

#### **3.8.4. Longitud de hoja a los 30, 60 y 90 días**

Con la ayuda de una cinta métrica se procedió a medir la longitud de hoja en cm.

#### **3.8.5. Altura y diámetro de planta a los 30, 60 y 90 días**

Con la ayuda de un flexómetro se procedió a medir la altura, desde la base hasta el extremo del último brote. El diámetro de las plantas, se lo realizó con una cinta métrica a una altura de 10 cm de cada planta.

### 3.9. Evaluación económica

Para la evaluación económica de los tratamientos se empleó la relación Beneficio – Costo.

$$R\ B/C = \frac{\text{Ingreso Neto}}{\text{Costos totales}}$$

#### 3.9.1. Ingreso bruto

Se lo determinó considerando el ingreso por concepto de la venta de cada una de las plantas de cada tratamiento por el precio de campo. Se lo calculó mediante la siguiente fórmula:

$$IB = Y + PY;$$

Dónde:

<b>IB</b>	=	Ingreso Bruto
<b>Y</b>	=	Producto
<b>PY</b>	=	Precio del producto

#### 3.9.2. Costos totales de los tratamientos

Se la obtuvo mediante la suma de Jornales, insumos, manejo, etc.

$$CT = X + PX;$$

Dónde:

<b>CT</b>	=	Costos Totales
<b>X</b>	=	Costos fijos
<b>PX</b>	=	Costos variables

### 3.9.3. Beneficio neto de los tratamientos

El beneficio neto se lo determinó restando al ingreso bruto de cada tratamiento los costos totales. Se lo determino mediante la fórmula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Dónde:

<b>BN</b>	=	Beneficio neto
<b>IB</b>	=	Ingreso bruto
<b>CT</b>	=	Costo total

### 3.10. Manejo del experimento

Se realizó al terreno un pase de romplow, luego el subsolador y por último un pase de rastra. Se procedió a extraer las cepas de una plantación adyacente de la zona de estudio. Se usaron cepas de la variedad Williams con un peso de de 4 a 5 libras de un buen aspecto y frondosidad. Comenzamos a nivelar una distancia de 2,85 x 2,85 mts en tres bolillos y se sembró a 30 cm aproximadamente de profundidad.

En la siembra de las cepas testigos, se colocó Furadán (10 g por hoyo). En el tratamiento con ryzup se sumergieron las cepas en un tanque con una solución de 25 g de ryzup en 49 litros de agua. En el tratamiento de las cepas con *Trichoderma* se diluyó 270 g en 90 litros de agua, lo cual correspondió a 3 g de *trichoderma* por cepa. Una vez terminada la siembra en postemergencia se procedió a fumigar con glifosato 200 cc por 20 litros de agua. Se realizaron controles manuales cada 30 días. Cuando las plantas emitieron cuatro hojas verdaderas como mínimo, se realizó el deshoje normal. El deshoje fitosanitario se lo realizó cada 8 días. Las fertilizaciones con kemistar azul 12 - 12 - 17 - 2Mg + EM se los realizó a los tres

tratamientos; a los 30 días utilizándose para su efecto 30 g por planta, a los 60 días 50 g por planta, y a los 90 días 100 g por planta.

Se realizó riego foliar ya que el terreno contaba con riego móvil dos veces por semana con una duración de 1 hora en cada posición.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación a los 30 días

#### 4.1.1. Supervivencia, altura y diámetro de planta, número y largo de hojas

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas en la altura y diámetro de planta, número y largo de hojas, mientras que en el porcentaje de supervivencia no se presentaron diferencias estadísticas.

La altura de planta de los tratamientos T1 (20,39 cm) y T0 (17,83 cm) superaron estadísticamente (Tukey  $P < 0,05$ ) al T2 (6,61 cm). El diámetro de planta presentada por el tratamiento T1 (15,94 cm), fue superior al T2 (10,17 cm) y tratamiento T0 (13,11 cm). En el número y largo de hojas, los tratamientos T1 y T0 fueron superiores al T2, el cual no presentó emisión de hojas.

**Cuadro 4. Supervivencia, altura, diámetro de planta, número y largo de hojas a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Tratamientos	Supervivencia	Altura planta (cm)	Diámetro planta (cm)	Número o de hojas	Largo hoja (cm)
T0	96,43 a	17,83 a	13,11 ab	2,33 a	30,56 a
T1	100,00 a	20,39 a	15,94 a	1,72 a	25,83 a
T2	97,27 a	6,61 b	10,17 b	0,00 b	0,00 b
CV	2,90	25,81	18,95	11,28	28,96

\* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la Prueba de Tukey ( $P > 0,05$ )

#### 4.1.2. Longitud, número y peso de raíces

Al realizar el análisis de varianza se obtuvieron diferencias estadísticas altamente significativas en la longitud y peso de raíces, mientras que en el número de raíces se encontraron solamente diferencias estadísticas significativas.

La longitud de raíz del tratamiento T1 (26,58 cm) superó estadísticamente (Tukey  $P < 0,05$ ) al T2 (16,47 cm) y se mostró en semejanza estadística al T0 (21,89 cm). En el número de raíces el tratamiento T1 (27,33), fue estadísticamente superior al T2 (17,44) y se comportó similarmente al T0 (23,94). El peso de raíces del tratamiento T1 (174,72 g) fue superior a la longitud de raíces de los tratamientos T2 (155,14 g) y T0 (141,44 g).

**Cuadro 5. Longitud, número y peso de raíces a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Número de raíces	Peso de raíces (g)
T0	21,89 ab	23,94 ab	141,44 c
T1	26,58 a	27,33 a	174,72 a
T2	16,47 b	17,44 b	155,14 b
CV	16,63	25,31	2,70

\* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la Prueba de Tukey ( $P > 0,05$ )

#### 4.2. Evaluación a los 60 días

##### 4.2.1. Altura y diámetro de planta, número y largo de hojas

El análisis de varianza realizado mostró diferencias estadísticas altamente significativas en la altura de planta, número y largo de hojas, mientras que en el diámetro de planta no se presentaron diferencias estadísticas.

La altura de planta (Cuadro 6) de los tratamientos T1 (35,50 cm) y T0 (26,17 cm) fueron estadísticamente superiores (Tukey  $P < 0,05$ ) al T2 (10,22 cm). El número de hojas de los tratamientos T0 (5,11 hojas) y T1 (7,44 hojas) fueron

superiores al T2 que no presentó emisión de hojas. El largo de la hoja del tratamiento T1 (56,89 cm) fue superior al T0 (38,39 cm) y T2 (0,00 cm).

**Cuadro 6. Altura de planta, diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 45 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Tratamientos	Altura planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Número de hojas	Largo hoja (cm)
<b>T0</b>	26,17 a	18,89 a	5,11 a	38,39 b
<b>T1</b>	35,50 a	19,56 a	7,44 a	56,89 a
<b>T2</b>	10,22 b	16,50 a	0,00 b	0,00 c
<b>CV</b>	29,72	12,43	13,89	18,28

\* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la Prueba de Tukey ( $P > 0,05$ )

#### 4.2.2. Longitud, número y peso de raíces

Una vez realizado el análisis de varianza (Cuadro 4 del Anexo), se comprobó que existieron diferencias estadísticas altamente significativas en la longitud y peso de raíces, mientras que en el número de raíces se mostraron diferencias estadísticas significativas.

La longitud de raíz del tratamiento T1 (50,67 cm) superó estadísticamente (Tukey  $P < 0,05$ ) a los tratamientos T0 (24,94 cm) y T2 (22,94 cm). En el número de raíces el tratamiento T1 (46,33), fue estadísticamente superior al T2 (21,50) y se mostró en semejanza estadística al T0 (28,89). En la variable peso de raíces, el tratamiento T1 (177,11 g) fue superior al presentado por los tratamientos T2 (159,56 g) y T0 (154,50 g).

**Cuadro 7. Longitud, número y peso de raíces a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Número de raíces	Peso de raíces (g)
T0	24,94 b	28,89 ab	154,50 b
T1	50,67 a	46,33 a	177,11 a
T2	22,94 b	21,50 b	159,56 b
CV	26,74	19,37	3,30

\* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la Prueba de Tukey (P>0,05)

### 4.3. Evaluación a los 90 días

#### 4.3.1. Altura y diámetro de planta, número y largo de hojas

El análisis de varianza realizado diferencias estadísticas altamente significativas en la altura de planta, número y largo de hojas, mientras que en el diámetro de planta no se presentaron diferencias estadísticas.

La altura de planta (Cuadro 8) del tratamiento T1 (44,50 cm) fue superior (Tukey P<0,05) a las obtenidas por los tratamientos T0 (36,17 cm) y T2 (21,44 cm). El número de hojas de los tratamientos T0 (7,17) y T1 (7,61) fueron superiores al T2 que no mostró emisión de hojas. El largo de la hoja de los tratamientos T1 (61,94 cm) y T0 (58,17 cm) fueron superiores al T2 (0,00 cm).

**Cuadro 8. Altura y diámetro de planta, número y largo de hojas a los 90 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Tratamientos	Altura planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Número de hojas	Largo hoja (cm)
T0	36,17 b	17,89 a	7,17 a	58,17 a
T1	44,50 a	20,17 a	7,61 a	61,94 a
T2	21,44 c	17,67 a	0,00 b	0,00 b
CV	13,42	16,54	10,89	10,78

\* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la Prueba de Tukey (P>0,05)

### 4.3.2. Longitud, número y peso de raíces

Una vez realizado el análisis de varianza se comprobó que existieron diferencias estadísticas altamente significativas en la longitud de raíces, diferencias estadísticas en el peso de raíces, mientras que en el peso de raíces no se mostraron diferencias estadísticas significativas.

La longitud de raíz del tratamiento T1 (68,61 cm) se mostró estadísticamente superior (Tukey  $P < 0,05$ ) al T2 (29,17 cm) y T0 (46,72 cm). En el número de raíces el tratamiento T1 (87,83), fue estadísticamente superior al T2 (69,28) y se mostró semejante al T0 (78,39). El peso de raíces del tratamiento mostrado por cada uno de los tratamientos en estudio fue similar, sin embargo el mayor peso de raíces a los 60 días lo presentó el T1 (182,06 g).

**Cuadro 9. Longitud, número y peso de raíces a los 90 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Tratamientos	Longitud de raíces (cm)	Número de raíces	Peso de raíces (g)
T0	46,72 b	78,39 ab	173,56 a
T1	68,61 a	87,83 a	182,06 a
T2	29,17 b	69,28 b	175,22 a
CV	24,01	11,17	3,83

\* Medias con letras iguales no muestran diferencias según la Prueba de Tukey ( $P > 0,05$ )

### 4.4. Análisis económico

En el Cuadro 10, se muestra el análisis económico de los tratamientos en estudio.

El costo fijo de cada uno de los tratamientos fue de 2065,00 USD. El costo variable fue más elevado en el tratamiento T1 (100,00 USD) y al final el T0 (8,00 USD). El costo total más elevado lo presentó el T1 (2165,00 USD) y por último el T0 (2073,00 USD).

Los ingresos brutos de todos los tratamientos fueron iguales con un valor de 3082,50 dólares. El ingreso neto más elevado lo presentó el T0 (1009,50 dólares) y al final el T1 (917,50 dólares). La mayor relación Beneficio/Costo la evidenció el tratamiento T0 (0,49) y por último el T1 (0,42).

**Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

Rubros	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Plantas	479,50	479,50	479,50
Preparación de terreno	120,00	120,00	120,00
Siembra	342,50	342,50	342,50
Mantenimiento	640,00	640,00	640,00
Bomba de mochila	1,00	1,00	1,00
Herbicida	12,00	12,00	12,00
Movilización	180,00	180,00	180,00
Fertilizante	290,00	290,00	290,00
Furadán	8,00	0,00	0,00
<i>T. harzianum</i>	0,00	100,00	0,00
Ryzup grs	0,00	0,00	70,00
<b>Numero de produccion</b>	<b>1370</b>	<b>1370</b>	<b>1370</b>
<b>Costo total</b>	<b>2073,00</b>	<b>2165,00</b>	<b>2135,00</b>
<b>Costo de producción</b>	<b>1,51</b>	<b>1,58</b>	<b>1,56</b>
<b>Ingreso</b>			
Precio por planta	2,25	2,25	2,25
<b>Ingreso Bruto</b>	<b>3082,50</b>	<b>3082,50</b>	<b>3082,50</b>
<b>Ingreso Neto</b>	<b>1009,50</b>	<b>917,50</b>	<b>947,50</b>
<b>Relación Beneficio/costo</b>	<b>0,49</b>	<b>0,42</b>	<b>0,44</b>

## V. DISCUSIÓN

La aplicación de *Trichoderma* en cepas de banano variable a los 90 días de estudio, influyó en la altura de planta, superando en 8 cm al tratamiento Testigo y en 23 cm aproximadamente al tratamiento dosificado con ácido giberélico. Estos resultados demuestran que aplicación de *Trichoderma* influye significativamente en el desarrollo de las plantas de banano, relacionándose con lo indicado por Harman (2000), el *Trichoderma harzianum* coloniza las raíces y se establece en la rizósfera, el hongo crece y se desarrolla en raíces saludables, atacando, parasitando y obteniendo nutrientes de otros hongos y favoreciendo el desarrollo de la planta y raíz.

El número de hojas y largo de hoja a los 90 días, fueron superiores en los tratamientos a base de *Trichoderma* y Testigo, frente al tratamiento de ácido giberélico el cual no emitió hojas. A los 45 días se observó adicionalmente un mayor largo de hojas en el tratamiento con *Trichoderma* comparado con el tratamiento Testigo, evidenciando un mayor vigor. El empleo del ryzup (ácido giberélico) inhibió el desarrollo de las hojas en los 90 días de estudio, debido posiblemente a que provocó un desbalance de auxinas y citoquininas, retardando la emisión de las hojas.

El tratamiento de *Trichoderma* presentó una mayor longitud de raíces y número de raíces, durante los 90 días de investigación. De igual manera se obtuvo un mayor peso de raíces a los 30 y 60. A los 90 días, a pesar de no existir diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos, si se observó un peso más elevado de las raíces en el tratamiento de *Trichoderma*. Este mayor desarrollo radicular observado, se debería posiblemente a la protección que ejerce este hongo en las raíces, sobre patógenos existentes en el suelo. Esto se relaciona con lo indicado por IAB (2010), quien comenta que el *Trichoderma* protege las raíces de enfermedades causadas por *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* y permite el crecimiento de raíces más fuertes y por lo tanto, sistemas radiculares más



sanos. También aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico.

Con los resultados obtenidos en el presente estudio, se acepta la hipótesis que menciona: “El uso del microorganismo benéfico *Trichoderma harzianum* genera un mayor número de raíces en banano (*Musa paradisiaca*)”.

El análisis de costos realizado a los tratamientos, mostró que al dosificar con *Trichoderma* se elevaron los costos a un valor de 1,58 USD, siete centavos más costoso que utilizar el tratamiento Testigo (Furadán). Hay que resaltar los aspectos positivos de su empleo, ya que disminuyen y en algunos casos eliminan la necesidad de tratar con fungicidas químicos, reduciendo los costos y reduciendo el uso de fertilizantes, pues las plantas tienen más raíces y las utilizan mejor (IAB, 2010).

También es importante indicar que el control de nemátodos en las plantaciones de banano, se realiza lamentablemente con productos químicos altamente tóxicos contaminando esteros, riachuelos, ríos, generando graves problemas de salubridad y supervivencia. Y de acuerdo a los resultados satisfactorios obtenidos al aplicar *Trichoderma* a las plantas, el empleo de este hongo sería una alternativa ecológica importante para reducir el impacto ambiental que está provocando la agricultura tradicional.

Debido a los resultados económicos obtenidos en la presente investigación, se rechaza la hipótesis que menciona: “El tratamiento con *Trichoderma harzianum*, presentará una mejor relación beneficio/costo”.



## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y discusiones presentados en esta investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El empleo de *Trichoderma* promovió una mayor altura de planta a los 90 días de estudio.
- El número de hojas y largo de hoja a los 90 días de *Trichoderma* y Testigo, fueron superiores al tratamiento de ácido giberélico, el cual no emitió hojas.
- Dosificar con *Trichoderma* a las plantas, indujo a una mayor longitud de raíces y número de raíces, durante los 90 días de investigación.
- El uso de *Trichoderma* provocó un mayor peso de raíces a los 30, 60 y 90 días.
- El empleo de *Trichoderma* elevó el costo promedio/planta a un valor de 1,58 USD, siete centavos más costoso que utilizar el tratamiento Testigo (Furadán).



## VII. RECOMENDACIONES

Según los resultados, discusiones y conclusiones obtenidas en esta investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Realizar propagación vegetativa de banano empleando trichoderma 3g por cepa porque presenta un mayor porcentaje de raíces y desarrollo de la planta.
- Realizar estudios que consideren todo el ciclo biológico de la planta, para determinar el efecto de *trichoderma* sobre la producción
- No utilizar el Ryzup en la propagación de plantas de banano, de acuerdo a la metodología empleada en el presente estudio.
- Aplicar trichoderma en las futuras siembras de banano aunque se incremente el costo de producción pero se gana muchas mas raíces y frondosidad en la planta.



## VIII. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Hacienda “María Luisa” de propiedad del Sr. Arturo Andrade, localizada en el Km 35 de la vía Quevedo - Santo Domingo, Cantón Valencia, Provincia de Los Ríos. La ubicación geográfica es de 1° 3´ 18’’ de latitud sur y de 79° 25´ 24’’ de longitud oeste a una altura de 73 msnm. Se planteó el objetivo general: Evaluar la propagación vegetativa en banano (*Musa paradisiaca*) con el microorganismo benéfico trichoderma harzianum vs convencional y los específicos: a) Determinar el comportamiento agronómico en la multiplicación vegetativa de banano con la utilización de *trichoderma* y ryzup y b) Establecer el tratamiento con la mejor relación beneficio/costo. Sujeto a las hipótesis: a) El uso del microorganismo benéfico *Trichoderma harzianum* genera un mayor número de raíces en banano (*Musa paradisiaca*) y b) El tratamiento con *Trichoderma harzianum*, presentará una mejor relación beneficio/costo. Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y seis repeticiones, para determinar diferencias entre medias de tratamientos se utilizará la prueba de rangos múltiples de Tukey al 0.05% de probabilidad. El empleo de *Trichoderma* promovió una mayor altura de planta a los 90 días de estudio, superando en 8 cm al Testigo y en 23 cm aproximadamente al tratamiento con ácido giberélico. El número y largo de hoja a los 90 días de *Trichoderma* y Testigo, fueron superiores al tratamiento de ácido giberélico, el cual no emitió hojas. El empleo del ryzup (ácido giberélico) inhibió el desarrollo de las hojas en los 90 días de estudio, debido posiblemente a que provocó un desbalance de auxinas y citoquininas, retardando la emisión de las hojas. Dosificar con *Trichoderma* a las plantas, indujo a una mayor longitud de raíces y número de raíces, durante los 90 días de investigación. El uso de *Trichoderma* provocó un mayor peso de raíces a los 30, 60 y 90 días. El empleo de *Trichoderma* elevó el costo promedio/planta a un valor de 1,58 USD, siete centavos más costoso que utilizar el tratamiento Testigo (Furadán).

## IX. SUMMARY

This work was performed at the Hacienda "Maria Luisa" owned by Mr. Arturo Andrade, located at Km 35 road Quevedo - Santo Domingo, Canton Valencia, province of Los Rios. The location is 1 ° 3 '18" south latitude and 79 ° 25' 24" west longitude at an altitude of 73 meters. Raised the overall objective: To evaluate the vegetative propagation of banana (*Musa paradisiaca*) with beneficial microorganism *Trichoderma harzianum* vs conventional and specific: a) determine the agronomic performance during vegetative propagation of banana using *Trichoderma* and ryzup b) Establish treatment with the best cost / benefit ratio. Subject to the assumptions: a) The use of beneficial microorganism *Trichoderma harzianum* produces a higher number of roots of banana (*Musa paradisiaca*) and b) Treatment with *Trichoderma harzianum*, will present a better cost / benefit ratio. We used a randomized block design with three treatments and six replicates to determine differences between treatment means will be used multiple range test of Tukey at 0.05% probability. The use of *Trichoderma* promoted greater plant height at 90 days of study, or 8 cm to 23 cm Witness and about treatment with gibberellic acid. The number of leaves and leaf length at 90 days of *Trichoderma* and Witness, were superior to gibberellic acid treatment, which made no leaves. The use of ryzup (gibberellic acid) inhibited the development of leaves within 90 days of study, possibly because of an imbalance caused auxins and cytokinins, delaying the issuance of the leaves. Dose with *Trichoderma* plants, led to increased root length and number of roots during 90 days of investigation. The use of *Trichoderma* caused a greater weight of roots at 30, 60 and 90 days. The use of *Trichoderma* raised the average cost / plant at a value of \$ 1.58, seven cents more expensive than using the control treatment (Furadan).

## X. BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. N. 1995.** Fitopatología. Trad. Manuel Guzmán Ortiz. 2ed. México, Noriega Editores. 838 p.
- ARAGUNDI, C. 1981.** Estudio del desarrollo y distribución de las raíces en retoños de BANANO en plantaciones establecidas (Musa CV. Grande Naine). Universidad de Guayaquil (Ecuador). Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Guayaquil. Ecuador. 37 p.
- ARROBA E. 1997.** Coyuntura Económica. "Análisis y Perspectivas de la Economía Ecuatoriana 1993 - 1997". CONSULDENAC. Cía. Ltda. Guayaquil, Ecuador. 342 p.
- AZCÓN, J.; TALÓN, M. 1996.** Fisiología y Bioquímica Vegetal. McGraw-Hill, Madrid, p.306-314; 456-460.
- BAYER. 2010.** Características del Ryzup 4% SL. Disponible en: <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=769>. Revisado el 03/08/2011.
- DÍAZ, L.; BARRERA, J.; PINILLA, C. 2005.** Efecto del ácido giberélico sobre el crecimiento y desarrollo del fruto de banano (Musa AAA), en Urabá. Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. Pp 30 – 39.
- ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA. 2003.** Grupo Océano. pp. 150 – 189.
- ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRÍCOLA DE LEIDA. 2003.** Reguladores de crecimiento. Unidad de Fisiología Vegetal del Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. <http://www.etsea2.udl.es/invitro/medis/hormo.htm>

**GAUGGEL, C. 2003.** Symposium Internacional. Sistema radicular del banano: resúmenes (Nov. 2003) San José de Costa Rica. pp. 21

**HARMAN, G.E. 2000.** *Trichoderma* for Biocontrol of plant pathogens: From basic research to commercialized products. Departments of horticultural science and of plant pathology, Cornell University. Accesado 3 de Noviembre 2000. Disponible en <http://harman.html>

**IAB (Investigaciones y Aplicaciones Biotecnológicas). 2010.** Valencia. España. Disponible en: [http://www.iabiotec.com/trichod\\_ficha.htm](http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm). Consultado: 01/05/2011

**SALISBURY, F.; ROSS, C. 1994.** Fisiología Vegetal. Iberoamericana, México, p. 395-420

# **ANEXOS**

**Cuadro 1. Cuadrados medios de la Supervivencia, altura y diámetro de planta, número y largo de hojas a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

F de V	G.L.	Cuadrados medios					F. Tabla	
		Supervivencia	Altura planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Número de hojas <sup>1</sup>	Largo hoja (cm)	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	2	20,887 ns	322,296 **	50,080 **	1,559 **	1623,302 **	4,10	7,56
<b>Repetición</b>	5	10,147 ns	14,619 ns	7,847 ns	0,042 ns	43,517	3,33	5,64
<b>Error</b>	10	8,067	14,881	6,140	0,021	29,628		
<b>Total</b>								
<b>CV (%)</b>		<b>2,90</b>	<b>25,81</b>	<b>18,95</b>	<b>11,28</b>	<b>28,96</b>		

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

<sup>1</sup> = Variable transformada por el método de la  $\sqrt{x + 0,5}$

**Cuadro 2. Cuadrados medios de la Longitud, número y peso de raíces a los 30 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

F de V	G.L.	Cuadrados medios			F. Tabla	
		Longitud de raíces (cm)	Número de raíces	Peso de raíces (g)	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	2	153,613 **	151,525 *	1678,455 **	4,10	7,56
<b>Repetición</b>	5	140,017 **	46,006 ns	4,105 ns	3,33	5,64
<b>Error</b>	10	12,963	33,621	18,040		
<b>Total</b>						
<b>CV (%)</b>		<b>16,63</b>	<b>25,31</b>	<b>2,70</b>		

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

**Cuadro 3. Cuadrados medios de la altura y diámetro de planta, número y largo de hojas a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

F de V	G.L.	Cuadrados medios				F. Tabla	
		Altura planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Número de hojas <sup>1</sup>	Largo hoja (cm) <sup>1</sup>	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	2	980,302 **	15,488 ns	7,212 **	78,359 **	4,10	7,56
<b>Repetición</b>	5	30,321 ns	40,851 **	0,147 ns	0,563 ns	3,33	5,64
<b>Error</b>	10	50,732	5,177	0,073	0,768		
<b>Total</b>							
<b>CV (%)</b>		<b>29,72</b>	<b>12,42</b>	<b>13,89</b>	<b>18,28</b>		

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

<sup>1</sup> = Variable transformada por el método de la  $\sqrt{x + 0,5}$

**Cuadro 4. Cuadrados medios de la Longitud, número y peso de raíces a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

F de V	G.L.	Cuadrados medios			F. Tabla	
		Longitud de raíces (cm)	Número de raíces	Peso de raíces (g)	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	2	1434,154 **	6,658 *	845,019 **	4,10	7,56
<b>Repetición</b>	5	80,262 ns	0,226 ns	20,737 ns	3,33	5,64
<b>Error</b>	10	77,177	1,174	29,233		
<b>Total</b>						
<b>CV (%)</b>		<b>26,74</b>	<b>19,37</b>	<b>3,30</b>		

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

<sup>1</sup> = Variable transformada por el método de la  $\sqrt{x + 0,5}$

**Cuadro 5. Cuadrados medios de la altura y diámetro de planta, número de hojas y largo de hojas a los 60 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

F de V	G.L.	Cuadrados medios				F. Tabla	
		Altura planta (cm)	Diámetro de planta (cm)	Número de hojas	Largo hoja (cm)	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	2	817,747 **	11,488 ns	109,488 **	7234,747 **	4,10	7,56
<b>Repetición</b>	5	60,617 ns	20,065 ns	0,277 ns	6,588 ns	3,33	5,64
<b>Error</b>	10	20,851	9,443	0,288	18,643		
<b>Total</b>							
<b>CV (%)</b>		<b>13,42</b>	<b>16,54</b>	<b>10,89</b>	<b>10,78</b>		

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

**Cuadro 6. Cuadrados medios de la Longitud, número y peso de raíces a los 90 días, en la propagación vegetativa del banano (*Musa paradisiaca*). UTEQ, UED. 2011.**

F de V	G.L.	Cuadrados medios			F. Tabla	
		Longitud de raíces (cm)	Número de raíces	Peso de raíces (g)	0,05	0,01
<b>Tratamientos</b>	2	2343,185 **	516,519 *	121,722 ns	4,10	7,56
<b>Repetición</b>	5	96,026 ns	63,211 ns	92,456 ns	3,33	5,64
<b>Error</b>	10	133,733	76,830	45,989		
<b>Total</b>						
<b>CV (%)</b>		<b>24,01</b>	<b>11,17</b>	<b>3,83</b>		

Ns = No significativo

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo

