

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TEMA**

Evaluación del efecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos.

**AUTORA**

García Rosado, Jhoanna Konling

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de  
INGENIERA AGROPECUARIA**

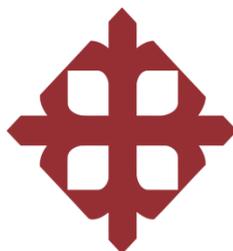
**Con mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

**TUTOR**

Ing. Rivas Barzola José Ricardo, M. Sc.

**Guayaquil, Ecuador**

**Marzo de 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **García Rosado Jhoanna Konling** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**.

**TUTOR**

---

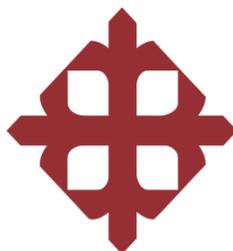
**Ing. Rivas Barzola José Ricardo, M. Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

**Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph. D.**

**Guayaquil, a los 20 días de Marzo de 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **García Rosado Jhoanna Konling**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Evaluación del efecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 20 días de marzo de 2017**

**La AUTORA**

---

**García Rosado, Jhoanna Konling**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **García Rosado Jhoanna Konling**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación del efecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 20 días de marzo de 2017**

**LA AUTORA**

---

**García Rosado, Jhoanna Konling**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación **“Evaluación de defecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos”**, presentada por la estudiante **García Rosado Jhoanna Konling**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, obtuvo el resultado del programa URKUND el valor de 0 %, Considerando ser aprobada por esta dirección.

| URKUND         |  |
|----------------|--|
| Documento      | <a href="#">Rosado Jhoanna UTE 2016B.docx</a> (D25381432)  |
| Presentado     | 2017-01-30 17:45 (-05:00)  |
| Presentado por | ute.fetd@gmail.com   |
| Recibido       | alfonso.kuffo.ucsg@analysis.urkund.com   |
| Mensaje        | SRTTB2016 <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>  |
|                | <b>0%</b> de esta aprox. 30 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 0 fuentes. |

Fuente: URKUND-Usuario Alfonso Kuffó García, 2017

Certifican,

---

**Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.**  
Director Carreras Agropecuarias  
UCSG-FETD

---

**Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.**  
Revisor - URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra manera han colaborado y contribuido con este trabajo de titulación, si bien ha requerido mucha dedicación y esfuerzo de todas las personas e institución que mencionaré a continuación y que han sido soporte para culminar dicho trabajo.

A Dios por darme la vida y la oportunidad de poder estudiar, a mi esposo e hijos, a mis padres y a mí querida suegra por darme todo su apoyo.

En manera especial al Dr. John Franco Rodríguez por sus enseñanzas impartidas y paciencia, a mi tutor el Ing. José Rivas Barzola, y a mis maestros por aportar cada uno con lo mejor de sus conocimientos.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil por formarme en sus aulas con ética profesional.

**Jhoanna García Rosado**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

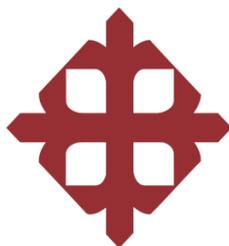
A mi esposo, Carlos, por el apoyo incondicional y su amor.

A mis hijos que adoro con mi vida, por ser la motivación más linda que Dios me ha dado.

A mi suegra, Anicia, por el apoyo brindado, emocional y consejos para poder cumplir con esta meta propuesta.

A mis padres, hermanos y hermanas, gracias por su apoyo emocional para lograr llegar a la meta propuesta.

**Jhoanna García Rosado**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

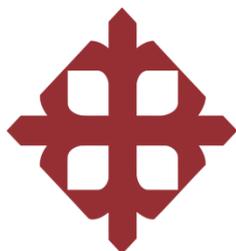
**Ing. José Ricardo Rivas Barzola, M. Sc.**  
TUTOR

---

**Ing. John Eloy Franco Rodríguez, Ph. D**  
DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Manuel Enrique Donoso Bruque, M. Sc.**  
COORDINADOR DEL ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. José Ricardo Rivas Barzola, M. Sc.**  
TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                | <b>17</b> |
| 1.1. Objetivos.....   | 19        |
| 1.1.1 Objetivo General. ....                                | 19        |
| 1.1.2 Objetivos Específicos.....                            | 19        |
| 1.2 Hipótesis .....   | 19        |
| <b>2. MARCO TEÓRICO .....</b>                               | <b>20</b> |
| 2.1 El banano.....  | 20        |
| 2.1.1 Variedad de banana. ....                              | 22        |
| 2.1.2 Generalidades del banano. ....                        | 23        |
| 2.1.3 Morfología y Taxonomía del banano. ....               | 23        |
| 2.1.4 Nutrientes en banano.....                             | 25        |
| 2.1.5 Importancia del cultivo de banano.....                | 25        |
| 2.2 Micorrizas.....   | 26        |
| 2.2.1 Definición.....                                       | 26        |
| 2.2.2 ¿Qué son las Micorrizas?.....                         | 26        |
| 2.2.3 Beneficios de los hongos micorrízicos.....            | 28        |
| 2.2.4 Clasificación Taxonómica de las Micorrizas. ....      | 29        |
| 2.2.5 Tipos de Micorrizas. ....                             | 30        |
| 2.2.6 Etapas en el establecimiento de las micorrizas. ....  | 31        |
| 2.2.7 Etapas de la simbiosis. ....                          | 31        |
| 2.2.8 ¿Qué es lo que hace una micorriza?.....               | 33        |
| 2.2.9 Las Micorrizas en la absorción de nutrientes.....     | 34        |
| 2.2.10 Importancia de las Micorrizas en la agricultura..... | 35        |
| <b>3. MARCO METODOLÓGICO .....</b>                          | <b>38</b> |
| 3.1 Localización del Ensayo.....                            | 38        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.2       | Condiciones climáticas de la zona.....                               | 39        |
| 3.3       | Materiales .....   | 39        |
| 3.3.1     | Material biológico. ....   | 39        |
| 3.3.2     | Material técnico. ....   | 39        |
| 3.3.3     | Material tecnológico. ....   | 40        |
| 3.4.      | Tratamientos estudiados .....  | 40        |
| 3.5.      | Diseño Experimental .....  | 40        |
| 3.6.      | Análisis de la Varianza .....  | 40        |
| 3.7.      | Análisis Funcional .....   | 41        |
| 3.8.      | Manejo del ensayo .....  | 41        |
| 3.9.      | Variables evaluadas .....  | 41        |
| 3.9.1.    | Altura de planta).....   | 42        |
| 3.9.2.    | Diámetro del pseudotallo mm).....                                    | 42        |
| 3.9.3.    | Número de hojas.....   | 42        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                   | <b>43</b> |
| 4.1.      | Altura de planta (m).....  | 43        |
| 4.1.1.    | Altura de planta determinada al primer día de plicación.....         | 43        |
| 4.1.2.    | Altura de planta determinada a los 15 días de plicación.....         | 44        |
| 4.1.3.    | Altura de planta determinada a los 30 días de plicación.....         | 46        |
| 4.2.      | Diámetro del pseudotallo (mm) .....                                  | 48        |
| 4.2.1     | Diámetro del pseudotallo determinado al primer día de plicación..... | 48        |
| 4.2.2.    | Diámetro del pseudotallo determinado a los 15 días de aplicación ... | 50        |
| 4.2.3.    | Diámetro del pseudotallo determinado a los 30 días de aplicación ... | 51        |
| 4.3.      | Número de hojas.....   | 54        |
| 4.3.1.    | Número de hojas determinado al primer día de aplicación.....         | 54        |
| 4.3.2.    | Número de hojas determinado a los 15 días de aplicación .....        | 55        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.3.3. Número de hojas determinado a los 30 días de aplicación ..... | 57        |
| <b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                       | <b>60</b> |
| 5.1 Conclusiones .....   | 60        |
| 5.2 Recomendaciones .....  | 61        |

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

|                 |   |    |
|-----------------|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> | Altura de planta determinada al primer día de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish.....               | 44 |
| <b>Tabla 2.</b> | Análisis de la varianza de altura de planta al primer día de aplicación .....   | 44 |
| <b>Tabla 3.</b> | Altura de planta determinada a los 15 días de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish.....               | 45 |
| <b>Tabla 4.</b> | Análisis de la varianza de altura de planta a los 15 días de aplicación.....  | 46 |
| <b>Tabla 5.</b> | Altura de planta determinada a los 30 días de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish.....               | 47 |
| <b>Tabla 6.</b> | Análisis de la varianza de altura de planta a los 30 días de aplicación.....  | 47 |
| <b>Tabla 7.</b> | Diámetro del pseudotallo (mm) determinado al primer día de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish ..... | 49 |
| <b>Tabla 8.</b> | Análisis de la varianza del diámetro del pseudotallo al primer día de aplicación.....   | 50 |
| <b>Tabla 9.</b> | Diámetro del pseudotallo (mm) determinado a los 15 días de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish ..... | 51 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Tabla 10.</b> | Análisis de la varianza del diámetro del pseudotallo a los 15 días de aplicación.....  | 51 |
| <b>Tabla 11.</b> | Diámetro del pseudotallo (mm) determinado a los 30 días de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish..... | 52 |
| <b>Tabla 12.</b> | Análisis de la varianza del diámetro del pseudotallo a los 30 días de aplicación.....  | 53 |
| <b>Tabla 13.</b> | Número de hojas determinado al primer día de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish.....               | 55 |
| <b>Tabla 14.</b> | Análisis de la varianza del número de hojas al primer día de aplicación.....   | 55 |
| <b>Tabla 15.</b> | Número de hojas determinado a los 15 días de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish.....               | 56 |
| <b>Tabla 16.</b> | Análisis de la varianza del número de hojas a los 15 días de aplicación.....   | 57 |
| <b>Tabla 17.</b> | Número de hojas determinado a los 30 días de aplicación de los biofertilizantes, evaluados en la variedad de banano Cavendish.....               | 58 |
| <b>Tabla 18.</b> | Análisis de la varianza del número de hojas a los 30 días de aplicación.....   | 58 |

## RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo durante la época seca del 2016, en la hacienda “LA DOLORES” ubicada en el cantón Babahoyo – Provincia de Los Ríos. El trabajo se realizó en plántulas de banano (*Musa acuminata* AAA), para ello se consideró el factor Biofertilizantes (micorrizas), también se consideró durante la investigación un tratamiento testigo, al cual no se aplicó el biofertilizante. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cinco repeticiones. Los objetivos fueron: Evaluar el estado nutricional del suelo al inicio del ensayo, medir el desarrollo vegetativo de las plantas de banano ante la acción del biofertilizante micorrizas (*Glomus mosseae*), determinar la dosificación apropiada de micorrizas que aporten con el mayor desarrollo vegetativo en el cultivo de banano. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro del pseudotallo y número de hojas. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares en plantas de banano aportó beneficios significativos ayudando a mejorar el nivel nutricional de la planta lo que se ve reflejado en un mayor crecimiento de las plantas, aumentando la altura, diámetro del pseudotallo y área foliar, cuando se aplicaron los tratamientos que contenían el biofertilizante, sobresaliendo en todos los casos el tratamiento 3 (15 g/planta), debido a la capacidad que presentan en la asimilación de nutrientes; mientras que el testigo (sin bioestimulante) fue diferente estadísticamente al presentar los menores promedios.

**Palabras Clave:** Banano, Micorrizas, Bioestimulante, Pseudotallo, Biofertilizante, Hongos Micorrízicos Arbusculares

## ABSTRACT

The present investigation was carried out during the dry season of 2016, in the farm "LA DOLORES" located in the Babahoyo - Los Ríos Province. The work was carried out on banana (*Musa acuminata* AAA) seedlings, for which the factor biofertilizer (mycorrhizae) was considered, a control treatment was also considered during the investigation, to which the biofertilizer was not applied. The randomized complete block design (DBCA) was used, with five replicates. The objectives were: To evaluate the nutritional status of the soil at the beginning of the trial, measure the vegetative development of banana plants before the action of mycorrhizal biofertilizer (*Glomus mosseae*), determine the appropriate dosage of mycorrhizas that contribute with the greatest vegetative development in banana cultivation. The evaluated variables were: plant height, pseudostem diameter and leaf number. According to the results, it was observed that the inoculation of Arbuscular Mycorrhizal Mushrooms in banana plants provided significant benefits, helping to improve the nutritional level of the plant, which is reflected in a greater growth of plants, increasing the height, diameter Of the pseudostem and foliar area, when the treatments that contained the biofertilizer were applied, In all cases, the treatment 3 (15 g / liter) due to the capacity that they present in the assimilation of nutrients; While the control (without biostimulant) was statistically different with the lowest averages.

**Key words:** Banana, mycorrhizal, Bioestimulante, Pseudostem, biofertilizer, Arbuscular Mycorrhizal Mushrooms

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la producción y comercialización bananera es una de las principales fuentes de ingreso económico, aunque no tuvo su origen en el país, es considerado uno de los cultivos más antiguos, principalmente de la región costera.

Ecuador ingresó en el mercado bananero durante el año 1910; no obstante, para llegar a exportar a gran escala tuvieron que pasar décadas, después de la caída del auge cacaotero.

Por lo general, se cultiva en la región tropical, siendo su valor nutritivo el más alto en comparación con otras frutas; lo que ha permitido a lo largo de los años el desarrollo de la economía del país debido a su exportación. Además que es considerado el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz; debido a que es la fruta más exportada del planeta, mitigando el déficit alimenticio.<sup>1</sup>

Por la alta demanda de exportación del banano ecuatoriano, surge la necesidad de aumentar su producción, implica la utilización de agroquímicos, dando lugar a la contaminación del suelo, agua y aire, la alteración de los ciclos biogeoquímicos y la pérdida de la biodiversidad. Ante

---

<sup>1</sup> (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2004.

esta dificultad aparece la necesidad de tener un sistema agrícola sustentable, y que a su vez, satisfaga la necesidad de los consumidores.

La industria bananera es de gran importancia para el desarrollo socioeconómico en la región de América Latina por lo que es necesario revisar y modificar el sistema actual de producción de banano, empleando tecnologías que tiendan a reducir la cantidad de agroquímicos utilizados en la producción (Riveros *et al.*, 2006). Por esta razón, es necesario emplear estrategias que disminuyan estos efectos nocivos como el uso de microorganismos del suelo entre los que se destacan las micorrizas (López *et al.*, 2005).

Por tanto, la presente investigación evaluará el efecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo provincia de Los Ríos. Estas estructuras entran en simbiosis con las raíces, produciendo la transferencia bidireccional de nutrientes entre la planta y el hongo.

Adicionalmente, esta técnica permite mejorar la absorción de nutrientes del suelo, puesto que se caracterizan por producir unas estructuras denominadas arbusculos en todos los casos y vesículas en la mayoría de ellos.

Las micorrizas permiten la absorción de nutrientes necesarios para el desarrollo, su efecto directo en la planta lo realiza mediante la relación patogenicidad, neutralidad y simbiosis; con cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos en las raíces colonizadas.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Evaluar el comportamiento agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

1. Evaluar el estado nutricional del suelo al inicio del ensayo.
2. Medir el desarrollo vegetativo de las plantas de banano ante la acción de varias dosis de micorrizas.
3. Determinar la dosificación apropiada de micorrizas que aporten con el mayor desarrollo vegetativo en el cultivo de banano.

## **1.2 Hipótesis**

¿La inoculación con micorrizas en el cultivo de banano, crean las condiciones ideales para un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo?

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 El banano**

Son plantas herbáceas con pseudotallos aéreos que se originan de cormos carnosos donde se desarrollan numerosas yemas laterales o “hijos”. Las hojas tienen una distribución helicoidal y las bases foliares circundan el tallo dando origen al pseudotallo. La inflorescencia es terminal y crece a través del centro del pseudotallo hasta alcanzar la superficie (Soto, 1992).

En la composición del plátano destaca su riqueza en hidratos de carbono (hasta un 21 %). En el plátano inmaduro están formados mayormente por almidón. A medida que madura, ese almidón se va convirtiendo en azúcares como la sacarosa, glucosa y fructuosa. Destaca por su contenido en vitamina B6 (Pamplona, 2006).

El Ecuador es el primer exportador mundial de banano; la alta calidad y exquisito sabor hacen que sea apetecible en gran parte del mundo. Nuestro país posee condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de esta fruta, las que junto a la riqueza de su suelo, han permitido al país convertirse en un productor agrícola de excelente calidad (Zambrano, 2011).

Las variedades que el Ecuador oferta incluyen: Cavendish, orito o baby banana, y banano rojo. La superficie cosechada de banano se estima

en unas 214 000 ha, en su mayoría en plantaciones tecnificadas y con certificaciones de estándares internacionales de calidad como las normas ISO, HACCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos), Rainforest Alliance y GLOBALGAP (PROEcuador, 2016).

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2016) hace referencia:

El cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA), constituye la actividad agrícola de mayor importancia para la economía del país; Durante el año 2010 el Ecuador exportó 265'587 828 cajas de 18.14 kg, equivalentes aproximadamente a 4'828 000 toneladas. Un tercio de las exportaciones mundiales se origina en el Ecuador lo cual representa actualmente un ingreso de un USD \$ 1.900 millones de dólares por concepto de divisas, y otros USD \$ 90 millones de dólares por concepto de impuestos al estado. Los ingresos generados por la actividad bananera representan el 3.84 % del PIB total; el 50 % del PIB agrícola y el 20 % de las exportaciones privadas del país (AEBE, 2010).

El cultivo de banano y sus industrias colaterales, generan empleo para más de un millón de familias, esto representa alrededor de 2.5 millones de personas, que en porcentaje equivalen aproximadamente al 17 % de la población actual, que dependen de una u otra forma de la industria bananera. El mercado del banano ecuatoriano es diversificado,

exportándose la fruta a la Unión Europea (42 %) USA (21 %) Rusia (20 %), Cono Sur (6 %) como mercados principales y el 11 % a mercados marginales (Medio Oriente, Europa del Este, África del Norte y Asia) (INIAP, 2016).

La superficie cosechada de banano se estima en unas 214 000 ha, en su mayoría en plantaciones tecnificadas y con certificaciones de estándares internacionales de calidad como las normas ISO, HACCP (Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos), Rainforest Alliance y GLOBALGAP. (PROEcuador, 2016).

### **2.1.1 Variedad de banana.**

Según la información publicada por el motor de búsqueda internacional relativo a las empresas hortofrutícolas, ZIPMEC (2016), entre las variedades de bananas producidas en el mercado de frutas y hortalizas mundial, las más conocidas y comercializadas son:

- **Banana Cavendish:** se trata de la más importante variedad de banana cultivada en el mundo; se trata de una variedad de banana triploide, originaria de Vietnam y de China. El nombre Dwarf Cavendish significa 'enano' y se refiere a la grandeza del pseudotallo y no del fruto, que en cambio es de dimensiones medio-grandes. Esta variedad de banana tiene una cáscara fina y resulta menos

resistente a los transportes, aunque hoy día es la banana más comúnmente cultivada y comercializada (ZIPMEC, 2016).

### **2.1.2 Generalidades del banano.**

El clima ideal para el cultivo del banano, es el tropical húmedo. La temperatura adecuada va desde los 18.5 °C a 35.5 °C. A temperaturas inferiores a 15.5 °C el crecimiento se retarda, pero no se han observado efectos negativos con temperaturas de 40 °C cuando la provisión de agua es normal. La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de lluvia mensual o precipitaciones de 44 mm semanales. En la Costa ecuatoriana, es necesario realizar riego debido a que la estación lluviosa y seca está bien definida. El banano requiere de buena luminosidad y ausencia de vientos fuertes (Monzón, 2007).

### **2.1.3 Morfología y taxonomía del banano.**

En cuanto a la morfología y taxonomía del banano se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Morfología y Taxonomía del Banano

|          |                         |
|----------|-------------------------|
| Reino    | <i>Plantae</i>          |
| División | <i>Magnoliophyta</i>    |
| Clase    | <i>Liliopsida</i>       |
| Orden    | <i>Zingiberales</i>     |
| Familia  | <i>Musaceae</i>         |
| Genero   | <i>Musa</i>             |
| Especie  | <i>Musa paradisiaca</i> |

**Fuente:** Ortiz y López (2001)

Su sistema radicular es de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. El poder de penetración de las raíces es débil. Su tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas que se desarrollan cuando la planta ha florecido. La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro (INFOAGRO, 2013).

Durante la etapa inicial de desarrollo, el banano debe construir el sistema de raíces para los procesos de absorción y las hojas para la asimilación fotosintética; una vez formadas estas estructuras, almacena carbohidratos y otras sustancias en los cormos para la emisión de rebrotes, la floración y el llenado posterior de los frutos. La planta debe formar simultáneamente el área foliar y las raíces necesarias para mantener un balance continuo entre el desarrollo de estos órganos (Cayón, 2004).

#### **2.1.4 Nutrientes en banano.**

La fertilización mineral es necesaria para suplir las necesidades del cultivo; sin embargo, actualmente las formulaciones que existen en el mercado requieren el uso de grandes cantidades debido a las altas tasas de pérdidas que se presentan generando un problema ambiental para el agroecosistema (Ramos *et al.*, 2016).

#### **2.1.5 Importancia del cultivo de banano.**

El banano es importante por su alto contenido de almidón (80 % peso seco de la pulpa), los dos principales componentes de este almidón son la amilosa y la amilopectina. Los azúcares representan sólo el 1.3 % del total de peso en seco, pero se eleva hasta alrededor del 17 % en la fruta madura. El alto contenido de azúcar en un banano maduro es inusual en una fruta fresca, es casi el doble de la energía suministrada de una manzana y casi tres veces mayor que la de los cítricos (Sharrock y Lusty, 2000).

La pulpa del banano inmaduro tiene un total del 3.5 % de fibra en la materia seca y 3.5 % de proteína, el contenido de grasa es de 0.5 %. Los bananos son una buena fuente de vitaminas A (betacaroteno), B (tiamina, niacina y riboflavina y B6) y C (ácido ascórbico) (Sharrock y Lusty, 2000).

## **2.2 Micorrizas**

### **2.2.1 Definición.**

La palabra se ha formado del término griego “mykos” Hongos y del latino “Rhyza” Raíz, cuyo significado es Hongos – Raíz, fue descubierta por el patólogo alemán Albert Bernard Frank en 1885.

### **2.2.2 ¿Qué son las Micorrizas?**

Corredor, citado por Noda (2009) en su artículo de investigación sobre las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos; señala que: Las micorrizas son asociaciones entre la mayoría de las plantas existentes y los hongos benéficos, que incrementan el volumen de la raíz y, por tanto, permiten una mayor exploración de la rizosfera. Son considerados los componentes más activos de los órganos de absorción de los nutrientes de la planta, la que a su vez provee al hongo simbiote de nutrientes orgánicos y de un nicho protector (Noda, 2009).

La mayoría de las plantas terrestres establecen en sus raíces al menos uno de los tres tipos de asociaciones micorrízicas; de ellas, la del tipo arbuscular es la simbiosis más extendida sobre el Planeta, no solo por el número de plantas hospederas que son capaces de colonizar, sino también por su amplia distribución geográfica (Noda, 2009).

Las micorrizas son tan antiguas como las propias plantas y se conoce su existencia desde hace más de cien años; estimándose que aproximadamente el 95 % de las especies vegetales conocidas establecen de forma natural y constante este tipo de simbiosis con hongos del suelo (Hernández , 2000).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) son simbioses mutualistas endofíticos y biotróficos que colonizan las raíces de la mayoría de las plantas cultivables. La micorrización aumenta la capacidad de absorción de ciertos nutrientes minerales, siendo especialmente eficaz en la asimilación del fósforo. La infección de la micorriza produce cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos en las raíces colonizadas que conducen a un mejor estado general de la planta y contribuyen a aliviar el estrés vegetal de tipo biótico y/o abiótico (Barea, Azcón y Azcón, 2004).

La micorrización incrementa el crecimiento y favorece una serie de cambios a nivel morfológico en raíces, lo cual hace que las plantas sean más tolerantes al daño por nematodos gracias a que el incremento en la ramificación de las raíces en plantas micorrizadas contrarresta los impactos negativos de los nematodos (Hol y Cook, 2005).

Los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) ayudan a la planta a obtener nutrientes del suelo (ya que aumenta su capacidad de absorción al

explorar mayor volumen de suelo) incrementando también la tolerancia de la planta a estrés biótico (patógenos) y abiótico (hídrico, salino y metales pesados) (Smith y Read, 1997).

### **2.2.3 Beneficios de los hongos micorrízicos.**

Para Popoff (2016), los beneficios de los hongos micorrízicos en las plantas verdes son:

1. Incrementan el área fisiológicamente activa en las raíces. Incrementan la captación de las plantas de agua y nutrientes como fósforo, nitrógeno, potasio y calcio del suelo.
2. Incrementan la tolerancia de las plantas a las temperaturas del suelo y acidez extrema causadas por la presencia de aluminio, magnesio y azufre.
3. Proveen protección contra ciertos hongos patógenos y nematodos. Inducen relaciones hormonales que producen que las raíces alimentadoras permanezcan fisiológicamente activas por periodos mayores que las raíces no micorrizadas.
4. Para el hongo: reciben principalmente carbohidratos y vitaminas desde las plantas (Popoff, 2016).

El efecto beneficioso de la micorrización temprana en el cultivo de banano se ha detectado incluso un año después de la inoculación, cuando las plantas llevaban nueve meses en campo (Jaizme, Tenoury, Domínguez, Esquivel y Rodríguez, 2002).

Según Bolaños, Asakawa y Gañán (2011), en su artículo: Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos fitoparásitos: los resultados obtenidos confirman el beneficio en el crecimiento de plántulas de *Musa* spp., como respuesta a la micorrización presentada por las especies de HMA del inoculo comercial. En este caso, el incremento se asoció con una mayor absorción de nutrientes, ya que se encontró que las plantas micorrizadas presentaron mayores contenido de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y cobre (Cu) que el mostrado por las plantas sin micorrización.

#### 2.2.4 Clasificación Taxonómica de las Micorrizas.

**Tabla 2.** Clasificación Taxonómica de las Micorrizas

| Orden (4)        | Familia (11)         | Género (18)            |
|------------------|----------------------|------------------------|
| Glomerales       | Glomeraceae          | <i>Glomus</i>          |
|                  |                      | <i>Funneliforme</i>    |
|                  |                      | <i>Rhizophagus</i>     |
|                  |                      | <i>Sclerocystis</i>    |
| Diversisporales  | Claroideoglomeraceae | <i>Claroideoglomus</i> |
|                  | Diversisporaceae     | <i>Redeckera</i>       |
|                  |                      | <i>Diversispora</i>    |
|                  |                      | <i>Otopora</i>         |
|                  | Acalulosporaceae     | <i>Acaulospora</i>     |
|                  | Entrophosporaceae    | <i>Entrophospora</i>   |
|                  | Gigasporaceae        | <i>Gigaspora</i>       |
|                  |                      | <i>Scutellospora</i>   |
| <i>Racocetra</i> |                      |                        |
| Pacisporaceae    | <i>Pacispora</i>     |                        |
| Archaeosporales  | Geosiphonaceae       | <i>Geosiphon</i>       |
| Paraglomerales   | Paraglomeraceae      | <i>Paraglomus</i>      |

**Fuente:** Schübler y Walker (2010)

**Elaborado por:** La Autora

### 2.2.5 Tipos de Micorrizas.

Hasta el momento se ha podido distinguir tres grupos fundamentales según la estructura de la micorriza formada: Ectomicorrizas o formadoras de manto; Ectendomicorrizas, que incluye Arbutoides y Monotropoides; y las Endomicorrizas, caracterizadas por la colonización intracelular del hongo, y que a su vez se subdividen en Ericoides, Orquidoides y Arbusculares (Read, 1999).

Carrillo (2015) describe los tipos de micorrizas de la siguiente manera:

- **Ectomicorriza:** En las ectomicorrizas el micelo invade la raíz sin entrar en el interior de las células; en este grupo se encuentran todos los hongos comestibles.
- **Ectendomicorriza:** En este tipo de micorriza concurren las características de las ectomicorrizas al tiempo que hay penetración al interior de las células corticales por hifas septadas. Los hongos asociados son reconocidos como formadores de ectomicorrizas, lo cual se convierte en un argumento para que esta asociación considere como un caso especial de simbiosis. Existen dos clases de estas: ericoide y monotropoide.
- **Endomicorriza:** En las endomicorrizas el micelo invade la raíz e inicialmente es intercelular, pero luego penetra en el interior de las

células radicales desde la rizodermis hasta las células corticales. Pueden ser de tres clases: orquideoide, arbustoide y arbuscular (Carrillo, 2015).

### **2.2.6 Etapas en el establecimiento de las micorrizas.**

El establecimiento de la simbiosis micorrízica va a depender de las interacciones entre los tres componentes más importantes del sistema: el hongo, las plantas y las condiciones ambientales. Su presencia puede implicar que ocurran procesos de reconocimiento entre los simbioses, compatibilidad y especificidad, los cuales condicionan su expresión y conducen a la integración morfológica y funcional de las asociaciones (Sánchez, 1999).

### **2.2.7 Etapas de la simbiosis.**

En el proceso de establecimiento de una relación simbiótica micorriza vesículo - arbuscular. Pueden diferenciarse cuatro etapas:

***Primera etapa o de precolonización:*** Las raíces de las plantas susceptibles son infectadas con M.V.A., siempre y cuando esté presente una estructura infectiva del hongo, que luego entra en contacto con los pelos absorbentes de las raíces. Se consideran órganos o unidades infectivas: las esporas y otras estructuras del hongo u otra raíz ya infectada. Bajo

condiciones favorables la infección puede ocurrir en un tiempo de 2 a 3 días (Soeverding, 1989).

**Segunda etapa o de colonización y distribución:** Una vez el hongo ha infectado la raíz, se distribuye en ella, creciendo intercelular e intracelularmente infectando toda la corteza de la raíz. Entrando a conformar el micelio interno, arbuscúlos y vesículas. La duración del proceso de infestación depende del ambiente, de la especie vegetal y por su puesto del hongo, tardando desde 10 días hasta varias semanas (Soeverding, 1989).

**Tercera etapa o de estabilización o efectividad:** Simultáneamente a la formación de estructuras internas, el hongo forma el micelio externo, órgano a través del cual el hongo absorbe los nutrientes y los transporta a la raíz de la planta, en este momento es cuando la simbiosis empieza a funcionar en forma benéfica para la planta (Soeverding, 1989).

**Cuarta etapa o de reproducción:** De 1 - 4 meses después de la tercera etapa, el hongo empieza a reproducirse formando esporas asexuales en el micelio externo. Las esporas son órganos de reproducción del hongo, que puede perdurar latentes por largos tiempos en el suelo, especialmente en épocas que no hay hospedero a su alcance (Soeverding, 1989).

### 2.2.8 ¿Qué es lo que hace una micorriza?

El artículo publicado por Agricultureros (2015) señala que:

- Una micorriza una vez que se ha depositado dentro en las raíces de la planta, lo que hace luego es crear esa tela de araña en la raíz, de manera que ya no tenemos una rizosfera, si no que una micorrizosfera, por lo que un nutriente inmóvil la planta podrá absorberlo y una planta sin micorrizosfera no podrá ser capaz de hacer aquello, por esa razón que las micorrizas son importantes, pero no solo de manera nutricional son importantes.
- Podemos ver un esquema de raíz con el hongo creciendo de forma vertical y como se extienden las hijas a lo largo de la raíz. En el interior de la raíz hay estos arbolitos, que corresponde al lugar de donde se intercambian nutrientes con las plantas. Las raíces también forman esporas intrarradicales y luego tenemos otros arbolitos externos, que sería en donde las micorrizas captan los nutrientes y los transfieren a la planta.
- Además, lo que va hacer las micorrizas es agarrar las partículas de suelo y formará agregados estables. Nunca debemos de olvidar que el suelo está vivo, por lo que, si nosotros ocupamos solo un componente muy específico del suelo, estamos perdiendo un montón de otras cosas, tenemos que tener un conjunto de biodiversidad en el suelo, que es lo que realmente hace funcionar a una planta y que la hace funcionar de manera equilibrada.

- Estos arbolitos no hacen ningún daño a la raíz, y lo que hacen es alimentar a la planta donde toma fosforo, nutrientes y agua, lo pasa como en vena y se lo da al interior de la raíz, y lo que le va a dar la raíz son fotostatos para que siga creciendo y aportando de nutrientes el hongo, pero todo de una forma muy equilibrada, donde lo es todo, donde la micorriza es la reina del equilibrio con la planta y con toda la micro biota del suelo (AGRICULTURERS, 2015).

### **2.2.9 Las Micorrizas en la absorción de nutrientes.**

Las micorrizas son productoras de enzimas hidrolíticas como proteasas y fosfatasas, estas últimas necesarias en la solubilización del fósforo y mineralización del fósforo orgánico, incrementando los nutrientes disponibles para el mantenimiento de un sistema saludable suelo-planta (Bernal y Morales, 2006).

La colonización micorrízica también puede incrementar la utilización de otros nutrimentos del suelo. Se han encontrado concentraciones mayores de nitrógeno (N) como efecto indirecto por la estimulación de la fijación simbiótica, potasio (K), hierro (Fe), manganeso (Mn), cloro (Cl), magnesio (Mg), y microelementos como Zinc (Zn), Azufre (S), Boro (B) y Molibdeno (Mo) en plantas micorrizadas (Duchicela, 2001).

### **2.2.10 Importancia de las Micorrizas en la Agricultura.**

Los autores Betlenfalvay y Linderman (2010) concluyen que “si el objetivo es reducir los insumos químicos por razones ambientales y de salud, entonces se necesita restablecer los hongos micorrizógenos y otros microbios benéficos a un alto nivel de efectividad para compensar la reducción de insumo” (Betlenfalvay y Linderman, 2010).

En la actualidad una de las técnicas que se está utilizando para mejorar la absorción del fósforo y otros nutrientes de baja solubilidad y movilidad en el suelo, es el uso de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA), los cuales se caracterizan por producir unas estructuras denominadas arbusculos en todos los casos y vesículas en la mayoría de ellos. Estas estructuras entran en simbiosis con las raíces, produciendo la transferencia bidireccional de nutrientes entre la planta y el hongo (Conrado- Bravo, 2015).

Según Betlenfalvay citado por Blanco y Salas (1996) en su artículo Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica: Esta estrategia coincide con el punto de vista que el grado de empobrecimiento o desaparición de la microflora MA es un indicador del descenso en estabilidad del sistema planta-suelo, de la misma forma que el nivel de estrés causado por las prácticas culturales en una medida de sostenibilidad de la agricultura (Blanco y Salas, 1996).

El potencial de manejo de la micorriza arbuscular en la agricultura ha sido demostrado por numerosos trabajos realizados bajo condiciones de campo y de invernadero, en los cuales se han evidenciado los efectos benéficos de la inoculación con HMA sobre la nutrición, crecimiento y producción de plantas de importancia agrícola como el banano (González y Cuenca, 2008).

Aunque en casi todos los suelos agrícolas están presentes poblaciones de HMA nativas, con frecuencia las prácticas agrícolas intensivas como la labranza y el uso indiscriminado de agroquímicos conlleva a que éstas sean insuficientes o ineficientes para el establecimiento de una simbiosis mutualista, que incremente el crecimiento y producción de las plantas hospederas (Cheng y Baumgartner, 2004).

En estos casos, la eficiencia de la micorriza puede ser incrementada ya sea por manejo cultural de los hongos nativos de un determinado suelo, o por inoculación con hongos introducidos más eficientes (Cuenca, Cáceres, Oirdobro, Hasmy y Urdaneta, 2007).

La efectividad de los HMA nativos puede ser mayor en comparación con los HMA introducidos debido, probablemente, a una mayor adaptación al medio. Sin embargo, algunos estudios han mostrado resultados contradictorios. Mientras algunos resultados señalan que en comparación al

inóculo introducido, los nativos pueden provocar una mejor respuesta de crecimiento de las plantas (González-Chavéz y Ferrera-Cerrato, 1993).

Barbosa, Ribeiro y Da Silva (2002), en su trabajo de investigación formadores de micorrizas arbusculares y la materia orgánica en la aclimatación de las plántulas de plátano, cultivo de bababna Nanicão, mencionan que la acción benéfica de los HMA incrementó el perímetro del tallo en los tratamientos inoculados con micorrizas, con respecto a los no inoculados.

Barrer (2009), en su artículo: El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura, manifiesta que el uso de HMA en la agricultura contribuye a mejorar el nivel nutricional de la planta lo que se ve reflejado en mayor masa seca, crecimiento y área foliar de la planta.

Simó, Ruiz y Rivera (2015), en un trabajo realizado en La Habana, Cuba: Manejo de la simbiosis micorrízica arbuscular y el suministro de nutrientes en plantaciones de banano cv. 'fhia-18' (*Musa AAAB*) en suelo pardo mullido carbonatado, manifiestan que las concentraciones foliares de potasio se asociaron directamente con el rendimiento y con la respuesta del banano a la inoculación micorrízica.

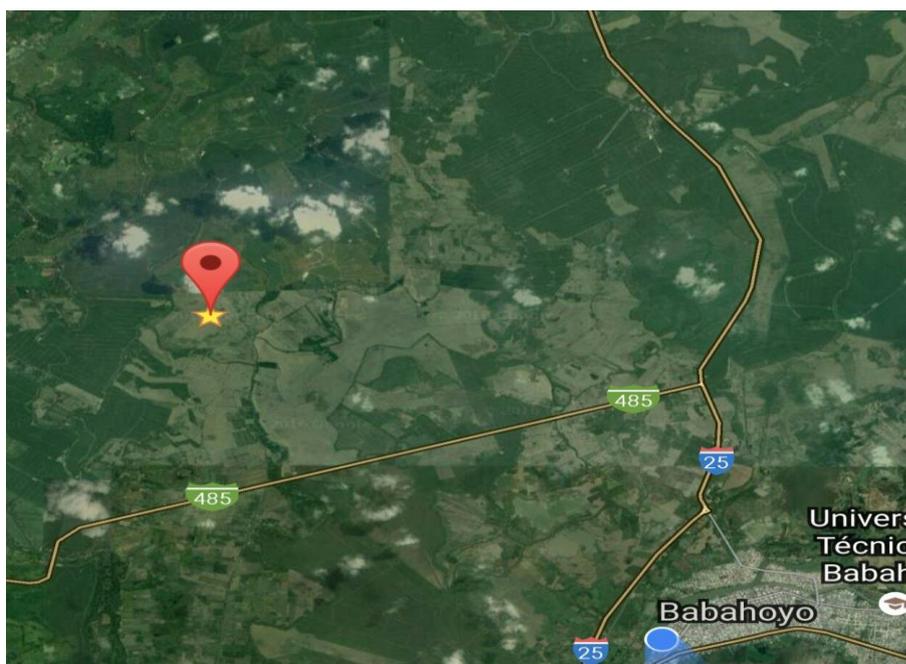
### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Localización del Ensayo

El presente trabajo de investigación, se realizó en la hacienda “LA DOLORES” ubicada en el Km 10 vía a Baba cantón Babahoyo – provincia de Los Ríos durante el periodo del 17 de Octubre de 2016 hasta el 24 de Febrero del 2017.

Ubicado geográficamente: Latitud sur es 1° 44'32.9” y Longitud oeste a 79° 36'36.8”.

**Gráfico 1.** Ubicación geográfica Hacienda La Dolores.



Fuente: Google Maps 2016

### 3.2 Condiciones climáticas de la zona.

**Tabla 3.** Condiciones climáticas de la zona

| CARACTERÍSTICA CLIMÁTICA        |         |
|---------------------------------|---------|
| Temperatura °C                  | 27 a 30 |
| Humedad Relativa (%)            | 82      |
| Precipitación anual (mm)        | 1635    |
| Evaporación (mm)                | 109.1   |
| Velocidad media del viento km/h | 1.5     |
| Altitud m.s.n.m                 | 10      |
| Heliofanía                      | 97.2    |

**Elaborado por:** La Autora

### 3.3 Materiales

#### 3.3.1 Material biológico.

- Banano Cavendish
- Micorrizas

#### 3.3.2 Material técnico.

- Cinta métrica
- Libreta de campo
- Bolígrafo

- Botas
- Gorra

### **3.3.3 Material tecnológico.**

- Computadora
- Cámara Fotográfica
- Teléfono Móvil

### **3.4. Tratamientos estudiados**

Los tratamientos estudiados fueron tres dosis del biofertilizantes micorrizas:

T1: 5 g/planta, T2: 10g/planta y T3: 15g/planta. También se incluyó un tratamiento testigo, al cual no se aplicó el biofertilizante.

### **3.5. Diseño Experimental**

Durante la investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cinco repeticiones.

### **3.6. Análisis de la Varianza**

El esquema del análisis de la varianza se indica a continuación:

**Tabla 4.** Cuadro de ANDEVA

| F. de V.            | GL             |
|---------------------|----------------|
| <b>Repeticiones</b> | (r-1) 4        |
| <b>Tratamientos</b> | (t-1) 3        |
| <b>Error</b>        | (r-1) (t-1) 12 |
| <b>Total</b>        | (r x t-1) 19   |

**Elaborado por:** La Autora

### **3.7. Análisis Funcional**

Para realizar las comparaciones de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

### **3.8. Manejo del ensayo**

Las aplicaciones de micorrizas en los tratamientos estudiados se realizaron con intervalo de 15 días en la época de aplicación según el cronograma de trabajo.

### **3.9. Variables evaluadas**

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

### **3.9.1. Altura de planta (m).**

Esta variable se registró al primer día de aplicación, a los 15 días y a los 30 días posteriores.

### **3.9.2. Diámetro del pseudotallo (mm).**

Los datos se tomaron durante las mismas épocas en que se registró la altura de planta.

### **3.9.3. Número de hojas.**

Igual que en los casos anteriores.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Altura de planta (m)**

Los resultados obtenidos en esta variable se registraron al primer día, a los 15 días y a los 30 días de aplicación de los biofertilizantes.

#### **4.1.1. Altura de planta determinada al primer día de aplicación.**

Los resultados obtenidos en esta variable se presentan en la Tabla 1. Se observó que al aplicar el biofertilizante en dosis de 15 g/planta se obtuvo el promedio más alto con 1.61 m seguido del tratamiento 2 (10g/planta) con 1.52 unidades. Se determinó que el menor promedio con 1.09 m correspondió al testigo.

Al realizar el análisis de la varianza (Tabla 2) se observó que hubo diferencias significativas en repeticiones y tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan para tratamientos se determinó dos rangos de significancia (a y b). El promedio general fue de 1.42 m y el CV de 16.02 %.

**Tabla 1.** Altura de planta determinada al primer día de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |      |      |      |      | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------|
|            |                               | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1          | 5                             | 1.40         | 1.15 | 1.21 | 2.05 | 1.57 | 1.48 a    |
| 2          | 10                            | 1.18         | 1.13 | 1.64 | 1.90 | 1.73 | 1.52 a    |
| 3          | 15                            | 1.22         | 1.32 | 1.47 | 2.07 | 1.97 | 1.61 a    |
| 4          | Testigo                       | 0.98         | 1.22 | 1.12 | 1.05 | 1.08 | 1.09 b    |
| $\bar{X}$  |                               |              |      |      |      |      | 1.42      |
| CV         |                               |              |      |      |      |      | 16.02 %   |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 2.** Análisis de la varianza de altura de planta al primer día de aplicación.

| F de V       | GL | SC   | CM    | F cal | F. Tab |      |
|--------------|----|------|-------|-------|--------|------|
|              |    |      |       |       | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 1.00 | 0.249 | 4.80* | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 0.79 | 0.262 | 5.05* | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 0.62 | 0.052 |       |        |      |
| Total        | 19 | 2.41 |       |       |        |      |

\*: Significativo

Elaborado por: La Autora

#### 4.1.2. Altura de planta determinada a los 15 días de aplicación

En la Tabla 3, se presentan los promedios de altura de planta registrado en la variedad de banano Cavendish, al cual se le aplicó tres dosis del biofertilizantes micorrizas. Se determinó el valor más alto con 1.83 m seguida de 1.73 m, en su orden, para el tratamiento 3 y tratamiento

2. En el testigo se determinó el menor promedio con 1.18 m. Cabe mencionar que todos los tratamientos que contuvieron hongos micorrízicos arbusculares fueron superiores al testigo.

En la Tabla 4, se presentan los resultados obtenidos en el análisis de la varianza realizado. Se determinó que hubo diferencias estadísticas al nivel del 5 % para repeticiones y 1 % para tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan se determinó dos rangos de significancia correspondiendo la significancia estadística a las 3 dosis del biofertilizante aplicado en comparación con el testigo.

El promedio general fue de 1.59 m y el CV de 13.01 %.

**Tabla 3.** Altura de planta determinada a los 15 días de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |      |      |      |      | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------|
|            |                               | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1          | 5                             | 1.52         | 1.36 | 1.40 | 2.19 | 1.72 | 1.64 a    |
| 2          | 10                            | 1.40         | 1.31 | 1.93 | 2.02 | 1.91 | 1.71 a    |
| 3          | 15                            | 1.60         | 1.46 | 1.86 | 2.15 | 2.08 | 1.83 a    |
| 4          | Testigo                       | 1.09         | 1.29 | 1.19 | 1.16 | 1.16 | 1.18 b    |
| $\bar{X}$  |                               |              |      |      |      |      | 1.59      |
| CV         |                               |              |      |      |      |      | 13.01 %   |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 4.** Análisis de la varianza de altura de planta a los 15 días de m aplicación.

| F de V       | GL | SC   | CM    | F cal  | F. Tab |      |
|--------------|----|------|-------|--------|--------|------|
|              |    |      |       |        | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 0.76 | 0.191 | 4.46*  | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 1.23 | 0.408 | 9.54** | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 0.51 | 0.043 |        |        |      |
| Total        | 19 | 2.50 |       |        |        |      |

\*: Significativo

\*\* : Altamente Significativo

Elaborado por: La Autora

#### 4.1.3. Altura de planta determinada a los 30 días de aplicación

Los resultados de los promedios obtenidos en la variable indicada se presentan en la Tabla 5. Se vio que con ladosis 3 se obtuvo el mayor crecimiento con 2.00 m, seguido de las dosis de biofertilizante 2 y 1 que presentaron promedios de 1.89 y 1.86 m, respectivamente. El menor promedio se obtuvo en el testigo el cual correspondió a 1.25 m.

Al realizar el análisis de la varianza (Tabla 6) se observó que hubo diferencias altamente significativas en tratamientos, mientras que en repeticiones la diferencia fue significativa. Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad se determinó dos rangos de significancia (a y b), siendo el primero que correspondió para las tres dosis de biofertilizantes y el segundo rango fue para el testigo. El promedio general fue de 1.75 m y el CV de 10.83 %.

**Tabla 5.** Altura de planta determinada a los 30 días de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |      |      |      |      | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------|
|            |                               | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1          | 5                             | 1.69         | 1.63 | 1.72 | 2.34 | 1.90 | 1.86 a    |
| 2          | 10                            | 1.62         | 1.48 | 2.10 | 2.19 | 2.06 | 1.89 a    |
| 3          | 15                            | 1.67         | 1.66 | 2.16 | 2.31 | 2.22 | 2.00 a    |
| 4          | Testigo                       | 1.17         | 1.34 | 1.31 | 1.22 | 1.22 | 1.25 b    |
| $\bar{X}$  |                               |              |      |      |      |      | 1.75      |
| CV         |                               |              |      |      |      |      | 10.83 %   |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 6.** Análisis de la varianza de altura de planta a los 30 días de aplicación

| F de V       | GL | SC   | CM    | F cal   | F. Tab |      |
|--------------|----|------|-------|---------|--------|------|
|              |    |      |       |         | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 0.72 | 0.180 | 5.01*   | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 1.72 | 0.572 | 15.93** | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 0.43 | 0.036 |         |        |      |
| Total        | 19 | 2.87 |       |         |        |      |

\*: Significativo

\*\* : Altamente Significativo

Elaborado por: La Autora

Los resultados obtenidos principalmente en las evaluaciones realizadas a los 15 y 30 días permite indicar de que al aplicar las dosis del biofertilizante el que sobresale es el tratamiento 3 (15 g/planta), seguido del segundo tratamiento (10 g/planta), mientras que en todos los casos el testigo presentó el menor crecimiento.

Lo obtenido permite afirmar que el biofertilizante incide significativamente en el crecimiento de la planta de banano; mientras que el testigo y como era de esperarse su desarrollo fue lento. Los resultados obtenidos concuerdan con lo que señala Bolaños, Asakawa y Gañán (2011) en su artículo: Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos fitoparásitos: los resultados obtenidos confirman el beneficio en el crecimiento de plántulas de *Musa* spp., como respuesta a la micorrización presentada por las especies de Hongos Micorrízicos Arbusculares del inoculo comercial. En este caso, el incremento se asoció con una mayor absorción de nutrientes, ya que se encontró que las plantas micorrizadas presentaron mayores contenido de fosforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), y cobre (Cu) que el mostrado por las plantas sin micorrización.

#### **4.2. Diámetro del pseudotallo (mm)**

Los valores obtenidos en esta variable se determinaron al primer día, a los 15 días y a los 30 días de aplicación de los biofertilizantes.

##### **4.2.1. Diámetro del pseudotallo determinado al primer día de aplicación.**

Al evaluar el efecto del biofertilizante (micorrizas) en relación al diámetro del pseudotallo (Tabla 7), se pudo observar que el valor más alto

del diámetro obtenido corresponde al tratamiento 3 con 36.3 mm; mientras que el menor valor se dio en el testigo con 24.8 mm.

Al realizar el análisis de la varianza (Tabla 8) se observó que hubo diferencias altamente significativas en tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad para tratamientos se determinó dos rangos de significancia (a y b). El primer rango correspondió a las tres dosis de biofertilizante aplicadas, finalmente se encuentra las plantas control (sin micorrizas) las cuales se ubican en el último rango de significancia. El promedio general fue de 32.1 mm y el CV de 14.83 %.

**Tabla 7.** Diámetro del pseudotallo (mm) determinada al primer día de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |      |      |      |      | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------|
|            |                               | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1          | 5                             | 29.6         | 27.6 | 27.4 | 43.2 | 33.2 | 32.2 a    |
| 2          | 10                            | 27.4         | 26.0 | 38.4 | 45.0 | 37.6 | 34.9 a    |
| 3          | 15                            | 26.0         | 28.8 | 36.0 | 46.2 | 44.6 | 36.3 a    |
| 4          | Testigo                       | 22.0         | 27.4 | 24.4 | 25.0 | 25.4 | 24.8 b    |
| $\bar{X}$  |                               |              |      |      |      |      | 32.1      |
| CV         |                               |              |      |      |      |      | 14.83 %   |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 8.** Análisis de la varianza del diámetro del pseudotallo (mm) al primer día de aplicación.

| F de V       | GL | SC      | CM      | F cal  | F. Tab |      |
|--------------|----|---------|---------|--------|--------|------|
|              |    |         |         |        | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 503.25  | 125.812 | 5.57** | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 391.24  | 130.413 | 5.77*  | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 271.20  | 22.600  |        |        |      |
| Total        | 19 | 1165.69 |         |        |        |      |

\*: Significativo

\*\* : Altamente Significativo

Elaborado por: La Autora

#### 4.2.2. Diámetro del pseudotallo determinado a los 15 días de aplicación.

Los valores de esta variable se presentan en la Tabla 9, donde todos los tratamientos con biofertilizante fueron superiores al testigo (sin biofertilizante). El tratamiento 3 se comportó como el mejor tratamiento para esta variable dando un diámetro del pseudotallo de 38.1 mm, mientras que el tratamiento testigo obtuvo un promedio de 25.8 mm.

En la Tabla 10, se presentan los resultados obtenidos en el análisis de la varianza realizado. Se observa que se encontraron diferencias estadísticas al nivel del 5 % y 1 % para repeticiones y tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan se determinó dos rangos, ubicándose en el primer rango de significancia a las 3 dosis de biofertilizante aplicadas, mientras que el testigo presentó el nivel más bajo de significancia. El promedio general fue de 33.7 mm y el CV de 13.72 %.

**Tabla 9.** Diámetro del pseudotallo determinado a los 15 días de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |      |      |      |      | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------|
|            |                               | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1          | 5                             | 31.6         | 29.0 | 29.6 | 45.2 | 35.4 | 34.2 a    |
| 2          | 10                            | 28.8         | 28.0 | 40.2 | 47.2 | 38.8 | 36.6 a    |
| 3          | 15                            | 28.2         | 31.0 | 38.0 | 47.6 | 45.6 | 38.1 a    |
| 4          | Testigo                       | 22.8         | 28.4 | 25.2 | 26.0 | 26.4 | 25.8 b    |
| $\bar{X}$  |                               |              |      |      |      |      | 33.7      |
| CV         |                               |              |      |      |      |      | 13.72 %   |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 10.** Análisis de la varianza del diámetro del pseudotallo a los 15 días de aplicación.

| F de V       | GL | SC      | CM      | F cal  | F. Tab |      |
|--------------|----|---------|---------|--------|--------|------|
|              |    |         |         |        | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 498.14  | 124.535 | 5.85** | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 454.20  | 151.399 | 7.11** | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 255.65  | 21.304  |        |        |      |
| Total        | 19 | 1207.99 |         |        |        |      |

\*\* : Altamente Significativo

Elaborado por: La Autora

#### 4.2.3. Diámetro del pseudotallo determinado a los 30 días de aplicación.

En la Tabla 11, se presenta el efecto de los diferentes tratamientos del biofertilizante en relación al diámetro del pseudotallo, se puede apreciar que todos los tratamientos con micorrizas obtuvieron los mayores valores. Se

vio que con la dosis 3 (15 g/plta), se obtuvo un mayor diámetro con 40.3 mm, seguido de las dosis 2 y 1 que presentaron promedios de 38.6 y 35.6 mm, respectivamente. El menor promedio se obtuvo en el testigo el cual correspondió a 26.7 mm. Estos datos sugieren que las micorrizas aportan en el aumento del diámetro del tallo de plantas de banano.

En lo que concierne a esta variable, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre repeticiones y tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad para tratamientos (Tabla 12) se determinó dos rangos de significancia (a y b). Los tratamientos con biofertilizante se ubicaron en el primer rango de significancia y en segundo rango el testigo. El promedio general fue de 35.3 mm y el CV de 12.61 %.

**Tabla 11.** Diámetro del pseudotallo (mm) determinado a los 30 días de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |      |      |      |      | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|------|------|------|------|-----------|
|            |                               | 1            | 2    | 3    | 4    | 5    |           |
| 1          | 5                             | 33.8         | 30.8 | 31.4 | 46.8 | 35.4 | 35.6 a    |
| 2          | 10                            | 31.8         | 30.2 | 42.0 | 49.0 | 40.0 | 38.6 a    |
| 3          | 15                            | 31.2         | 34.0 | 40.0 | 49.6 | 46.8 | 40.3 a    |
| 4          | Testigo                       | 23.8         | 29.4 | 26.2 | 27.0 | 27.2 | 26.7 b    |
| $\bar{X}$  |                               |              |      |      |      |      | 35.3      |
| CV         |                               |              |      |      |      |      | 12.61 %   |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 12.** Análisis de la varianza del diámetro del pseudotallo a los 30 días de aplicación.

| F de V       | GL | SC      | CM      | F cal  | F. Tab |      |
|--------------|----|---------|---------|--------|--------|------|
|              |    |         |         |        | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 437.45  | 109.363 | 5.51** | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 549.10  | 183.035 | 9.23** | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 238.04  | 19.836  |        |        |      |
| Total        | 19 | 1224.59 |         |        |        |      |

\*\* : Altamente Significativo  
 Elaborado por: La Autora

Lo anterior comprueba que los tratamientos con micorrizas (biofertilizante) superaron al testigo. La micorrización contribuyó al aprovechamiento más eficiente de ciertos nutrientes, obteniendo un mejor desarrollo de la planta y por ende un aumento en el diámetro del pseudotallo de banano, esta variable es utilizada por los agricultores para poder predecir cuál sería su producción, al parecer conforme aumenta el diámetro existe un incremento en el número de manos de banano. Los resultados obtenidos coinciden con la investigación realizada por Barbosa, Ribeiro y Da Silva (2002), en su trabajo de investigación formadores de micorrizas arbusculares y la materia orgánica en la aclimatación de las plántulas de plátano, mencionan que la acción benéfica de los hongos micorrizas arbusculares (HMA) incrementó el diámetro del pseudotallo en los tratamientos inoculados con micorrizas, con respecto a los no inoculados.

### **4.3. Número de hojas**

Los resultados obtenidos en esta variable se determinaron al primer día, a los 15 días y a los 30 días de aplicación del biofertilizante.

#### **4.3.1. Número de hojas determinado al primer día de aplicación.**

En la Tabla 13, se presenta el efecto de los diferentes tratamientos de micorrizas sobre el área foliar de las plantas de banano. Los valores más altos se obtuvieron en los tratamientos 2 y 3 presentando un promedio de 12 hojas para cada tratamiento, siendo diferente estadísticamente del valor obtenido por el testigo sin aplicación (9 hojas) fue el que presentó el menor promedio.

En este contexto se presenta en la Tabla 14, los resultados del análisis de la varianza de los valores obtenidos en esta variable. Se observó que hubo diferencias significativas en tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad se determinó dos rangos de significancia (a y b), se puede observar que todos los tratamientos con biofertilizante se situaron en el primer rango de significancia, mientras que las plantas sin biofertilizante obtuvieron el segundo rango de significancia. El promedio general fue de 11 hojas y el CV de 8.91 %.

**Tabla 13.** Número de hojas determinado al primer día de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |    |    |    |    | $\bar{x}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|----|----|----|----|-----------|
|            |                               | 1            | 2  | 3  | 4  | 5  |           |
| 1          | 5                             | 10           | 10 | 10 | 12 | 11 | 11 ab     |
| 2          | 10                            | 11           | 10 | 12 | 14 | 11 | 12 a      |
| 3          | 15                            | 10           | 10 | 12 | 13 | 13 | 12 a      |
| 4          | Testigo                       | 9            | 10 | 9  | 9  | 10 | 9 b       |
| $\bar{x}$  |                               |              |    |    |    |    | 11        |
| CV         |                               |              |    |    |    |    | 8.91 %    |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 14.** Análisis de la varianza de número de hojas al primer día de aplicación.

| F de V       | GL | SC    | CM    | F cal              | F. Tab |      |
|--------------|----|-------|-------|--------------------|--------|------|
|              |    |       |       |                    | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 11.70 | 2.925 | 3.16 <sup>NS</sup> | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 16.40 | 5.467 | 5.91*              | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 11.10 | 0.925 |                    |        |      |
| Total        | 19 | 39.20 |       |                    |        |      |

\*: Significativo

NS: No Significativo

Elaborado por: La Autora

#### 4.3.2. Número de hojas determinado a los 15 días de aplicación.

Con respecto al número de hojas, obtenido por las plantas de la variedad de banano Cavendish sometidas a los diferentes tratamientos, tal como se observó en la Tabla 15. Se observó que los tres tratamientos con micorrizas se comportaron iguales estadísticamente con un número de 12

hojas. Mientras que el tratamiento testigo con 10 unidades fue el que menor valor obtuvo.

En la Tabla 16, se muestran los resultados del análisis de la varianza se observó que hubo diferencias significativas en tratamientos. Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad se determinó dos rangos de significancia (a y b), siendo el primero que correspondió para las tres dosis del biofertilizante y el segundo rango fue para el testigo. El promedio general fue de 11 hojas y el CV de 7.18 %.

**Tabla 15.** Número de hojas determinado a los 15 días de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |    |    |    |    | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|----|----|----|----|-----------|
|            |                               | 1            | 2  | 3  | 4  | 5  |           |
| 1          | 5                             | 11           | 11 | 12 | 13 | 12 | 12 a      |
| 2          | 10                            | 11           | 10 | 13 | 14 | 12 | 12 a      |
| 3          | 15                            | 11           | 11 | 12 | 13 | 13 | 12 a      |
| 4          | Testigo                       | 9            | 11 | 10 | 10 | 10 | 10 b      |
| $\bar{X}$  |                               |              |    |    |    |    | 11        |
| <b>CV</b>  |                               |              |    |    |    |    | 7.18 %    |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 16.** Análisis de la varianza de número de hojas a los 15 días de aplicación.

| F de V       | GL | SC    | CM    | F cal  | F. Tab |      |
|--------------|----|-------|-------|--------|--------|------|
|              |    |       |       |        | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 10.70 | 2.675 | 3.96*  | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 14.15 | 4.717 | 6.99** | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 8.10  | 0.675 |        |        |      |
| Total        | 19 | 32.95 |       |        |        |      |

\*: Significativo

\*\* : Altamente Significativo

Elaborado por: La Autora

#### 4.3.3. Número de hojas determinado a los 30 días de aplicación.

En la Tabla 17, se presenta los promedios del número de hojas registradas en la variedad de banano Cavendish, al cual se le aplicó tres dosis del biofertilizante. Se determinó el valor más alto con 13 hojas, para los tratamientos 1, 2 y 3. En el testigo se determinó el menor promedio con 11 unidades.

Se realizó el análisis de varianza para el número de hojas, como se muestra en la Tabla 18. No se encontraron diferencias significativas para las repeticiones, mientras que para los tratamientos hubo diferencias a nivel del 5% y 1 %. Al realizar la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad se determinó dos rangos de significancia correspondiendo la significancia estadística a las 3 dosis del biofertilizante aplicadas en comparación con el testigo. El promedio general fue de 12 hojas y el CV de 4.85 %.

**Tabla 17.** Número de hojas determinado a los 30 días de aplicación del biofertilizante, evaluado en la variedad de banano Cavendish.

| N°<br>Trat | Biofertilizante<br>(g/planta) | Repeticiones |    |    |    |    | $\bar{X}$ |
|------------|-------------------------------|--------------|----|----|----|----|-----------|
|            |                               | 1            | 2  | 3  | 4  | 5  |           |
| 1          | 5                             | 13           | 12 | 13 | 13 | 12 | 13 a      |
| 2          | 10                            | 13           | 12 | 13 | 14 | 12 | 13 a      |
| 3          | 15                            | 13           | 13 | 13 | 13 | 14 | 13 a      |
| 4          | Testigo                       | 10           | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 b      |
| $\bar{X}$  |                               |              |    |    |    |    | 12        |
| CV         |                               |              |    |    |    |    | 4.85 %    |

Elaborado por: La Autora

**Tabla 18.** Análisis de la varianza de número de hojas a los 30 días de aplicación.

| F de V       | GL | SC    | CM    | F cal               | F. Tab |      |
|--------------|----|-------|-------|---------------------|--------|------|
|              |    |       |       |                     | 5 %    | 1 %  |
| Repeticiones | 4  | 1.30  | 0.325 | 0.91 <sup>NS</sup>  | 3.26   | 5.41 |
| Tratamientos | 3  | 16.95 | 5.650 | 15.77 <sup>**</sup> | 3.49   | 5.95 |
| Error        | 12 | 4.30  | 0.358 |                     |        |      |
| Total        | 19 | 22.55 |       |                     |        |      |

**\*\*:** Altamente Significativo

**NS:** No Significativo

Elaborado por: La Autora

Los resultados obtenidos en la aplicación de biofertilizante (micorrizas) lograron influir sobre el área foliar del banano, lo que indica que la simbiosis con micorrizas produce cambios físicos, bioquímicos y fisiológicos en las raíces colonizadas que conducen a un mejor estado general de las plantas y sus diferentes órganos. La aplicación de hongos

micorrízicos arbusculares mejora la eficiencia fotosintética de las hojas y aumenta el crecimiento de las plantas. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación concuerdan con lo que señala Barrer (2009). En su artículo: El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura, manifiesta que el uso de HMA en la agricultura contribuye a mejorar el nivel nutricional de la planta lo que se ve reflejado en mayor masa seca, crecimiento y área foliar de la planta. Simó, Ruiz y Rivera (2015), en un trabajo realizado en La Habana, Cuba: Manejo de la simbiosis micorrízica arbuscular y el suministro de nutrientes en plantaciones de banano cv. 'fhia-18' (*Musa AAAB*) en suelo pardo mullido carbonatado, manifiestan que las concentraciones foliares de potasio se asociaron directamente con el rendimiento y con la respuesta del banano a la inoculación micorrízica.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

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

Se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación, donde la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares en el cultivo de banano crean las condiciones ideales para un mejor crecimiento y desarrollo vegetativo.

La inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares en plantas de banano aportó beneficios significativos ayudando a mejorar el nivel nutricional de la planta lo que se ve reflejado en un mayor crecimiento de las plantas, aumentando la altura, diámetro del pseudotallo y área foliar, cuando se aplicaron los tratamientos que contenían el biofertilizante, sobresaliendo en todos los casos el tratamiento 3 (15 g/planta), debido a la capacidad que presentan en la asimilación de nutrientes; mientras que el testigo (sin bioestimulante) fue diferente estadísticamente al presentar los menores promedios.

## 5.2 Recomendaciones

Con base al análisis e interpretación de los resultados obtenidos se exponen a continuación las siguientes recomendaciones:

- Realizar estudios sobre la evaluación de las variables de producción como el tamaño del racimo, número de manos y longitud de dedos sobre plantas micorrizadas.
- Mejorar el manejo del suelo y del sistema productivo de banano implementando una fertilización biológica, con el fin de garantizar un desarrollo sostenible del cultivo.
- Realizar investigaciones para determinar de una mejor manera la interacción existente entre las micorrizas y los productos fertilizantes aplicados al cultivo de banano.
- Repetir el ensayo en otras zonas bananeras del Ecuador.

## BIBLIOGRAFÍA

Abbott, L., y Robson, A. (1991). *Factors influencing the occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizas. Agric. Ecosystems Environ*, 35, 121-150.

AGRICULTURERS. (2015). *Micorrizas en la agricultura: usos y beneficios, parte 1*. Obtenido de <http://agriculturers.com/micorrizas-la-agricultura-usos-beneficios-parte-1/>

Barbosa, R., Ribeiro, E., y Da Silva, F. (2002). *Micorriza Arbuscular e materia orgánica na aclimatização de mudas de bananeira, cultivar nanica. Bragantia, Campinas*, 61(3), 277-283. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052002000300009>

Barea, J., Azcón, R., y Azcón, C. (2004). *Mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria. In Plant Surface Microbiology*, 351-372.

Barrer, S. (2009). *El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 129. Obtenido de:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a14.pdf>

Bernal, G., y Morales, R. (2006). *Micorrizas: Importancia, Producción e investigación en el Ecuador*. 56. Quito, Ecuador.

Betlenfalvay , G. J., y Linderman , R. G. (2010). *Preface. In Mycorrhizae in sustainable agriculture*. Wisconsin.

Blanco, F. A., y Salas, E. (1996). *Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica*. *Agronomía Costarricense*, 21(1), 55-67. Obtenido de *Agronomía Costarricense*: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v21n01\\_055.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_055.pdf)

Bolaños, M., Asakawa, N., y Gañán, L. (2011). *Efecto de la micorrización sobre el crecimiento de plántulas de plátano en sustrato con y sin la presencia de nematodos fitoparásitos*. *Acta Agronómica*, 60(4), 297-305. Obtenido de:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169922450001>

Carrillo Sánchez, L. E. (2015). *Herbario CICY*. (G. Carnevali Fernández, Editor). Obtenido de:

[http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde\\_Herbario/2015/2015-11-19-Carrillo-Sanchez-Micorrizas-para-principiantes.pdf](http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2015/2015-11-19-Carrillo-Sanchez-Micorrizas-para-principiantes.pdf)

- Cayón, S. G. (2004). *Ecofisiología y productividad del plátano (Musa AAB Simmonds)*. XVI Reunión Internacional ACORBAT, 172-181.
- Cheng, X., y Baumgartner, K. (2004). *Survey of arbuscular mycorrhizal fungal communities in northern California vineyards and mycorrhizal colonization potential of grapevine nurse stock*. HortScience 39, 1702-1706.
- Conrado- Bravo, C. H. (2015). *Integración de micorrizas y nutrición temprana con fósforo sobre el desarrollo, vigor y calidad de plántulas de banano (Musa AAA) en fase de aclimatación*. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias, Pp. 77.
- Cuenca, G., Cáceres, A., Oirdobro, G., Hasmy, Z., y Urdaneta, C. (2007). *Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales*. Interciencia 32(1), 23-29.
- Duchicela, J. (2001). *Evaluación del uso de endomicorrizas vesículo arbusculares (MVA) en la obtención de plántulas de tomate de árbol Solanum betaceum Cav.* Tesis de Grado, ESPE. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sangolquí-Ecuador.
- FAO.(2004). *La economía mundial del banano 1985 - 2002*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-y5102s.pdf>

González, M., y Cuenca, G. (2008). *Respuesta de plantas de plátano (Musa AAB cv. Hartón) a la inoculación con hongos micorrízicos arbusculares nativos e introducidos, bajo condiciones de campo. Rev. Fac. Agron. (LUZ).*, 473. Obtenidode [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182008000300005yscript=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182008000300005yscript=sci_abstract)

González-Chavéz, M. C., y Ferrera-Cerrato, R. (1993). *Influencia de la endomicorriza vesículo-arbuscular en cuatro variedades de café.* 100 - 112.

Hernández , M. I. (2000). *Las micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como complemento de la nutrición mineral de tomate.* IMCA. Obtenido de:

<http://www.monografias.com/trabajos72/micorrizas-alternativa-ecologica-agricultura-sostenible/micorrizas-alternativa-ecologica-agricultura-sostenible2.shtml>

Hol, G, W. H., y Cook, R. (2005). *An overview of arbuscular mycorrhizal fungi–nematode interactions. Basic. Appl. Ecol.* 6, 489 - 503.

INFOAGRO. (2013). Recuperado el 3 de 10 de 2016, de [http://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_del\\_platano\\_\\_banano\\_\\_.asp](http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_platano__banano__.asp)

INIAP. (2016). *Banano, plátano y otras musáceas*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/web/banano-platano-y-otras-musaceas/>

Jaizme, M., Tenoury, Domínguez, Esquivel, P., y Rodríguez, A. (2002). *Efectos de la micorrización sobre el desarrollo de dos cultivares de platanera micropropagada*. *IINFOMUSA* 11(1), 25-28. Obtenido de [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Infomusa\\_\\_La\\_revista\\_internacional\\_sobre\\_bananos\\_y\\_platanos\\_1380\\_ES.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Infomusa__La_revista_internacional_sobre_bananos_y_platanos_1380_ES.pdf)

López, H., Ferrera, R., Farias, J., Aguilar, S., Bello, M., y López, J. (2005). *Micorriza arbuscular, Bacillus y sustrato enriquecido con vermicomposta en el desarrollo de plantas de. Terra Latinoamericana*, vol. 23, núm. 4, 523-531. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311146011>

Monzón , L. (2007). *Proyecto “Determinación del estado sanitario de plantaciones de banano de la provincia de Formosa*. UNAF.

Noda, Y. (18 de 02 de 2009). *Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos*. Obtenido de:

[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S0864-03942009000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextpid=S0864-03942009000200001)

Ortíz, V. R., y López, M. A. (2001). *El Cultivo del Banano*. Costa Rica: San José.

Pamplona, R. (2006). *Salud por los alimentos*. Safeliz.

Popoff, O. (2016). *Hipertextos del Área de Biología*. Obtenido de <http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>

PROECUADOR. (2016). *Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones*. Obtenido de:

<http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/banano/>

Ramos, D., Terry, A., Soto, F., Cabrera, A., Martín, G., y Fernández, L. (2016). *Respuestas del cultivo de plátano a diferentes proporciones de suelo y Bocashi, complementadas con fertilizantes mineral en etapa de vivero*. *Cultivos Tropicales*, 37, 166-174.

Read, D. J. (1999). *MYCORRHIZA* (Segunda ed.). Varma, Ajit, Hock Bertold (EDS).

Riveros, A., Rosales, F., Romero, J., Romero, C., Jiménez, M., Jiménez, R., . . . Villalobos, M. (2006). *Estandarización de enmiendas orgánicas para banano en América Latina y el Caribe*. *XVII Reunión Internacional Acrobat*, 567-570.

Sánchez, D. (1999). *Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos*. Scielo.

Sharrock , S., y Lusty, C. (2000). *Nutritive value of banana*. INIBAP annual report. Montpellier, 28 - 31. Obtenido de:

file:///C:/Users/Valeria/Downloads/IN000101\_eng.pdf

Schübler, A. y Walker, Ch. 2010. *The Glomeromycota: species list with new familie and new genera*. Obtenido de [http:// www. lz. De /~ schuessler /amphylo/species\\_infos/higher/funneliformis\\_claroideoglomus\\_rhizopagus\\_redecker a.pdf](http://www.lz.de/~schuessler/amphylo/species_infos/higher/funneliformis_claroideoglomus_rhizopagus_redecker_a.pdf).

Simó, J., Ruiz, L., y Rivera, L. (2015). *Manejo de la simbiosis micorrízica arbuscular y el suministro de nutrientes en plantaciones de banano cv. 'fhia-18' (musa aab) en suelo pardo mullido carbonatado*. *Cultivos Tropicales*, vol. 36(no. 4), pp. 43-54. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000400006&script=sci\\_abstract](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000400006&script=sci_abstract)

Smith, S., y Read, D. (1997). *Mycorrhizal symbiosis*. San Diego: Academic Press.

Soeverding, E. (1989). *Aspectos de la taxonomía y la identificación de hongos* (Segunda ed.). Colombia: CIAT.

Soto, M. (1992). *Banano, cultivo y comercialización* (Segunda ed.). Costa Rica: Imprenta Lil. Tibás.

Usuga Osorio, C. E., Castañeda Sánchez, D. A., y Franco Molano, A. E. (2011). Multiplicación de hongos micorriza arbuscular (h.m.a) y efecto de la micorrización en plantas micropropagadas de banano (Musa AAA cv. Gran Enano) (Musaceae). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 61. Obtenido de:

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24727>

Zambrano , J. (2011). *EL BANANO COMO PRODUCTO DE EXPORTACION DEL ECUADOR*. Obtenido de <http://econjz.blogspot.com/2011/02/el-banano-como-producto-de-exportacion.html>

ZIPMEC. (2016). Obtenido de [http://www.zipmec.com/es/banana-historia-produccion-comercio.html#Variedades\\_Banana](http://www.zipmec.com/es/banana-historia-produccion-comercio.html#Variedades_Banana)

# **ANEXOS**

**Figura 1.** Tratamientos y repeticiones en estudio



**Fuente:** La Autora

**Figura 2.** Identificación de la planta



**Fuente:** La Autora

**Figura 3.** Testigos a estudiar



**Fuente:** La Autora

**Figura 4.** Toma de datos del diámetro del pseudotallo



**Fuente:** La Autora

**Figura 5.**Toma de datos y aplicación del biofertilizante a los 15 días



**Fuente:** La Autora

**Figura 6.**Toma de datos y aplicación del biofertilizante a los 30 días



**Fuente:** La Autora

**Figura 7.**Toma de datos altura de la planta



**Fuente:** La Autora

**Figura 8.**Tratamientos y repeticiones



**Fuente:** La Autora

**Figura 9.** Observacion de raíces



**Fuente:** La Autora

**Figura 10.** Comparación del sistema radicular de la planta



**Fuente:** La Autora

**Figura 11.**Raices de la planta de banano con tratamiento



**Fuente:** La Autora

**Figura 12.**Raices de la planta de banano con tratamiento



**Fuente:** La Autora

Dr. Jorge E. Fuentes C.

Laboratorio de Análisis Agrícola / R.U.C.: 1700811134001

Urdesa norte Av. 4ta.#203 y calle 2da.

Telefono: 2387310 / 088675672

Guayaquil - Ecuador

### Caracterización físico - químico de suelos

Propietario:  
Propiedad: Hda. La Dolores  
Localidad: Babahoyo  
Solicitado por: Srta. Jhoana Garcia Rosado

Cultivo: Banano  
Variedad:  
Ingreso: 22 de diciembre/2016  
Salida: 29 de diciembre/2016

|                    |                    |         |     |
|--------------------|--------------------|---------|-----|
| Prmt.              | Unid.              | 2017135 | 1   |
| Arena              | %                  | 22      |     |
| Limo               |                    | 48      |     |
| Arcilla            |                    | 30      |     |
| Clase              | -----              | FA      |     |
| DA                 | gr/cm <sup>3</sup> | 1,12    |     |
| pH                 | u.                 | 6,60    | lac |
| CE 1:1             | mmhos              | 0,33    | m   |
| MO                 | %                  | 3,9     | m   |
| N                  |                    | 0,23    | m   |
| CIC                | meq /              | 28,5    | a   |
| Na                 | 100 gr             | 0,08    | N   |
| K int.             |                    | 0,18    | b   |
| Ca                 |                    | 8,0     | b   |
| Mg                 |                    | 2,7     | m   |
| P                  | ppm                | 28,9    | a   |
| Fe                 |                    | 517,9   | a   |
| Mn                 |                    | 30,4    | a   |
| Zn                 |                    | 2,5     | b   |
| Cu                 |                    | 0,6     | b   |
| RECOMENDACIONES    |                    |         |     |
| Urea               | kg/ha              | 490     |     |
| DAP                |                    | 460     |     |
| KCl                |                    | 996     |     |
| Cal                |                    | 2255    |     |
| SO <sub>4</sub> Zn |                    | 15      |     |



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **García Rosado Jhoanna Konling**, con C.C: # 1204681512 autora del trabajo de titulación: **Evaluación del efecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agropecuaria** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **20 de marzo de 2017**

---

**García Rosado Jhoanna Konling**

C.C:1204681512



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

|   |   |                                   |    |
|---|---|-----------------------------------|----|
| <b>TEMA Y SUBTEMA:</b>  | Evaluación del efecto agronómico de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo vegetativo del cultivo de banano ( <i>Musa acuminata</i> AAA) a nivel de campo, en la zona de Babahoyo, Provincia de Los Ríos |                                   |    |
| <b>AUTOR(ES)</b>  | Jhoanna Konling García Rosado   |                                   |    |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>  | José Ricardo Rivas Barzola  |                                   |    |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>   | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil   |                                   |    |
| <b>FACULTAD:</b>  | Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo  |                                   |    |
| <b>CARRERA:</b>   | Carrera Ingeniería Agropecuaria   |                                   |    |
| <b>TÍTULO OBTENIDO:</b>   | Ingeniero Agropecuario  |                                   |    |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>  | 20 de marzo del 2017  | <b>No. DE PÁGINAS:</b>            | 78 |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>   | Manejo sostenible de cultivos tropicales y producciones pecuarias   |                                   |    |
| <b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>  | <i>Musa acuminata</i> AAA, Hongos Micorrízicos, Fertilización   |                                   |    |
| <p><b>RESUMEN/ABSTRACT:</b> La presente investigación se llevó a cabo durante la época seca del 2016, en la hacienda "LA DOLORES" ubicada en el cantón Babahoyo – Provincia de Los Ríos. El trabajo se realizó en plántulas de banano (<i>Musa acuminata</i> AAA), para ello se consideró el factor Biofertilizantes (micorrizas), también se consideró durante la investigación un tratamiento testigo, al cual no se aplicó el biofertilizante. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cinco repeticiones. Los objetivos fueron: medir el desarrollo vegetativo de las plantas de banano ante la acción del biofertilizante micorrizas (<i>Glomus mosseae</i>), determinar la dosificación apropiada de micorrizas que aporten con el mayor desarrollo vegetativo en el cultivo de banano. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro del pseudotallo y número de hojas. De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que la inoculación de Hongos Micorrízicos Arbusculares en plantas de banano aportó beneficios significativos ayudando a mejorar el nivel nutricional de la planta lo que se ve reflejado en un mayor crecimiento de las plantas, aumentando la altura, diámetro del pseudotallo y área foliar, cuando se aplicaron los tratamientos que contenían el biofertilizante, sobresaliendo en todos los casos el tratamiento 3 (15 g/planta), debido a la capacidad que presentan en la asimilación de nutrientes; mientras que el testigo (sin bioestimulante) fue diferente estadísticamente al presentar los menores promedios.</p> |   |                                   |    |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>   | <input checked="" type="checkbox"/> SI  | <input type="checkbox"/> NO       |    |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>   | <b>Teléfono:</b> +593-987213573   | <b>E-mail:</b> jhoadri6@gmail.com |    |
| <b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>   | <b>Nombre:</b> Ing. Donoso Bruque, Manuel Enrique M. Sc   |                                   |    |
|   | <b>Teléfono:</b> 0991070554   |                                   |    |
|   | <b>E-mail:</b> manuel.donoso@cu.ucsg.edu.ec   |                                   |    |
| <b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>   |   |                                   |    |
| <b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>   |   |                                   |    |
| <b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>  |   |                                   |    |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>   |   |                                   |    |