



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO**  
***(Musa paradisíaca Var. Cavendish)*”**

Proyecto presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo

**AUTOR:**

Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

**TUTOR:**

Ing. Darwin Zambrano Burgos M Sc.

**LA MANÁ - ECUADOR**

**AGOSTO – 2017**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Tigasi Sigcha Claudio Geovanny, declaro ser autor del presente Proyecto de Investigación: “**CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO** (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*)”, siendo el Ing. Darwin Zambrano Burgos M Sc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Geovanny T.", enclosed within a large, loopy blue oval.

Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

C.I. 0503080368



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**LA MANÁ-ECUADOR**

---

**AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el tema: **“CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*)”** de Tigasi Sigcha Claudio Geovanny, de la carrera Ingeniería Agronómica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Agosto del 2017.

Tutor de Proyecto

Ing. Darwin Zambrano Burgos M Sc.

C.I: 1308430709



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**LA MANÁ-ECUADOR**

---

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Proyecto de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny con el título de Proyecto de Investigación: **“CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*)”**; han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Agosto del 2017

Para constancia firman:

Ing. Ricardo Luna Murillo M Sc.  
C.I: 0912969227  
LECTOR 1

Ing. Vicente Vásquez Moran M Sc.  
C.I: 1202926893  
LECTOR 2

Ing. Kleber Espinosa Cunuhay M Sc.  
C.I: 0502612740  
LECTOR 3

## **Agradecimiento**

*Agradecerle principalmente a Dios por brindarme salud y fuerzas para seguir adelante con mis proyectos.*

*A mis queridos padres: Julio y María quienes fueron un pilar fundamental durante mi vida estudiantil.*

*Infinita gratitud a mi amada esposa Blanca, por todo el apoyo y comprensión durante mi formación profesional, de igual manera a mi hija Melany, la razón principal de mi ser.*

*A mi director de proyecto Ing. Darwin Zambrano, por la dedicación en el desarrollo de este proyecto.*

*Eterna gratitud al Ing. Ricardo Luna Murillo, por sus enseñanzas y los conocimientos compartidos.*

## **Dedicatoria**

*Este trabajo dedico a Dios, el ser supremo por las bendiciones recibidas.*

*A mis padres, ellos son quienes me dieron esas fuerzas para seguir adelante y terminar con mis estudios superiores, a mis docentes quienes también estuvieron apoyándome en todo momento.*

*A mi esposa y mi amada hija, por ser mi inspiración para mi formación profesional.*

*A mi familia ya que cada quien colaboró con un grano de arena para poder lograr la meta propuesta.*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS**  
**NATURALES**  
**LA MANÁ–ECUADOR**

---

**TITULO:** “CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*)”

**AUTOR:** Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

**RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la provincia de Cotopaxi. (Ubicación Geográfica WGS 84: Latitud  $SO^{\circ}56'27''$  Longitud  $W 79^{\circ} 13'25''$ ). y una altura variable de 193 msnm. Los objetivos propuestos fueron: Determinar la eficiencia en la siembra de alta densidad del cultivo de banano var. Cavendish, en el Centro Experimental La Playita, Evaluar el comportamiento agronómico del banano de alta densidad. Se distribuyeron en campo en un Diseño Completamente al Azar, con un número de tres tratamientos más un testigo, con siete repeticiones y con un número de cuatro unidades experimentales. Las variables que se evaluaron fueron: altura de planta, numero de hojas total, numero de hojas funcionales, diámetro del pseudotallo. La fertilización se realizó con tres dosis: alta con 2380 kg/ha-año, dosis media 1700 kg/ha-año, dosis baja 1020 kg/ha-año un testigo. Los resultados obtenidos fueron: 7 días posterior a la fertilización con 113,79 cm, a los 14 días el mayor valor registro la dosis baja con 124,32 cm. El mayor número de hojas registro la dosis alta con valores de 7,36 hojas totales, con dosis media y alta se obtuvo valores de 7,36 y 7,14, mientras que el testigo se mostró por debajo de los demás tratamientos con 6,82. El diámetro de tallo con valores más altos se obtuvo con la aplicación de la dosis baja a los 7 días, mientras a los 14 días el mejor resultado se presentó con la dosis media cuyos resultados fueron de 17,31 mientras que a los 21 y 30 días el mejor resultado se presentó con el tratamiento de dosis media con 18,04 y 18,68 respectivamente.

**PALABRAS CLAVE:** banano, densidad, fertilización, dosis



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL**  
**RESOURCES**  
**LA MANÁ-ECUADOR**

---

**TITLE:** “HIGH DENSITY CROPS IN BANANA (*Musa paradisíaca* Var Cavendish)”

**AUTHOR:** Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

**ABSTRACT**

The present research was carried out in the Experimental Center "La Playita", of the Technical University of Cotopaxi, in the province of Cotopaxi. (Geographic Location WGS 84: Latitude SO ° 56'27 "Length W 79 ° 13'25"). And a variable height of 193 masl. The objectives proposed were: To determine the efficiency in the high density planting of the banana crop var. Cavendish, at the La Playita Experimental Center, to evaluate the agronomic behavior of high density banana. They were distributed in the field in a random design, with a number of three treatments plus one control, with seven replicates and with a number of four experimental units. The variables that were evaluated were: plant height, total leaf number, number of functional leaves, diameter of the pseudostem. Fertilization was carried out with three doses: high with 2380 kg / ha-year, average dose 1700 kg / ha-year, low dose 1020 kg / ha-year one control. The results obtained were: 7 days after fertilization with 113.79 cm, at 14 days the highest value recorded the low dose with 124.32 cm. The highest number of leaves recorded the high dose with values of 7.36 leaves total, with medium and high doses obtained values of 7.36 and 7.14, while the control was shown below the other treatments with 6, 82. The stem diameter with higher values was obtained with the application of the low dose at 7 days, while at 14 days the best result was presented with the mean dose whose results were 17.31 while at 21 and 30 days the best result was presented with the middle dose treatment with 18.04 and 18.68 respectively.

**KEYWORDS:** banana, density, fertilization, dosage



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Centro  
Cultural de  
Idiomas

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

### CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Investigación Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny, cuyo título versa: **“CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisíaca* Var. *Cavendish*)”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, Agosto del 2017

Atentamente



Ledo. Kevin Rivas Mendoza

**DOCENTE**

C.I. 1311248049

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
Agradecimiento .....	v
Dedicatoria .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
CERTIFICACIÓN.....	ix
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS .....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	5
8.1. Origen y distribución del banano.....	6
8.2. El banano en el Ecuador .....	7
8.3. Descripción botánica.....	9
8.4. Clasificación Taxonómica .....	9
8.4.1 Variedades .....	10
8.4.2 Calidad de banano de exportación.....	11

8.5.	Labores culturales .....	11
8.5.1	Enfunde del racimo.....	11
8.5.2	Eliminación de manos .....	11
8.5.3	Eliminación de dedos laterales .....	11
8.5.4	Desflore .....	12
8.5.5	Protección del racimo de banano.....	12
8.5.6	Deshoje.....	12
8.5.7	Apuntalamiento .....	14
8.5.8	Desvío de hijuelo .....	14
8.5.9	Control de malezas .....	14
8.6.	Requerimientos medioambientales .....	14
8.6.1	Altitud.....	14
8.6.2	Riego.....	15
8.6.3	Temperatura.....	15
8.6.4	Luminosidad .....	15
8.7.	Requerimientos nutricionales.....	15
8.8.	Plagas y enfermedades de relevancia.....	19
8.9.	Densidades de población .....	22
8.10.	Ventajas de altas densidades .....	23
8.11.	Desventajas de altas densidades.....	23
8.12.	Métodos y densidades de siembra de banano .....	24
8.13.	Investigaciones realizadas .....	24
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	27
10.	METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	27
10.1.	Localización y duración de la investigación .....	27
10.2.	Condiciones agro meteorológicas .....	27
10.3.	Metodología .....	27

10.4.	Diseño experimental.....	29
10.1	Tratamientos .....	29
10.2	Unidad experimental.....	29
10.5.	Variables que evaluar .....	30
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	31
11.1	Primera fertilización .....	31
11.1.1	Altura de planta .....	31
11.1.2	Número de hojas total.....	31
11.1.3	Número de hojas funcional.....	32
11.1.4	Diámetro de pseudotallo.....	33
11.1.5	Análisis foliar .....	34
11.2	Segunda fertilización .....	34
11.2.1	Altura de planta .....	34
11.2.2	Número de hojas total.....	35
11.2.3	Número de hojas funcional.....	36
11.2.4	Diámetro de pseudotallo.....	37
11.2.5	Análisis foliar .....	38
11.3	Costos de producción.....	39
12.	IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	39
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	40
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	41
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	42
16.	ANEXOS.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PAG.
CONDICIONES AGROMETEREOLÓGICAS DEL CENTRO EXPERIMENTAL LA PLAYITA.....	27
DOSIS EMPLEADAS EN LA FERTILIZACIÓN DEL BANANO .....	28
ESQUEMA DE ANÁLISIS DE VARIANZA .....	29
TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.....	29
UNIDADES EXPERIMENTALES .....	30
ALTURA DE PLANTA EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	31
NÚMERO DE HOJAS TOTAL EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	32
NUMERO DE HOJAS FUNCIONALES EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ). ....	33
DIÁMETRO DEL PSEUDOTALLO EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	33
ANÁLISIS FOLIAR EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	34
ALTURA DE PLANTA EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	35
NUMERO DE HOJAS TOTAL EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	36
NUMERO DE HOJAS FUNCIONAL EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ). ....	37
DIÁMETRO DEL PSEUDOTALLO EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	38
ANÁLISIS FOLIAR EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO ( <i>Musa paradisíaca</i> Var. <i>Cavendish</i> ).....	38
COSTOS DE PRODUCCION .....	39
PRESUPUESTO.....	40

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:**

CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

**Tipo del Proyecto:**

El proyecto es de tipo experimental, en el cual el investigador mide las variables cuantitativamente, en el caso del cultivo de banano se pretende comparar entre densidades y niveles de fertilización la dosis óptima y la distancia de siembra que mayor producción resulte.

**Fecha de inicio:** 3 de Abril del 2017

**Fecha de finalización:** 11 de Agosto del 2017

**Lugar de ejecución:** Centro Experimental “La Playita”, sector La Playita, Parroquia El Triunfo, Cantón La Maná.

**Facultad que auspicia:** Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Agronómica

**Proyecto de investigación vinculado:** Al sector agrícola

**Equipo de Trabajo:**

Ing. Darwin Zambrano Burgos M Sc. (Tutor)

Claudio Geovanny Tigasi Sigcha (Coordinador del Proyecto)

**Área de Conocimiento:** Agricultura, silvicultura y pesca

**Línea de investigación:** Desarrollo y seguridad alimentaria

### **3. RESUMEN DEL PROYECTO**

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la provincia de Cotopaxi. (Ubicación Geográfica WGS 84: Latitud  $SO^{\circ}56'27''$  Longitud  $W 79^{\circ} 13'25''$ ). y una altura variable de 193 msnm. Los objetivos propuestos fueron: Determinar la eficiencia en la siembra de alta densidad del cultivo de banano var. Cavendish, en el Centro Experimental La Playita, Evaluar el comportamiento agronómico del banano de alta densidad. Se distribuyeron en campo en un Diseño Completamente al Azar, con un número de tres tratamientos más un testigo, con siete repeticiones y con un número de cuatro unidades experimentales. Las variables que se evaluaron fueron: altura de planta, número de hojas total, número de hojas funcionales, diámetro del pseudotallo. La fertilización se realizó con tres dosis: alta con 2380 kg/ha-año, dosis media 1700 kg/ha-año, dosis baja 1020 kg/ha-año un testigo. Los resultados obtenidos fueron: 7 días posterior a la fertilización con 113,79 cm, a los 14 días el mayor valor registro la dosis baja con 124,32 cm. El mayor número de hojas registro la dosis alta con valores de 7,36 hojas totales, con dosis media y alta se obtuvo valores de 7,36 y 7,14, mientras que el testigo se mostró por debajo de los demás tratamientos con 6,82. El diámetro de tallo con valores más altos se obtuvo con la aplicación de la dosis baja a los 7 días, mientras a los 14 días el mejor resultado se presentó con la dosis media cuyos resultados fueron de 17,31 mientras que a los 21 y 30 días el mejor resultado se presentó con el tratamiento de dosis media con 18,04 y 18,68 respectivamente.

PALABRAS CLAVE: banano, densidad, fertilización, dosis

### **4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En nuestra economía la producción bananera tiene importancia trascendental ya que representa para el país el segundo rubro en importancia económica después del petróleo, el primer producto de exportación del sector privado del país y uno de los principales contribuyentes a la economía nacional.

Las zonas bananeras del país sufren constantemente el ataque de plagas y enfermedades, así como también inestabilidad del comercio y precios de la fruta, que ocasionan cuantiosas pérdidas económicas en el cultivo. La mayor parte de la superficie sembrada está en manos de pequeños productores, bajo el sistema tradicional del manejo del cultivo. Además, por el auge que el cultivo del banano presenta y a la importancia social y económica que tiene, sobre todo

para los pequeños productores, el aumento de los rendimientos y la rentabilidad estarían muy relacionados con una eficiente utilización del área en función a la alta densidad de población.

La densidad de población es uno de los factores de mayor trascendencia al momento del establecimiento de una plantación de banano. Determina la cantidad de plantas por hectárea y la producción expresada en racimos/hectárea/año.

La siembra de banano en altas densidades convierte al sistema en ideal para la exportación en cajas, ofreciendo además la ventaja de poder programar las cosechas hacia las épocas en que se presentan los mejores precios en el mercado, debido a que en este sistema el cultivo se lo maneja a un solo ciclo anual de producción.

El manejo tradicional del banano origina pérdidas de productividad e ingresos económicos al sector bananero, y a la escasa información que se tiene en el país acerca de la tecnología propuesta, se hace necesario implementar la presente investigación que contribuya a mejorar la productividad y la rentabilidad del cultivo en beneficio principalmente de los pequeños productores de plátano. Con respecto a lo anterior se sugiere evaluar estrategias de producción más intensivas (altas densidades de población), acordes con el declinamiento productivo generacional de la planta.

En cuanto a las variedades, los beneficios que reporta la variedad Cavendish frente a las otras variedades comerciales, como son su alta adaptabilidad a condiciones adversas de temperatura, suelos y aguas, alta producción y calidad del fruto; se presenta como una de las mejores alternativas en la región.

Se trató entonces con el estudio de alta densidad crear nuevas perspectivas que estén dirigidas a una mayor eficiencia productiva de la variedad y facilidad de manejo del cultivo; objetivo que se logra con la evaluación continua de ciclos de producción, los cuales reflejan el comportamiento y diferencias entre dichos factores de distribución de la plantación.

## **5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO**

Los beneficiarios Directos fueron los productores bananeros, mientras los beneficiarios indirectos comprendieron todos estudiantes de la carrera de agronomía, los cuales a través del presente proyecto conocieron las dosis recomendadas para el cultivo de banano de alta densidad, otro de los beneficiarios indirectos son las empresas exportadoras.

## **6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El método de producción tradicional presenta desventajas como: bajos rendimientos por unidad de superficie debido a la baja densidad de plantas y en segundo lugar al no realizar constantemente las labores culturales tales como el deshije, deshoje, limpieza de planta, manejo de la nutrición, etc., se crea una sobre producción de hijuelos por unidad de producción que compiten por agua, luz y nutrientes, lo cual trae como resultado la obtención de un racimo de pequeño tamaño que disminuye la producción y afecta a su economía.

Hasta hoy los avances en agricultura de precisión para el sector bananero, aún están en su etapa de investigación y desarrollo, lo cual no significa que desde las fincas y con los recursos de que se dispone no se puedan dar los primeros pasos con la implementación de algunas prácticas y modos de operar que nos acerquen hacia sus principios. Los pequeños agricultores, son por lo general los más susceptibles a pérdidas económicas, ya que no pueden acceder a un cupo de exportación debido a que no tienen una producción estable y constante que garantice suficiente cantidad de fruta para cubrir la demanda del exportador.

Actualmente, existe la posibilidad de incrementar los rendimientos del cultivo de banano por unidad de superficie y de aprovechar los mejores precios del mercado, mediante la implementación del sistema de siembra en altas densidades y la programación de la cosecha. Esta práctica permite utilizar de manera más eficiente los recursos tierra, trabajo y capital, debido a que en la misma superficie es posible obtener mayores rendimientos, con similar capital de inversión y uso en mano de obra que en el sistema convencional.

Por las razones expuestas anteriormente y, teniendo en cuenta que existe poca información sobre este sistema de producción, se decidió realizar la presente investigación en el Centro Experimental La Playita.

## **7. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Determinar la eficiencia en la siembra de alta densidad del cultivo de banano var. Cavendish, en el Centro Experimental La Playita.

### **ESPECÍFICOS**

- Evaluar el comportamiento agronómico del banano de alta densidad.

- Determinar los costos en el cultivo de banano de alta densidad.

## 8. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Objetivos	Actividades	Resultados	Medios de verificación
Evaluar el comportamiento agronómico del banano de alta densidad	Preparación del terreno Establecimiento del cultivo Recopilar los datos experimentales de los tratamientos en estudio.	Conocimiento de las dosis de fertilización y requerimientos del banano en alta densidad de siembra.	Altura de planta (cm) Numero de hojas (cm) Diámetro de tallo (cm)
Determinar los costos en el cultivo de banano de alta densidad.	Calcular los costos de producción, así como los beneficios de alta densidad de banano.	Incremento en las ganancias comparadas con el método de producción tradicional.	Costos de producción (USD)

## 9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Ecuador, debido a su ubicación geográfica cuenta con zonas aptas para desarrollar diversos cultivos, como por ejemplo el del banano. Este cultivo se encuentra especialmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, que agrupan el 91% de los productores del país (SICA, 2010).

Se siembra y se cosecha el banano Cavendish, destacándose en este cultivo las provincias de Los Ríos, El Oro y Guayas. Este fruto es muy valioso para la economía de nuestro país, porque se lo exporta en grandes cantidades, impulsando así el desarrollo del pequeño, mediano y gran productor (Campuzano, 2010)

La ventaja competitiva de Ecuador como proveedor subyace en el hecho que la época de mayor demanda (enero, febrero, marzo), el Ecuador tiene gran producción de banano, comparado con los otros países que no han logrado igualar la producción de esta fruta, en esas épocas del año.

Dado el excelente resultado en los últimos años en varios países se presenta un sistema de producción de monocultivo con ciclos anuales (o un solo ciclo). El sistema debe considerarse como una nueva alternativa tecnológica de producción cuya base es la alta densidad de siembra (AD), la cual sin embargo depende de varias actividades que se apoyan y complementan entre sí. Se podría decir que es un sistema aditivo, en el cual cada vez que se elimina uno de sus componentes, se reduce el total productivo esperado (Rosales, 2010).

Se ha mencionado que otro beneficio positivo que proporciona el cultivo en altas densidades, es la menor incidencia de plagas y enfermedades como la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), debido a la renovación constante del material de siembra y la ruptura de los ciclos de vida por ser manejado el sistema como un cultivo anual. El incremento en el ciclo de vida del patógeno parece estar relacionado a la modificación de los factores del medio como: luz, temperatura dentro del sistema.

### **8.1. Origen y distribución del banano**

El banano pertenece a la familia de las musáceas y se conoce con el nombre científico de *Musa* spp. El nombre "banano" es originario de África y se aplica principalmente a los cultivos cuya fruta es de consumo fresco como el Gros Michel y el Cavendish (Leon, 2007).

El banano fue una de las primeras frutas que cultivaron los agricultores primitivos, en las antiguas literaturas de hindú, chinas, griega y romana, se hace referencia del banano (Escalante, 2011).

Los bananos y plátanos modernos se originaron en las regiones del sureste asiático y el Pacífico occidental. El mayor comercio de exportación de bananos que se encuentra localizado principalmente en América Central y el Caribe está casi todo basado en un pequeño número de cultivares tetraploides de *Musa acuminata*. En el caso de los plátanos, la mayoría de los cultivares son cruces triploides de *M. acuminata* y *M. balbisiana* (Robinson, 2006)

La banana es uno de los frutos frescos entre los más consumidos en el mundo y es comercialmente muy importante, dado que constituye el más importante producto de frutas y hortalizas comercializado (junto con el café) por las naciones de América Central (ZIPMEC, 2013).

## 8.2. El banano en el Ecuador

El cultivo de banano, en la actualidad es considerado una importante actividad económica del sector agrícola nacional. Como cultivo de exportación representa un importante sostén para el desarrollo económico del sector, mientras que desde el punto de vista social genera fuentes de trabajo y representa un eslabón significativo para la seguridad alimentaria de gran parte de la población. En el Ecuador se registraron 114,272 hectáreas del cultivo de banano a nivel nacional (MAGAP, 2015).

Dentro de los cultivos en el Ecuador ocupa el cuarto puesto entre los productos más cultivados con 195.259 hectáreas predominando las variedades Cavendish, Orito y Rojo (SICA, 2010).

El banano se cultiva en muchas regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para la economía de varios países en desarrollo. En términos de producción, el banano es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo después del arroz, el trigo y el maíz. Adicionalmente el banano es un alimento básico y un producto de exportación, los bananos incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimenticia de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo, proporcionando ingresos y empleo a las poblaciones rurales. Como producto de exportación, aporta de forma decisiva a la economía de varios países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, entre los que figuran Ecuador, Honduras, Guatemala Camerún y Filipinas (Orellana, 2006).

Los países que lideran las exportaciones son Ecuador, Costa Rica, Filipinas, y Colombia. Mientras que los mayores productores son India, Brasil, China, Ecuador, Filipinas, Indonesia, Costa Rica, Méjico, Tailandia y Colombia (IICA, 2004).

Desde la época del *Boom* bananero Ecuador y en el transcurso de pocos años se convirtió en uno de los mayores exportadores de banano del mundo satisfaciendo al 25% de la demanda internacional (SICA, 2010).

El banano conjuntamente con el plátano registra el 40 % del área agrícola de la costa y el 25 % del área agrícola nacional. Las principales provincias a nivel de superficie en producción son: El Oro con 43.353 has, Guayas con 44.646 has y Los Ríos con 50.419 Has, representando así el 77 % de la superficie cultivada (IICA, 2004).

Dentro de un punto de vista económico, es el cultivo más importante del Ecuador, tanto por el área cultivada que es aproximadamente, 143961 has las que producen un volumen de

exportación de 3'947.002 Tm. y por la población activa que depende de su cuidado. Adicionalmente la actividad bananera cuya producción total es generada por ecuatorianos, incluyendo los procesos de producción, comercialización y exportación, constituye la mayor fuente de empleo, ya que hasta un 16% del pueblo depende del cultivo. En las plantaciones se ocupan directa e indirectamente aproximadamente a 383.000 personas, lo cual implica que se benefician 1'915.000 ecuatorianos, considerando familias con un promedio de cinco miembros (Orellana, 2006).

### **Áreas bananeras**

En nuestro país el cultivo del banano se halla distribuido en todo el Litoral ecuatoriano:

**Zona Norte:** Ubicada en la provincia de Esmeralda y Pichincha y abarca las zonas bananeras de Quinindé, Esmeraldas y Santo Domingo de los Colorados.

**Zona Central:** Abarca las áreas bananeras de Quevedo, Provincia de los Ríos; La Maná, Provincia de Cotopaxi y Velasco Ibarra en la Provincia del Guayas.

**Zona Subcentral:** Localizada en la Provincia de Los Ríos, comprende las áreas localizadas en Puebloviejo, Urdaneta, Ventanas y el Cantón Balzar en la Provincia del Guayas.

**Zona Oriental-Milagro:** Se extiende desde Naranjito, Milagro hasta Yaguachi en la Provincia del Guayas.

**Zona Oriental-El Triunfo:** Situada en la Provincia del Guayas en el Cantón El Triunfo, La Troncal en la Provincia del Cañar y Santa Ana en la Provincia del Azuay.

**Zona Naranjal:** Ocupa las localidades de Naranjal, Balao y Tenguel.

**Zona Sur-Machala:** Ubicada en la provincia de El Oro y comprende los Cantones: Santa Rosa, Arenillas, Guabo, Machala y Pasaje (Banascopio, 2015).

La superficie de siembra de 230000 hectáreas, mayormente se concentra en tres provincias del litoral, como Guayas, Los Ríos y El Oro (92%) y entre otras 7 provincias (8%). Los rendimientos están relacionados a varios factores entre los que se destacan el nivel de tecnificación, la zona de producción y el tamaño de la explotación. Dependiendo de la infraestructura utilizada en la producción bananera existen 3 niveles de manejo del cultivo: tecnificado, semitecnificado y no tecnificado; el manejo que se presenta en cada nivel guarda relación con el rendimiento. Actualmente el rendimiento nacional reportado es de alrededor de 1700 cajas/ha/año, cantidad que es considerablemente baja en comparación con nuestros principales competidores como son Colombia, Costa Rica y Filipinas, los cuales alcanzan una productividad promedio de 2200, 2500 y 3000 cajas/ha/año, respectivamente (INIAP, 2016).

En las exportaciones agropecuarias el banano significa un rubro importante de recursos, esto que a medida de las restricciones y los precios fluctuantes en el mercado año a año aumenta sus ventas. La industria bananera registró un ingreso de 20 millones semanales, siendo así un soporte directo a más de 200.000 personas constituyendo un rubro que genera muchas plazas de trabajo en el país (AEBE, 2007).

En la actualidad el cultivo de banano se ha constituido en pieza clave de la alimentación, por su gran aporte de vitaminas y minerales en la dieta de millones de personas a nivel mundial; pero particularmente por su alto contenido de Potasio (K) (370 mg/100g de pulpa) que satisface los requerimientos diarios de este elemento en el ser humano (2000-6000 mgK/día) (Figeroa, 2013).

### **8.3. Descripción botánica**

Aunque la planta de banano tiene el aspecto de árbol por su tamaño y apariencia, es en realidad una planta herbácea perenne gigante, que alcanza de 3.5 a 7.5 metros de altura y cuyo “tallo” consiste en un cilindro formado por los pecíolos de las hojas, las cuales están dispuestas en forma de espiral, de diverso tamaño, de base obtusa, redondeada o subcordada; su ápice es agudo, truncado o con muescas y márgenes enteros pero fácilmente rasgables, su color es verde amarillento, de 1.5 a 3.0 m de largo, más largas que anchas; los pecíolos de las bases envainantes son semi cilíndricos (Banascopio, 2015)

El tallo verdadero es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, casi todas las cuales se desarrollan hasta que todo el rizoma haya florecido y fructificado. La inflorescencia que tiene forma de racimo, es larga y pedunculada; al principio se sostiene erecta u oblicuamente, pero se dobla hacia abajo a medida que crece. Está cubierta con bracteas de color rojo oscuro, grande, dispuestas en forma de espiral, la yema forma una terminal grande, en forma de cono en el tallo de la flor. Las primeras manos de la inflorescencia que florecen, constan enteramente de flores femeninas, seguidas por racimos de flores perfectas, y finalmente racimos de flores masculinas, el número relativo de cada tipo dependen de la variedad (Campuzano, 2010).

### **8.4. Clasificación Taxonómica**

Dentro de la clasificación taxonómica, este cultivo pertenece a la familia Musaceae, que se agrupa dentro del orden Zingiberales y se encuentra distribuida a través de los trópicos de ambos hemisferios.

Son plantas herbáceas en forma de bulbo, de pseudotallo formado por el traslape de las bases foliares, estrechamente comprimidas en una distribución helicoidal; la planta fructifica una sola vez, produciendo su muerte cuando el racimo emerge y madura, con excepción del tallo subterráneo, del cual brotan los nuevos retoños para el siguiente ciclo de crecimiento (Ortiz, 2001)

Existen más de 500 variedades de banano, pero es el subgrupo Cavendish el que más se cultiva (Figeroa, 2013).

Dentro de este subgrupo los clones de Valery, Gran Enano y Williams, son los que más se destacan debido a sus características e importancia en el comercio mundial, su adaptación climática, su alta resistencia de los fuertes vientos y una alta productividad (Ortiz, 2001).

La clasificación taxonómica del banano es la siguiente:

Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Sub familia	Cucurbitoideae
Género	Musa
Especie	paradisíaca

**Fuente:** (Soto, 2002).

#### **9.4.1 Variedades**

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. El 30% de la oferta mundial de banano proviene de Ecuador, siendo el mayor exportador en el mundo. Esta fruta representa el 10% de las exportaciones totales y el segundo rubro de mayor exportación del país, al ser apetecida por consumidores de los mercados más exigentes y formar parte de la dieta diaria de millones de personas (PROECUADOR, 2015).

#### **9.4.2 Calidad de banano de exportación**

La calidad se puede definir como la característica genética que se debe mantener mediante los métodos de cultivos generalmente aceptados, en tanto la presentación es la conservación de esa calidad producida mediante práctica adecuada para que no la malogre, en consecuencia para la interpretación más estrecha, calidad significa característica intrínseca, y en su interpretación más amplia, calidad significa, calidad de trabajo, calidad de procesamiento, calidad del sistema, calidad de empresa, calidad de objetivos propuesto (Fabre, 2015).

### **8.5. Labores culturales**

Las operaciones de protección, resultan indispensables para producir frutas de presentación aceptable, de acuerdo a las exigencias de los mercados a exportar.

#### **9.5.1 Enfunde del racimo**

La protección del racimo es una práctica cuya finalidad es proteger al racimo contra daños mecánicos, ambientales o de plagas, que impliquen un riesgo de pérdida de calidad (Fabre, 2015).

Los racimos embolsados, producen fruta de mejor calidad para la exportación que los racimos no embolsados, también menciona que los racimos embolsados generan mayor número de cajas de primera, que los racimos sin embolse (Soto, 2002).

#### **9.5.2 Eliminación de manos**

Consiste en eliminar 1 o 2 manos inferiores del racimo para mejorar el grado promedio, ya que las manos inferiores tienen dedos más delgados y muchas veces no alcanzan el grado exportable. Con esto se aumenta el grado de las manos inferiores que quedan. El peso del racimo suele disminuir, pero las manos remanentes adquieren mayor peso y grado, lo que es mejor desde el punto de vista de precio de la fruta. Generalmente si hay más de 9 manos se eliminan 2 y si hay menos se eliminan 1, junto con la llamada mano falsa; (con dedos atrofiados), a la que se deja el dedo para evitar las pudriciones del raquis (Duarte, 2001).

#### **9.5.3 Eliminación de dedos laterales**

La eliminación del dedo lateral, localizado en ambos lados de cada mano, es una práctica que mejora la calidad y favorece el llenado y peso de los frutos. Estos dedos son generalmente

desechados por el clasificador de calidad por considerarlos deformes. Se considera una práctica muy beneficiosa en periodo de estrés fisiológico (Sandoval, 1998).

#### **9.5.4 Desflore**

La eliminación de los residuos florales consiste en quitar las flores en la fruta muy joven con lo que se persigue eliminar los daños ocasionados por las flores secas durante la cosecha y transporte de la fruta a la planta de empaque. Por su alto costo y la pérdida de calidad de la fruta por el manchado con el látex poco generalizada, se eliminan los residuos florales, en la planta empacadora, antes del desmane (Alava, 2008).

#### **9.5.5 Protección del racimo de banano**

Empleando discos protectores de polietileno en la segunda semana reducen en un 10% las pérdidas generadas por cicatrices de crecimiento, daño de punta y estropeo por manipulación de la fruta en etapa de crecimiento (Serrano, 2004).

Para evitar el estropeo del racimo, como el uso esponja largas de 1,5 x 0,15 x 0,03 m, toca revestida con licra; y los protectores tipo cuello de monja que es un plástico espumado de 8mm de espesor. El uso de protectores de esponja colocados a las dos semanas de edad del racimo, produjo un ratio de 1,15 y una merma de fruta de banano del 18,2% (REYBANPAC, 2010).

#### **9.5.6 Deshoje**

El deshoje es la eliminación sanitaria de hojas, o partes de ellas, infestadas con Sigatoka negra. Las hojas de banano son la única fuente de inóculo de la Sigatoka negra; el hongo produce más ascosporas en las hojas vivas que en las hojas que se han cortado y caído al suelo. El deshoje aumenta la eficiencia de la aplicación de fungicidas y ayuda a reducir el efecto de maduración temprana. Sin embargo, para garantizar un adecuado desarrollo de los racimos hasta la cosecha, hay que balancear la eliminación de las hojas infectadas con la preservación de un área mínima de superficie foliar. Estudios han demostrado que el peso del racimo no se ve afectado de forma apreciable cuando el número de hojas entre la floración y la cosecha varía de 5 a 7 (Vargas, 2009).

#### **Deshoje sanitario**

El deshoje sanitario es la extirpación quirúrgica de una parte de una hoja. Por lo general, se hace siguiendo el orden de aparición de los síntomas, desde la punta, pasando por el limbo izquierdo y el derecho. Las hojas se eliminan en las etapas más visibles de la enfermedad, es

decir en las etapas 5 o 6 (aunque también en la etapa 4 si la densidad de manchas es alta). La recomendación es hacer un deshoje semanal, y deshojar antes de aplicar fungicidas para evitar la selección de cepas resistentes. Todas las plantas de banano, incluyendo los retoños, se deben examinar.

La elección entre eliminar toda la hoja o sólo la parte infectada va a depender de la gravedad de la enfermedad y de la tasa de deshoje:

- Si la infección cubre menos del 30% de la superficie de la hoja, es preferible retirar la parte infectada
- Si la infección cubre más del 40% de la superficie de la hoja, se recomienda eliminar toda la hoja (Chica, 2004)

### **Deshoje temprano**

Este método consiste en eliminar semanalmente la punta de la hoja (unos 20 cm) de una de las 5 hojas más viejas, antes de que aparezca la necrosis. Es complementario al deshoje sanitario y es particularmente útil en zonas donde las condiciones son favorables para el desarrollo de la Sigatoka Negra o durante la temporada de lluvias (Chica, 2004).

### **Deshoje durante la floración**

Este método consiste en eliminar sistemáticamente las tres hojas más viejas, durante la floración. Tiene un fuerte impacto en el área foliar de la planta. Anticipa, pero no reemplaza, el deshoje sanitario, ya que los síntomas pueden aparecer en otras hojas antes de la cosecha (Chica, 2004)

### **Residuos del deshoje**

Las hojas cortadas no deben entrar en contacto con la base de la planta o los retoños, para evitar que los contaminen. Cuando las hojas infectadas se han cortado y dejado en el suelo, se recomienda acelerar su descomposición, en tanto constituyen fuentes de inóculo. Si bien la comunidad científica no está de acuerdo sobre qué lado de la hoja debe quedar hacia el suelo, sí lo está en que apilar las hojas cortadas reduce la dispersión de esporas. Existen dos métodos cuya eficiencia en plantaciones comerciales hay que evaluar en mayor profundidad:

- Acelerar la descomposición mediante la aplicación regular de diversos productos (como el glifosato, el clorotalonil, las bacterias, la melaza, la urea), en tanto han dado resultados

mixtos, a excepción de la aplicación semanal de urea (5 o 10%), que ha dado resultados interesantes.

- Compostar los residuos de las hojas y del cultivo entre las eras podría reducir el inóculo y crear nutrientes y materia orgánica para el suelo, pero su efecto aún debe ser evaluado (Guzman, 2004).

### **9.5.7 Apuntalamiento**

El sistema de apuntalamiento consiste en abrir previamente hoyos de 20 cm, dentro del cual se entierran varas con una longitud aproximadamente de 2,8 a 3,0 metros, según el tipo de clon utilizado. Los puntales se ubican en sentido contrario a la inclinación de la planta, sosteniendo el pseudotallo en su parte superior en forma de tijera, para evitar problemas de calidad por rozamiento (Sierra, 2008).

El apuntalamiento consiste en brindar soporte a la planta de banano, para evitar que esta se caiga y resista el peso de la fruta. Existen básicamente dos sistemas de apuntalamiento:

**Puntales rígidos:** se emplean materiales principalmente de bambú y otros menos comunes como caña brava, varilla de metal, varilla de eucalipto y madera aserrada.

**Puntales no rígidos:** las plantas se sujetan por medio de un material de nylon o polipropileno y se le conoce también como apuntala con zuncho; es uno de los sistemas mayormente empleados en las plantaciones bananeras (Chinchilla, 2004).

### **9.5.8 Desvío de hijuelo**

Se selecciona el hijo más vigoroso, en ciertas ocasiones se sacrificaría vigor por posición para mantener una excelente secuencia y distribución en el campo (Belalcázar, 2001).

### **9.5.9 Control de malezas**

El control de malezas se lo puede realizar de forma manual, con la ayuda de herramientas como machetes, al contorno de la planta o a su vez solo a los colinos útiles en forma de media luna. También se puede controlar químicamente con herbicidas sean de contacto o sistémicos, una vez realizada la limpieza al contorno de la planta, evitando el contacto directo del herbicida con las plantas.

## **8.6. Requerimientos medioambientales**

### **9.6.1 Altitud**

Las zonas comprendidas entre los 0 y 300 msnm son las adecuadas para el desarrollo del cultivo. No obstante, el banano se adapta a alturas que alcanzan hasta los 2,200 msnm. (Torres, 2012).

### **9.6.2 Riego**

Los requerimientos de agua en la planta de banano son altos debido a su naturaleza herbácea y a su gran superficie foliar expuesta a la evapotranspiración. Aproximadamente, el 85-88% del peso del banano está constituido por agua; por lo tanto, requiere un suministro mensual durante todo el año de aproximadamente 1,200 a 1,300 m<sup>3</sup>/ha. (Torres, 2012).

### **9.6.3 Temperatura.**

La temperatura media óptima para el cultivo es de 25°C. Un rango de temperaturas entre 25 a 30°C favorece su desarrollo. Cuanto más baja sea la temperatura el ciclo vegetativo del cultivo se prolonga. La actividad vegetativa de la planta queda fuertemente reducida cuando la temperatura baja de los 16°C, paralizándose completamente la salida de hojas. Por debajo de esta temperatura, las vainas foliares crecen muy juntas, lo cual se conoce como “arrepollamiento”, que dificulta la emisión de la inflorescencia o parición. Una situación extrema se genera cuando las temperaturas llegan a los 12°C, ya que en este momento la fructificación se detiene (Torres, 2012).

### **9.6.4 Luminosidad**

El banano se cultiva en condiciones de variada iluminación. Aunque, una cierta reducción de la iluminación, no interrumpe la salida de las hojas de la bananera; sin embargo, alarga considerablemente su ciclo vegetativo, por lo que esta planta prefiere zonas de sol y despejadas de nubes (Torres, 2012).

## **8.7. Requerimientos nutricionales**

Los conceptos modernos de nutrición y manejo de la fertilización en banano, particularmente los procedimientos de diagnóstico, han sido factores que han permitido obtener rendimientos altos y rentables. La utilización de estos conceptos en el manejo de la plantación es cada vez más importante, particularmente en la actualidad cuando la rentabilidad de las operaciones bananeras ha tenido una reducción significativa. Muchos productores no utilizan completamente estos conceptos, pero se verán obligados a hacerlo si desean mantenerse competitivos. Sin embargo, han surgido nuevas expectativas en la búsqueda de altos rendimientos y completa eficiencia en el uso de los insumos. Estas nuevas inquietudes utilizan

los conceptos establecidos, pero proponen un control más estrecho de toda la operación (Espinoza & Mite, 2014)

### **Nitrógeno**

Se considera que el nitrógeno (N) es uno de los nutrientes de mayor importancia en el manejo de la nutrición del cultivo de banano. La cantidad de este nutrimento en la planta es considerablemente alta (Zárate, 2014).

Esencial en la formación de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, etc. En banano esencial para obtener una planta vigorosa y fruta grande y bien formada.

Deficiencia: planta de crecimiento lento, pequeña, hojas amarillas y fruta pequeña.

Los niveles óptimos en la hoja son 2.5- 3%.

Dosis requeridas 350-600 kg N/ha/año dependiendo de la textura del suelo, los suelos arenosos requieren más N y aplicado a más frecuencia (Gauggel, 2010).

### **Fósforo**

Su función es como buffer de pH de la célula; control de la síntesis de almidones, en la respiración climatérica durante la madurez del fruto; conductor de energía (ATP); reducción de NADP a NADPH liberando energía para la respiración, glicólisis y fijación de CO<sub>2</sub>; requerido para la síntesis de sucrosa; síntesis de fosfolípidos y formación de celulosa. El banano requiere cantidades relativamente pequeñas de P puesto que hay una gran transferencia de la madre al hijo, nieto etc. y las deficiencias de este elemento son raras después de la primera generación.

Los niveles foliares óptimos son entre 0.25- 0.30%. El P es esencial en el establecimiento de la plantación (plantilla) y su aplicación es necesaria a este estado pero dado la transferencia de madre a hijo, etc, su aplicación posterior es cuestionable.

Las dosis dependen del tipo de suelo, en suelos calcáreos y arcillosos (suelos con propiedades verticas) se requiere entre 75 a 150 kg de P/ha. En suelos ácidos como ultisoles y oxisoles también se requieren dosis altas. En suelos francos, franco arenosos y con pH de ligeramente ácido a neutro usualmente se requieren 50 kg de K/ha (Gauggel, 2010).

### **Potasio**

En banano es esencial en mantener la planta hidratada y regular la apertura de los estomas; en la acumulación y translocación de carbohidratos sintetizados nuevos e importante en la síntesis de celulosa.

La carencia de K resulta en fruta de bajo peso, corta, delgada y muy susceptible a la madurez temprana. La deficiencia de K es quizás el factor nutricional que más daño causa a la industria bananera a nivel internacional.

Los niveles foliares óptimos están entre 3,5 y 4.0%, habiendo grandes beneficios en mantenerlos alrededor de 4% principalmente donde se presentan estreses hídricos y temperaturas bajas (Gauggel, 2010).

Las dosis requeridas son las siguientes:

Suelos franco-arenosos entre 750 a 1200 kg de K/ha/año. En suelos arcillosos esmectíticos 650 a 900 kg de K/ha.

En suelos francos de mineralogía mixta, friables 550 kg/ha/año. La fuente más común de fertilizante es el KCL pero en suelos salinos y/o sodicos se debe usar sulfato de potasio y evitar los cloruros. La absorción de K al igual que la de P se ve altamente influenciada por la compactación y masividad del suelo por lo que trabajar con suelos con propiedades morfológicas y físicas es muy importante.

Las aplicaciones foliares en forma de quelatos y metalosatos son muy deseables principalmente en la época seca y/o fría (Gauggel, 2010).

### **Calcio**

El Ca es esencial en la formación del pectato de calcio que es parte importante de la epidermis del fruto y en la formación de nuevo cultivo meristemático.

En banano su carencia resulta en hojas deformadas en planta y en carencia de crecimiento con deformación del punto meristemático apical.

Su aplicación en banano depende del contenido de Ca en el suelo y la humedad relativa. El Ca no es absorbido cuando la humedad relativa es alta y aun cuando el suelo tenga suficiente calcio se pueden presentar deficiencias de este elemento.

En suelos ácidos es necesario el encalamiento con carbonato de calcio o dolomita, dependiendo si hay carencia de Mg. Al inicio de la plantación los mejores resultados se han obtenido con la aplicación de quelatos o metalosatos vía foliar. También es importante su aplicación en épocas cuando la humedad relativa es alta (Gauggel, 2010).

### **Magnesio**

Es necesario en banano para obtener buen peso de la fruta, mayor grosor y reducir la curvatura.

Su carencia es común en suelos arenosos o muy arcillosos.

Los niveles foliares óptimos oscilan entre 0.28 a 0.30%.

Las dosis de aplicación en suelos muy arcillosos oscilan entre 75-150 kg/ha/año, • En suelos arenosos entre 100 a 200 kg de Mg/ha/año. También son recomendables los refuerzos con quelatos y metalosatos de Mg en la época seca en suelos arenosos (Gauggel, 2010).

### **Azufre**

Es de gran importancia en proteínas y aminoácidos. Su carencia se expresa en los estadios tempranos del cultivo como una clorosis de las hojas jóvenes. Esta clorosis desaparece unos 40 días antes de la emisión floral.

Los niveles foliares óptimos están en el rango de 0.25 a 0.35%

A pesar que la clorosis de las hojas jóvenes desaparece, el efecto de su carencia se observa en el rendimiento, este puede decrecer un 20% de su máximo potencial.

Su carencia es común en suelos arenosos y bajos en materia orgánica (<3% M.O).

Es recomendable aplicar 29-30 Kg de S/ha/año (Gauggel, 2010).

### **Zinc**

Esencial en muchas actividades de la planta, por ejemplo la actividad de la anhidrasa carbónica depende del zinc.

Su carencia resulta en fruta con los dedos superiores deformes y fruta corta y racimos en general de bajo peso.

Casi toda la mayoría de los suelos bananeros del Caribe, Centro América y Sur América contienen niveles bajos de zinc.

Los niveles foliares óptimos son entre 20 y 35 mg/kg.

Las aplicaciones edáficas oscilan entre 15 a 35 Kg/ha/año de sulfato de zinc.

Es de mucha importancia en el manejo del Zn las aplicaciones foliares de sulfato de zinc, 1-4 kg/ha/año o quelatos y metalosatos de Zn (Gauggel, 2010).

### **Boro**

Su función está relacionada al crecimiento meristemático, diferenciación celular, maduración, división y elongación.

Su contenido óptimo foliar oscila entre 20 a 30 mg/kg. Casi todos los suelos dedicados al cultivo del banano en el continente son carentes en B de mayor a menor grado.

Su carencia requiere de aplicaciones preferentemente foliares de ácido bórico a menos de 0.5-1kg/ha/año o si edáfico la aplicación de 4-6 kg de borax/ha/año dependiendo de la severidad de la deficiencia y los niveles en el suelo (Gauggel, 2010).

## **Hierro y Manganeseo**

La función de estos elementos en la planta es también de carácter enzimático.

En la mayoría de los suelos bananeros estos elementos se encuentran a suficiente concentración y solubilidad que su aplicación no se hace necesaria.

Sin embargo, en áreas desérticas o semidesérticas donde estos elementos ocurren en forma insoluble es necesaria su aplicación.

En estos suelos las dosis podrían oscilar entre 25-45 kg de sulfato de hierro o manfaneso/ha/año.

Es de hacer notar que en Centro América, el Caribe, Colombia y Ecuador ensayos con aplicaciones de estos elementos no han dado ningún resultado significativo.

Los elementos en general más importantes en la nutrición del banano son el potasio, el nitrógeno, el manganeso, zinc y Boro. En la etapa inicial de la planta hay que monitorear el azufre. El fósforo es indispensable en el establecimiento de la plantación pero luego su importancia decrece después de la tercera cosecha (Gauggel, 2010).

### **8.8. Plagas y enfermedades de relevancia**

#### **Insectos**

##### **Picudo Del Banano (*Cosmopolites sordidus*)**

El picudo del banano es un insecto peligroso para las plantaciones de banano ya que afecta las raíces, el cormo y pseudotallo de la planta.

La hembra llega a la base de las plantas, busca el cormo y hace un agujero donde deposita un huevo en él o en la base del pseudo tallo, donde las larvas hacen numerosas galerías. Este es el daño que ha sido ampliamente reportado como causa de pérdidas severas en la producción de banano. Aun cuando en muchos lugares se considera el picudo como una plaga principal, éste sigue prefiriendo al cormo de la planta cosechada, que está en efecto constituida de tejidos débiles (ANECAFE, 2004).

##### **Cochinilla**

Las cochinillas poseen un aparato bucal tipo picador-succionador de la savia de la planta, son trasmisoras del virus del rayado del banano. Su sistema digestivo elimina azúcares, llamados mielecillas, que posibilitan el crecimiento de hongos causantes de la fumagina.

El cuerpo de las cochinillas es ovalado y alargado. Son llamadas harinosas por las sustancias cerosas de color blanco que secretan y que se van depositando en su cuerpo como un mecanismo de protección (Torres, 2012).

### **Nematodo barrenador del banano (*Radopholus similis*)**

El nematodo *Radopholus similis* conocido como el “nematodo barrenador” es el fitonematodo más importante que ataca al banano.

*El Radopholus similis* pertenece al orden *Tylenchida* y a la familia *Pratylenchidae*. Son nematodos pequeños de menos de 1 mm de longitud, de cuerpo recto o ligeramente curvado ventralmente, presenta un marcado dimorfismo sexual en la región anterior.

*El Radopholus similis* completa su ciclo de vida dentro del sistema radicular de las plantas hospederas. La duración del mismo depende de la temperatura del ambiente, se ha observado que dura de 20 a 25 días a temperaturas de 24 a 32 °C.

Causa cavidades dentro del tejido que al carecer, producen como resultado la formación de túneles que provocan el colapso de la funcionalidad del sistema radicular de la planta (Otero, 2008).

La propagación vegetativa, usando cormos o hijuelos infestados con el nematodo, ha diseminado este patógeno en todas las zonas productoras del valle, dado que es un nematodo endoparásito migratorio de las raíces del banano (Torres, 2012).

### **Enfermedades**

Las plantaciones de banano, son atacadas por varias enfermedades de importancia económica, las cuales se desarrollan y se mantienen latentes desde que se coloca la semilla en el campo definitivo, hasta que el producto está listo para su venta. El control debe ser preventivo, de esta manera se minimiza el desarrollo de las enfermedades.

### **Sigatoka (*Mycosphaerella* spp)**

Esta enfermedad es causada por hongos, los cuáles atacan el sistema foliar, causando daños graves en el mismo y en todo su desarrollo si no se controla convenientemente.

Los patógenos que causan la enfermedad son *Mycosphaerella musicola* que desarrolla la sigatoka amarilla, *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* que causa la sigatoka negra.

Los síntomas que pueden apreciarse visualmente en el campo por el ataque de sigatoka amarilla son pizcas (manchas pequeñas), de color amarillo pálido en el haz de las hojas. Estas se alargan hasta convertirse en estrías largas y amarillas que luego crecen para formar manchas necróticas.

En el caso de la sigatoka negra, los primeros síntomas se manifiestan con pizcas de color café-rojizo en el envés de las hojas. Estas pizcas crecen rápidamente, llegando a formar estrías las cuáles crecen y se tornan de color café oscuro o casi negro. El centro de la lesión se hunde

ligeramente y el borde se hace pronunciado, posteriormente este centro se seca y se torna de color gris. Las lesiones se unen cada vez más hasta formar manchas necróticas (quemaduras), con un halo amarillo, que causan la muerte de la hoja. La Sigatoka negra es más agresiva que la Sigatoka amarilla, por eso es de mayor importancia en las plantaciones bananeras. (ANECAFE, 2004).

### **Enfermedad Del Moko (*Pseudomonas solanacearum*)**

Enfermedad conocida con el nombre de marchites bacteriana, ya que el agente que la produce es una bacteria. Las plantas infectadas, muestran marchites o tristeza, luego pierden su color verde oscuro a un amarillo claro. Cuando una planta de banano es atacada por esta bacteria, primero se observa la marchites en las primeras hojas, con la coloración amarilla que paulatinamente avanza hacia las hojas inferiores de la planta, luego de 10 días las primeras hojas se tornan secas, y sucesivamente la planta seca sus hojas. La transmisión de la enfermedad de una planta a otra la produce el mismo hombre por el uso de herramientas no desinfectadas (ANECAFE, 2004).

### **Pudrición acuosa del Pseudotallo**

Es una enfermedad causada por la bacteria denominada *Erwinia caratovora* o *Erwinia chrysanthemy*. Ocasiona la pudrición del pseudotallo y el posterior doblamiento del mismo. Es una enfermedad que el verano favorece su propagación.

Recientemente, se ha identificado un daño ocasionado al cormo, el cual ocasiona su pudrición y la destrucción de las raíces que facilitan el volcamiento de la planta (Torres, 2012).

### **Virus del rayado del banano (BSV)**

El BSV (por sus siglas del inglés *Banana Streak Virus*) es un pararetrovirus, miembro del género *Badnavirus* de la familia *Caulimoviridae*. Hasta la fecha el BSV se ha detectado en 43 países de África, Europa, Oceanía y América Tropical (Torres, 2012).

El BSV es transmitido de manera semipersistente por pseudocóccidos o escamas, se conoce que la cochinilla harinosa de los cítricos *Planococcus citri* transmite el BSV de banana a banana; y por la cochinilla rosada de la caña de azúcar *Saccharicoccus sacchari*, de caña de azúcar a banana (Jones y Lockhart, 1993; Lockhart y Olszewski, 1993; Kubiriba et al. 2001). Sin embargo, la principal forma de disseminación es por la propagación vegetativa, especialmente los hijuelos procedentes de planta madre infectada

El BSV no ha sido transmitido a Musa a través de inoculación mecánica; no obstante, existen evidencias de su transmisión a través de la semilla de Musa AAB (Daniells, 1993).

### **8.9. Densidades de población**

La densidad de población es uno de los factores de mayor trascendencia al momento del establecimiento de una plantación de banano. Determina la cantidad de plantas por hectárea y la producción expresada en racimos/hectárea/año (Robinson, 2003).

La selección de una alta densidad de siembra puede causar disminución en el peso del racimo y la longitud de los dedos; sin embargo, la reducción en la longitud no es tan pronunciada como la reducción en el peso del racimo. Además, genera mayor competencia entre plantas, tomando más tiempo en el llenado de la fruta, extendiendo así el ciclo de la cosecha (Daniells, 1993).

Los rangos óptimos de la densidad de siembra varían con cada localidad en particular, variedad, tipo de suelo y manejo. Estos factores junto con la densidad escogida, determinan otros más específicos como son el clima, vigor y vida útil de la plantación (Robinson, 2003).

Caso contrario ocurre cuando se seleccionan bajas densidades, ya que hay un incremento en el peso del racimo, debido al aumento de la luz solar incidente en el cultivo (Robinson, 2003).

La forma de siembra más utilizada en las plantaciones del país es 4x4 en cuadro (625 plantas/ha). Sin embargo en los últimos años esto ha cambiado y las plantaciones se siembran a 3x3 en triángulo (1300 plantas/ha). Cabe anotar que existen plantaciones de alta densidad sembradas a 2x2 en triángulo (2900 plantas/ha) que se cosechan solo una vez con excelentes resultados.

Los arreglos más comunes son los cuadrados (incluidos los rectángulos), triangulares (tres bolillos) y los de doble surco. Para tener un mejor aprovechamiento de la tierra los sistemas triangulares son los más recomendables. Los sistemas de doble surco son recomendables en lugares secos donde se pueda hacer riego por goteo.

Los arreglos cuadrados y triangulares son fáciles de implementar. Los arreglos de doble surco tienen dos hileras pegadas (1 a 1.5 m de separación) y un espacio grande (3 a 4 m entre hileras dobles); esto facilita las labores culturales y los controles fitosanitarios (Ulloa , 2014).

### **8.10. Ventajas de altas densidades**

El sistema de altas densidades, con manejo de las unidades productivas a un solo ciclo de cultivo y en bloques de siembra escalonados, podría constituirse en una alternativa bastante rentable, por cuanto ofrece al agricultor las siguientes ventajas:

- Incremento considerable de los rendimientos y optimización de costos, condición que implica una mayor rentabilidad por hectárea.
- Mayor eficiencia y aprovechamiento de los factores de producción relacionados con tierra, trabajo y capital, a través del uso más apropiado de la tierra y la mano de obra.
- Producción en base a la demanda, mediante la programación escalonada de la siembra para la cosecha del producto en épocas de mayor demanda y/o mejores ofertas del mercado.
- Menor intervalo de cosecha, y laboreo mínimo del suelo
- Ingresos adicionales, producto de la gran cantidad de hijos emitidos, los cuales pueden utilizarse como semillas de óptima calidad.
- Reducción de la incidencia y severidad del ataque de la Sigatoka negra, y plagas de los suelos y sistema radical, como resultado de la modificación de algunas condiciones ambientales dentro de la plantación, por el microclima creado por la alta densidad (principalmente la humedad relativa y la temperatura), el movimiento de suelo después de cada cosecha y por el uso de semilla nueva en cada ciclo.
- La siembra en forma escalonada reduce riesgos de destrucción total de las plantaciones por diversos factores ambientales (vientos, tormentas, inundaciones, otros).
- Es un sistema de producción que se integra a las nuevas concepciones de una agricultura amigable, con una visión altamente productiva en conjunto con el uso racional de los insumos (Rosales, 2010).

### **8.11. Desventajas de altas densidades**

Es imprescindible, que la densidad escogida para la plantación sea la apropiada, para obtener de esta manera, una alta relación racimo/año y una vida útil para la plantación más larga. Cuando esto no ocurre, se afecta principalmente el desarrollo o ciclo de la planta (Robinson, 2003).

Una alta densidad conlleva a que la relación racimo/año se vuelva progresivamente más baja y la vida útil menor; a que se incremente los costos por hectárea, al haber mayor uso de fertilizantes, nematicidas y labores de protección de fruta; a que con la edad de la plantación se pierda la producción de hijos vigorosos, el sistema de siembra y la eficiencia fisiológica de

la planta y; a que finalmente, el manejo se torne mas difícil, especialmente en el manejo de enfermedades, debido a la reducida accesibilidad al cultivo (Robinson, 2003).

### **8.12. Métodos y densidades de siembra de banano**

El sistema de siembra se determina luego de definir la variedad y la población a utilizar; tiene como fin, garantizar el suministro adecuado de luz al cultivo y evitar el proceso de erosión del suelo. Algunos de los sistemas utilizados en las plantaciones mundiales son, el sistema en hilera sencilla, el sistema en triángulo o hexagonal, el sistema de doble surco y sistemas en cuadrado y rectángulo (Sierra, 2008).

El sistema en hilera sencilla se caracteriza principalmente, por el aprovechamiento del terreno, la ejecución de labores mecánicas y obtención de densidades entre 1450 a 1850 plantas/hectárea para variedades de porte alto y entre 1850 a 2000 plantas/hectárea, para portes bajos (Belalcázar, 2001).

El sistema en triángulo, también llamado sistema en hexágono, es el más utilizado en las plantaciones. Permite el mejor aprovechamiento de la luz y del terreno, con ello una mayor densidad a causa de la óptima distribución de las plantas en el 29 área; es adecuado para terrenos con pendientes superiores al 4% y puede realizarse gran número de prácticas de conservación. Algunos de los sistemas utilizados en las plantaciones mundiales son, el sistema en hilera sencilla, el sistema en triángulo o hexagonal, el sistema de doble surco y sistemas en cuadrado y rectángulo (Sierra, 2008).

La orientación debe hacerse de este a oeste con el fin de aprovechar mejor la luz y se debe planear adecuadamente labores de deshierbe, para el mantenimiento del sistema (Ortiz, 2001).

### **8.13. Investigaciones realizadas**

Cuatro densidades de población (1.666, 2.000, 2.222 y 2.500 plantas/ha-1) fueron consideradas en un experimento que se efectuó en el Caribe de Costa Rica. Conforme la densidad de plantas aumentó, la altura del pseudotallo ( $p=0,0001$ ) y la cantidad de días de la siembra a la cosecha ( $p=0,0263$ ) aumentaron. La densidad de plantas no afectó la circunferencia del pseudotallo ni el número de hojas a la floración y la cosecha. El incremento en la densidad de plantas redujo linealmente el peso del racimo ( $p=0,00076$ ) inducido principalmente por el menor peso del racimo en la mayor densidad. No obstante, la reducción de 0,5 kg fue de poca magnitud y el incremento en la densidad de plantas podría resultar en

834 racimos más sin que hubiese diferencias en el número de manos y frutos en la segunda mano, así como en el grosor de fruto de la primera y última mano. Los resultados sugieren la necesidad de evaluar en este cultivar estrategias de producción más intensivas, similares a la tecnología desarrollada para plátano (*Musa AAB*) de alta productividad, que incluye: altas densidades de población, renovación de la plantación luego de cada ciclo de cultivo y bloques de plantación escalonados en el tiempo. La utilización de esta estrategia productiva podría representar, al igual que ha sido demostrado para plátano, una opción de manejo más rentable y segura que el sistema de producción actual de dátil, basado en baja densidad de población y manejo perenne de la plantación (Smith, 2009).

En la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP), del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la Provincia de los Ríos, km 5 vía Quevedo – El Empalme, se estudió el efecto de altas densidades y dos sistemas de siembra sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de banano (*Musa AAA*) bajo condiciones de regadío. El experimento estuvo conformado por ocho tratamientos bajo el Diseño de parcelas divididas con tres repeticiones por tratamiento, en donde a las parcelas principales se le asignó el factor A (Sistema de siembra doble hilera e hilera simple) y a las parcelas pequeñas se les asignó el factor B (cuatro densidades de siembra). El área de las parcelas experimentales fue de 120 m<sup>2</sup> (12m x 10m). La densidad 1 correspondió a 3.333 plantas/ha-1, la densidad 2 con 2500 plantas/ha-1, la densidad 3 con 2.000 plantas/ha-1 y la densidad 4 el testigo con 1.333 pltas/ha. Se seleccionaron a las plantas centrales como parcela útil con 28, 20,16 y 9 plantas respectivamente. Las variables que se registraron fueron altura de planta, circunferencia del pseudotallo, días a la floración, días a la cosecha, área foliar funcional a la floración, área foliar funcional a la cosecha, índice de infección de Sigatoka negra a la floración y cosecha, número de hojas funcionales a la floración y a la cosecha, peso neto del racimo, número de manos, número de frutos, longitud del fruto, diámetro del fruto, ratio (racimos/caja) y rendimiento (cajas/ha). Se realizó el análisis económico de los tratamientos. En base a los resultados obtenidos se concluye que el efecto de cuatro densidades y dos sistemas de siembra sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de banano, presentó a la densidad 1, (3.333 plantas/ha-1 sembrada en hileras simple) presentó el mayor rendimiento con 1.554,9 cajas/ha, la densidad 2, (2.500 plantas/ha-1) obtuvo 1.362 cajas/ha, la densidad 3, (2.000 plantas/ha- 1) con 1.117,4 cajas/ha mientras que el testigo la densidad 4, (1.333 plantas/ha-1) presentó el menor rendimiento con 810,2 cajas/ha en el mismo sistema de siembra. En el sistema de siembra en hileras doble, la densidad 1, (3.333 plantas/ha-1)

también fue la que alcanzó el mayor rendimiento con 1483,9 cajas/ha, la densidad 2, (2.500 plantas/ha-1) con 1.278,3 cajas, la densidad 3, (2.000 plantas/ha-1) con 1.134,8 cajas/ha y el testigo (densidad 4 con 1.333 plantas/ha-1) obtuvo el menor rendimiento con 836,3 cajas/ha. En cuanto a la rentabilidad, el análisis económico de los tratamientos en estudio determinó que la densidad 2, (2.500 plantas/ha-1 sembrada en hileras simples) alcanzó la mayor utilidad marginal con \$ 1.837,34 dólares, mientras que en el sistema de hileras dobles la densidad 1, (3.333 plantas/ha-1) fue la que obtuvo la mayor utilidad marginal con \$ 1.161,76 dólares. Entre ambos sistemas de siembra, las dobles hileras con una densidad de (2.500 plantas/ha-1) Adquirió la mayor utilidad marginal de todos los tratamientos en estudio y la densidad 3, (2.000 plantas/ha-1) sembrada a hileras simple obtuvo la menor utilidad marginal entre todos los tratamientos con \$ 926,08 dólares (Yepez, 2015).

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de estudiar el efecto que ejerce, sobre el rendimiento en la variedad de banano Williams, la densidad y el sistema de siembra, en la zona bananera del Magdalena. La investigación se realizó en las fincas Colonia y San Antonio, ubicadas en el corregimiento de La Aguja, municipio Zona Bananera del Magdalena. Se analizaron tres densidades (T-1=1.650 plantas/ha; T-2= 1.550 plantas/ha; T-3= 1.450 plantas/ha), y dos sistemas de siembra (Hexagonal o Triángulo e Hilera Sencilla). Se utilizó un diseño anidado con factores cruzados, con dos factores (sistemas de siembra y densidades de población), 6 bloques y 3 replicas (densidades) por bloque, para un total de 36 unidades experimentales. El ensayo abarcó tres generaciones, desde la siembra, para analizar el comportamiento de cada una de ellas (R0, R1 y R2). En cada generación se realizó el muestreo al momento de la cosecha, evaluando el perfil de fruta (peso del racimo, número de manos y dedos por racimo, calibración y longitud de los dedos centrales de la segunda y última mano), anotando las fechas de emisión y cosecha de los racimos, hasta completar las 84 unidades observacionales para cada tratamiento. El análisis de varianza se obtuvo aplicando las fórmulas propias para un ensayo en Bloques Completos al Azar. Se encontró que el T-2 (1550 plantas/ha), acumuló el mayor porcentaje de fruta en menor tiempo en las tres generaciones, independiente del sistema de siembra utilizado. El sistema de siembra en triángulo registró los porcentajes máximos de parición en cada generación. Los mayores rendimientos acumulados en las tres generaciones, expresados en cajas/hectárea/tiempo, se encontraron en el T-2, con diferencias significativas de 168 cajas más que con densidades de 1650 plantas/ha y 552 cajas más que con una densidad de 1450 plantas/ha. El factor más importante para efectos de producción, fue el retorno (Cuellar & Morales , 2005).

## 10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

**Ha:** El cultivo de banano en alta densidad mejora la producción y obtiene rendimientos más altos.

**Ho:** El cultivo de banano en alta densidad no mejora la producción no se obtienen rendimientos más altos.

## 11. METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN

### 10.1. Localización y duración de la investigación

La presente investigación se llevo a cabo en el Centro Experimental “La Playita”, de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en la provincia de Cotopaxi. (Ubicación Geográfica WGS 84: Latitud SO°56’27” Longitud W 79° 13’25”). y una altura variable de 193 msnm.

La investigación se realizo en el período comprendido de los meses diciembre 2016 hasta el mes de julio del 2017, tiempo durante el cual se evaluo la alta densidad de siembra y producción del cultivar Cavendish.

### 10.2. Condiciones agro meteorológicas

En la tabla 1 se presentan las condiciones meteorológicas de la zona bajo estudio.

**Tabla 1. Condiciones agrometeorológicas del Centro Experimental La Playita.**

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Altitud	223 m.s.n.m.
Temperatura medio anual °C	23° C
Humedad Relativa, %	89%
Heliofanía, horas/luz/año	12.6%
Precipitación, mm/año	2854 mm.
Topografía	Regular
Textura	Franco arenoso

Fuente: Estación del Instituto Nacional de Meteorológica e Hidrología (INAMHI) Hacienda San Juan.2014

### 10.3. Metodología

La metodología que se utilizo fue el diseño experimental, se trabajó con datos experimentales, datos obtenidos de observaciones de un conjunto o segmento de él, que han sido controlados o modificados por ciertos factores variables para determinar qué efectos ejercerán en los datos.

Esta investigación en banano, al ser un monocultivo altamente tecnificado y debido al sistema de producción de un solo corte que se realizara en el presente trabajo de investigación, extrae una alta cantidad de nutrientes del suelo, genera aumento en las malezas, plagas y enfermedades, cambios en la estructura y actividad de la biota del suelo, cambios en la temperatura, contenidos de agua y volumen de materia orgánica, estos cambios se compensaran con la aplicación de abonos orgánicos edáficos.

El material de propagación se obtuvo de plantas resistentes y libres de plagas y enfermedades, se sembró a una densidad de siembra de 3333 plantas/ha, a una distancia de 1,50 metros entre planta y 2,00 metros por hilera, se sembró en forma directa en hoyos de 40 centímetros de diámetro por 50 centímetros de profundidad, para que se adapte al suelo pedregoso del lugar, también se colocó una capa de tierra en la base del hoyo para que las raíces se desarrollen con mayor facilidad.

El deshoje se efectuó a los 60 días cuando se observaron las primeras hojas afectadas por condiciones climáticas o por enfermedades, posteriormente se realizó una vez por semana en las horas de la mañana.

El control de malezas fue permanente, en los primeros días de plantación se lo realizo con mayor frecuencia, al crecer las plantas la incidencia de malezas disminuyo notablemente.

La limpieza de plantas se realizó cada 60 días, evitando la proliferación de insectos vectores de plagas y enfermedades.

En cuanto a la fertilización se realizó a los 60 días iniciales, se aplicaron 3 dosis diferentes en todo el ensayo, las frecuencias de fertilización posteriores se realizaron acorde a los requerimientos de la planta.

Se aplico tres dosis de fertilización:

**Tabla 2.** Dosis empleadas en la fertilización del banano

<b>Ingrediente</b>	<b>%</b>	<b>Dosis kg Ha año</b>		
		<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Urea	0,35	840	600	360
Sulfato de potasio y Magnesio	0,12	280	200	120
Cloruro de K	0,20	490	350	210
Fosfato diamónico	0,15	350	250	150
Cal dolomita	0,18	420	300	180
<b>Total</b>	<b>1,00</b>	<b>2380</b>	<b>1700</b>	<b>1020</b>

Elaborado por: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

#### 10.4. Diseño experimental

En la investigación se aplicó la comparación entre medias de cada una de las plantas que se evaluarán, la cual es utilizada en investigaciones en ciencias agronómicas.

Las unidades experimentales correspondientes a la variedad Cavendish, objeto del estudio, se distribuyeron en campo en un Diseño Completamente al Azar, con un número de tres tratamientos más un testigo, con siete repeticiones y con un número de cuatro unidades experimentales (Tabla 3).

**Tabla 3.** Esquema de análisis de varianza

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de Libertad</b>
Repetición	(r-1)	6
Tratamientos	(t-1)	3
Error	(r-1) (t-1)	18
<b>Total</b>	<b>(t. r) – 1</b>	<b>27</b>

Elaborado por: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

#### 10.1 Tratamientos

Se obtuvo los tratamientos que se presentan a continuación:

**Tabla 4.** Tratamientos en estudio

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	D. A.	Dosis Alta
T2	D. M.	Dosis Media
T3	D. B.	Dosis Baja
T0	T	Testigo

Elaborado por: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

#### 10.2 Unidad experimental

En el Tabla 5 se presentan las unidades experimentales utilizadas en la investigación, se recolectaron los datos de cuatro unidades experimentales por tratamiento.

**Tabla 5.** Unidades experimentales

<b>Tratamientos</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>U. E.</b>	<b>Total</b>
T1	7	4	28
T2	7	4	28
T3	7	4	28
T0	7	4	28
<b>TOTAL</b>			<b>112</b>

UE= Unidades Experimentales

### **10.5. Variables que evaluar**

Los efectos observados en la plantación a causa de la densidad y el sistema de siembra en el rendimiento se evaluaron a través de variables de producción. Estas variables corresponden a los parámetros de campo y al perfil de la fruta.

Los datos se tomaron a los 30 días a partir de la siembra, y luego cada semana a partir de cada aplicación de fertilizante.

#### **Altura de planta(cm.)**

La altura de planta se midió a partir de la base del suelo hasta la última hoja en posición vertical, se empleó una regla graduada en centímetros.

#### **Número de hojas total**

Se hizo el conteo del número de hojas enteras totales que registre la planta, se tomó en cuenta las hojas infectadas con plagas y/o enfermedades, así como las hojas cortadas por el deshoje fitosanitario.

#### **Número de hojas funcional**

Se tomo en cuenta las hojas funcionales, sin tomar en cuenta las hojas atacadas por plagas o afectadas por enfermedades, tampoco se tomó en cuenta las hojas dobladas por daños ocasionados por el viento o labores culturales.

#### **Perímetro del pseudotallo (cm.)**

La evaluación se realizó a partir de los 30 días, midiendo la circunferencia o perímetro en centímetros, a un metro de altura desde la base de la planta con la ayuda de una cinta métrica.

## 12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1 Primera fertilización

#### 11.1.1 Altura de planta

La mayor altura se obtuvo con los tratamientos de dosis baja a los 7 días posterior a la fertilización con 113,79 cm, al mismo tiempo la dosis media como la dosis baja presentaron 108,93 y 103,64 cm respectivamente, mientras que el testigo presentó menor altura con 91,89 cm.

A los 14 días el tratamiento más sobresaliente es el de la dosis baja con 124,32 centímetros, seguido por la dosis media con 121,93 centímetros, el testigo presentó el valor inferior con 96,89 cm, en esta variable se presentó diferencia estadística.

Los 21 días posterior a la fertilización los datos registrados muestran una altura mayor para el tratamiento de dosis baja con 129,71 cm, el valor más bajo se obtuvo con el testigo que presentó una altura de planta de 102,93 cm.

En esta variable a los 28 días la mayor altura de planta se obtuvo con la dosis baja con 134,50 centímetros seguido por la dosis alta con 125,61 cm, finalmente el testigo presentó valores por debajo de los demás tratamientos con 108,00 cm (Tabla 6).

**Tabla 6.** ALTURA DE PLANTA EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Altura de planta (cm)				
	Inicio	7 días	14 días	21 días	28 días
Alta	31,71 a	103,64 ab	115,75 a	120,89 a	125,61 a
Media	31,79 a	108,93 a	121,93 a	128,46 a	132,07 a
Baja	29,00 a	113,79 a	124,32 a	129,71 a	134,50 a
Testigo	31,27 a	91,89 b	96,89 b	102,93 b	108,00 b
CV (%)	7,00	10,77	8,93	8,47	7,97
EE	0,82	4,26	3,87	3,86	3,76

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

#### 11.1.2 Número de hojas total

El mayor número de hojas total se registró en el tratamiento de dosis baja con 7,61 hojas a los 7 días, mientras que el valor más bajo se obtuvo del tratamiento testigo con 6,96 hojas, las dosis media y alta mantuvieron similares valores con 7,54 y 7,46 hojas.

A los 14 días el mayor número de hojas presentó el tratamiento de dosis alta con 8,07 hojas, seguido por la dosis media y baja con 7,96 y 7,71 hojas respectivamente, el menor número de hojas se lo obtuvo por el testigo con un valor de 6,96 hojas.

En esta variable a los 21 días el mayor número de hojas se obtuvo con la dosis alta registrando valor de 7,82, similares resultados se obtuvieron con las dosis medias y baja con 7,79 y 7,75, para finalizar el testigo mostró valores inferiores con 6,96 hojas totales.

El número de hojas más alto se mantuvo con la dosis alta con valores de 7,36 hojas totales, con dosis media y alta se obtuvo valores de 7,36 y 7,14, mientras que el testigo se mostró por debajo de los demás tratamientos con 6,82 (Tabla 7).

**Tabla 7.** NÚMERO DE HOJAS TOTAL EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Número de hojas				
	Inicio	7 días	14 días	21 días	28 días
Alta	5,43 a	7,46 a	8,07 a	7,82 a	7,39 a a
Media	5,61 a	7,54 a	7,96 a	7,79 a	7,36 a a
Baja	5,57 a	7,61 a	7,71 a	7,75 a	7,14 ab ab
Testigo	5,64 a	6,96 b	6,89 b	6,96 b	6,82 b b
<b>CV (%)</b>	4,77	3,86	5,01	5,11	4,67
<b>EE</b>	0,10	0,11	0,15	0,15	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

### 11.1.3 Número de hojas funcional

En cuanto al número de hojas funcionales a los 7 días el valor más alto se presentó con la dosis baja con 6,86 hojas mientras que las dosis media y alta se presentaron con valores de 6,75 y 6,64, el testigo mantuvo valores de 6,36.

Los datos recopilados a los 14 días muestran valores superiores con la dosis alta de 7,57 sin embargo los valores con la dosis media y baja tienen un promedio de 7,54 y 7,00 en ese orden.

A los 21 y 28 días los valores más altos se obtuvieron con la dosis media con 6,96 hojas funcionales en ambas edades, mientras que el testigo reporto valores más bajos con la dosis baja son 5,96 y 6,14 para cada una de las edades ver (Tabla 8).

**Tabla 8.** NUMERO DE HOJAS FUNCIONALES EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Hojas funcionales				
	Inicio	7 días	14 días	21 días	28 días
Alta	4,89 a	6,75 a	7,57 a	7,29 a	6,82 a
Media	5,32 a	6,64 a	7,54 a	6,96 a	6,96 a
Baja	5,32 a	6,86 a	7,00 b	6,79 a	6,89 a
Testigo	5,36 a	6,36 a	6,18 c	5,96 b	6,14 b
<b>CV (%)</b>	7,56	5,14	3,33	6,23	4,64
<b>EE</b>	0,15	0,13	0,09	0,16	0,12

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

#### 11.1.4 Diámetro de pseudotallo

En el análisis de esta variable los promedios más alto se los obtuvo con la aplicación de la dosis baja a los 7 días con 16,82 cm, mientras a los 14 días el mejor resultado se presentó con la dosis media cuyos resultados fueron de 17,31 mientras que a los 21 y 28 días el mejor resultado se presentó con el tratamiento de dosis media con 18,04 y 18,68 respectivamente (Tabla 9).

**Tabla 9.** DIÁMETRO DEL PSEUDOTALLO EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Diámetro (cm)				
	Inicio	7 días	14 días	21 días	28 días
Alta	7,12 a	16,09 a	16,81 a	17,20 ab	18,00 a
Media	6,76 ab	16,50 a	17,31 a	18,04 a	18,68 a
Baja	6,27 b	16,82 a	16,99 a	17,84 a	18,38 a
Testigo	6,62 ab	12,65 b	14,47 b	15,29 b	15,75 b
<b>CV (%)</b>	5,11	9,66	8,46	8,44	6,60
<b>EE</b>	0,13	0,57	0,52	0,55	0,44

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

### 11.1.5 Análisis foliar

El análisis foliar muestra altos valores de nitrógeno, en las dosis alta y baja, sin embargo, en la dosis media se observa niveles bajos, elementos como el fósforo muestran niveles bajos en las dosis alta y media. En cuanto al calcio las concentraciones son alta en las tres dosis utilizadas.

El magnesio y el azufre presentan deficiencias en las tres dosis evaluadas.

Mientras el hierro y el manganeso se mantienen con niveles altos en las tres dosis aplicadas (Tabla 9.)

**Tabla 10.** ANÁLISIS FOLIAR EN LA PRIMERA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Parámetros	Dosis		
	Alta	Media	Baja
Nitrógeno (%)	2,80 A	2,30 D	2,60 A
Fósforo (%)	0,16 D	0,16 D	0,16 D
Potasio (%)	2,09 D	2,61 D	2,32 D
Calcio (%)	0,75 A	0,82 A	0,79 A
Magnesio (%)	0,19 D	0,21 D	0,19 D
Azufre (%)	0,15 D	0,16 D	0,16 D
Zinc (ppm)	13,00 D	20,00 A	18,00 A
Cu (ppm)	7,00 D	10,00 D	7,00 D
Hierro (ppm)	77,00 A	82,00 A	80,00 A
Manganeso (ppm)	150,00 A	148,00 A	152,00 A
Boro (ppm)	12,00 D	14,00 D	10,00 D

**Fuente:** Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas INIAP 2017

D = Deficiente A = Adecuado E = Excesivo

## 11.2 Segunda fertilización

### 11.2.1 Altura de planta

Los resultados de la segunda fertilización en las diferentes edades se muestran en la tabla 11, se detallan los valores obtenidos, así como los principales promedios.

La segunda fertilización muestra el mayor promedio de altura a los 35 días para el tratamiento de dosis baja con 138,18 cm, entre las dosis medias y baja no se observan diferencias estadísticas, sin embargo, con el testigo se observa menor altura con 110,00 centímetros.

Para la aplicación a los 42 días los mayores resultados se obtuvieron con la dosis baja, cuyos promedios muestran una altura de 142,46 cm, a continuación, los tratamientos de dosis media y alta presentaron alturas de 139,36 y 135,04 centímetros respectivamente. El testigo obtuvo el menor promedio en altura con 112,39 cm.

Los resultados a los 49 días muestran la mayor altura con el tratamiento de dosis baja, con resultados de 148,29 centímetros, a continuación, las dosis alta y media presentan promedios de 143,07 y 140,71 centímetros. El tratamiento con menor resultado fue el testigo con 114,79 centímetros de altura.

A los 56 días se registraron los últimos datos de esta variable, en el cual el valor más alto se dio con la dosis alta de fertilizantes con 155,71 cm. Las dosis baja y media obtuvieron resultados de 154,96 y 153,36 respectivamente. El tratamiento con dosis baja evidenció menores promedios con una altura de 118,36 cm.

**Tabla 11.** ALTURA DE PLANTA EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Altura de planta (cm)			
	35 días	42 días	49 días	56 días
Dosis				
Alta	130,21 a	135,04 a	143,07 a	155,71 a
Media	136,07 a	139,36 a	140,71 a	153,36 a
Baja	138,18 a	142,46 a	148,29 a	154,96 a
Testigo	110,00 b	112,39 b	114,79 b	118,36 b
<b>CV (%)</b>	7,82	7,58	8,46	6,94
<b>EE</b>	3,80	3,79	4,37	3,82

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

### 11.2.2 Número de hojas total

El mayor número de hojas total los 35 días posterior a la fertilización se registró en el tratamiento de dosis alta con 7,93 hojas por planta, seguido por el tratamiento de dosis media con 7,79 hojas. El menor número de hojas se obtuvo con el testigo que alcanzó 7,07 hojas.

En los 42 días se obtuvo los siguientes resultados: mayor número de hojas las dosis alta y media mostraron similares resultados con 8,46 hojas, mientras el testigo presentó los resultados menores con 7,36 hojas en promedio.

El mayor número de hojas a los 49 días se obtuvo con la dosis alta con 8,93 hojas, mientras que la dosis media obtuvo 8,79 hojas en total, el testigo mostro menor número de hojas total con 7,96 hojas en total.

En el análisis del número de hojas totales a los 56 días el tratamiento dosis baja mostro los mayores índices con 11,00 hojas, la dosis alta alcanzo las 10,68 hojas en total mientras el testigo se mantuvo con 9,96 hojas. (Tabla 12).

**Tabla 12.** NUMERO DE HOJAS TOTAL EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Número de hojas			
	35 días	42 días	49 días	56 días
Alta	7,93 a	8,46 a	8,93 a	10,68 a
Media	7,79 a	8,46 a	8,79 a	10,07 b
Baja	7,61 ab	8,43 a	8,54 ab	11,00 a
Testigo	7,07 b	7,36 b	7,96 b	9,96 b
<b>CV (%)</b>	5,14	5,08	4,86	3,53
<b>EE</b>	0,15	0,16	0,16	0,14

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

### 11.2.3 Número de hojas funcional

Las hojas funcionales a los 35 días mostraron mayores con la dosis alta la cual obtuvo 7,43 hojas, dosis media y baja arrojaron resultados de 7,36 y 7,18 hojas funcionales. El testigo mostro menor número de hojas funcionales con 6,18 hojas por planta.

En los 42 días siguientes a la segunda fertilización los resultados fueron: mayor resultado con dosis alta 8,21 hojas, la dosis baja presento menor número de hojas funcionales con 7,43 debido a la deficiencia de nutrientes. El testigo fue el que menor hojas funcionales con 7,04 hojas.

Al cumplirse los 56 días se registró el mayor número de hojas funcionales con la dosis media 9,75, a su vez el tratamiento con dosis baja tuvo un resultado de 9,50, seguido por la dosis alta con 9,39 hojas funcionales. Finalmente, el menor promedio de hojas funcionales fue para el testigo con 8,54 hojas. (Tabla 13).

**Tabla 13.** NUMERO DE HOJAS FUNCIONAL EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Hojas funcionales			
	35 días	42 días	49 días	56 días
Alta	7,43 a	7,43 a	8,21 a	9,39 a
Media	7,36 a	7,79 a	8,14 a	9,75 a
Baja	7,18 a	7,29 a	7,43 ab	9,50 a
Testigo	6,18 b	6,32 b	7,04 b	8,54 b
<b>CV (%)</b>	4,32	4,82	6,82	4,82
<b>EE</b>	0,11	0,13	0,20	0,17

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

#### 11.2.4 Diámetro de pseudotallo

El diámetro de pseudotallo a partir de la segunda fertilización a los 35 días tuvo mayor resultado con la dosis media 19,18 centímetros, la dosis baja presento resultados de 18,97 centímetros, seguido por el tratamiento dosis alta con 18,52 centímetros, por último, el menor resultado se dio con el testigo cuyo diámetro fue de 16,29 centímetros.

Los mejores resultados correspondiente a los 42 días se dieron con las dosis media y baja con 19,59 cm y 19,56 cm respectivamente, la dosis alta presento resultado inferior con 18,52 cm, mientras que los resultados bajos fueron para el testigo alcanzando los 16,86 centímetros de diámetro.

Los datos obtenidos a los 49 días muestran mayor diámetro de pseudotallo con el tratamiento de dosis baja con 19,88 cm, las dosis alta y media arrojaron promedios de 19,34 y 19,00 centímetros en ese orden. El menor diámetro presento el testigo con promedios de 17,20 centímetros.

Resultados obtenidos a los 56 días presentan mayores resultados con dosis baja, 20,66 centímetros, seguido por la dosis alta cuyo diámetro promedio es de 20,43 cm, para la dosis media el diámetro obtenido fue de 20,31 centímetros, el menor diámetro en esta edad fue para el testigo con 17,90 centímetros, como se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14.** DIÁMETRO DEL PSEUDOTALLO EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Tratamiento	Diámetro (cm)			
	35 días	42 días	49 días	56 días
Alta	18,52 a	19,49 a	19,34 a	20,43 a
Media	19,18 a	19,59 a	19,09 a	20,31 a
Baja	18,97 a	19,56 a	19,88 a	20,66 a
Testigo	16,29 b	16,86 b	17,20 b	17,90 b
<b>CV (%)</b>	6,78	6,64	6,16	5,39
<b>EE</b>	0,47	0,47	0,44	0,4

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \geq 0,05$ )

### 11.2.5 Análisis foliar

Los niveles de nitrógeno se incrementaron considerablemente en las tres dosis aplicadas, mientras en el fósforo, así como en el potasio disminuyeron para las tres dosis. El azufre, zinc y cobre son los elementos que presentan niveles deficientes en todas las dosis aplicadas.

En cuanto al hierro, manganeso y boro se incrementó notablemente sus concentraciones, favoreciendo al desarrollo de las plantas (Tabla 15).

**Tabla 15.** ANÁLISIS FOLIAR EN LA SEGUNDA FERTILIZACIÓN DEL CULTIVO DE ALTA DENSIDAD EN BANANO (*Musa paradisiaca* Var. *Cavendish*).

Parámetros	Dosis		
	Alta	Media	Baja
Nitrógeno (%)	3,20 A	3,20 A	3,10 A
Fósforo (%)	0,13 D	0,14 D	0,14 D
Potasio (%)	1,98 D	1,94 D	1,69 D
Calcio (%)	1,21 E	1,07 E	0,88 A
Magnesio (%)	0,30 A	0,30 A	0,24 D
Azufre (%)	0,10 D	0,15 D	0,10 D
Zinc (ppm)	16,00 D	15,00 D	13,00 D
Cu (ppm)	10,00 D	10,00 D	9,00 D
Hierro (ppm)	162,00 A	169,00 A	155,00 A
Manganeso (ppm)	241,00 A	204,00 A	192,00 A
Boro (ppm)	35,00 A	33,00 A	32,00 A

**Fuente:** Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas INIAP 2017

D = Deficiente A = Adecuado E = Excesivo

### 11.3 Costos de producción

El mayor costo de producción se obtuvo en el tratamiento de dosis alta con 174,51 USD, mientras en la dosis media se observa que el costo de producción fue de 166,23 USD, la dosis baja presento el menor costo de producción con 158,09 USD (Tabla 16).

**Tabla 16.** Costos de producción

<b>Rubros</b>	<b>Dosis</b>		
	<b>Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>
Semilla banano(kg)	34,83	34,83	34,83
Tierra	10,00	10,00	10,00
Fertilización	28,39	20,11	11,97
Jornales	90,00	90,00	90,00
Riego	4,00	4,00	4,00
<b>Insumos</b>			
Herbicidas	3,00	3,00	3,00
Dep. de Herramientas	2,40	2,40	2,40
Dep. Bomba de mochila	0,50	0,50	0,50
Dep. azadón	0,56	0,56	0,56
Dep. Tanque para riego	0,83	0,83	0,83
<b>Total costos</b>	<b>174,51</b>	<b>166,23</b>	<b>158,09</b>

Elaborado por: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

En esta investigación se acepta la hipótesis: El cultivo de banano en alta densidad mejora la producción y obtiene rendimientos más altos, debido a que los resultados obtenidos en la investigación.

### 12. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Los impactos generados en el medio ambiente fueron positivos, se logró mejorar la textura y estructura del suelo, por acción de las raíces modificando la capa arable del suelo. La interacción de los fertilizantes en diferentes dosis también afecto de manera positiva al aumento de microorganismos del suelo.

Con la ejecución de este proyecto se evidencio que el banano se adapta a las condiciones del sector La Playita, motivando a los agricultores a producir este tipo de musáceas.

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 17. Presupuesto

<b>DETALLE</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO UNIT</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
<b>Insumos</b>			
Material Vegetativo	220	0,50	110,00
Tierra de sembrío	1	30,00	30,00
Fertilizantes (5 elementos)	2	38,46	76,92
<b>Análisis</b>			
Análisis de suelo	1	30,00	30,00
Análisis de tejido	2	60,00	120,00
<b>Materiales</b>			
Identificaciones	30	1,00	30,00
Machetes	2	3,25	6,50
Regla métrica	1	6,00	6,00
<b>Labores</b>			
Preparación del terreno	10	17,00	170,00
Siembra	2	17,00	34,00
Labores culturales	10	17,00	170,00
Levantamiento de datos	4	17,00	68,00
Control de malezas	6	17,00	102,00
Manejo de plagas y enfermedades	4	17,00	68,00
Aplicación de fertilizantes	2	17,00	34,00
Imprevistos		105,54	
<b>Subtotal</b>			<b>1055,42</b>
<b>TOTAL</b>			<b>1160,96</b>

Elaborado por: Tigasi Sigcha Claudio Geovanny

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- La mayor altura de planta se observó con la dosis baja en todas las edades que registro esta variable.
- El número de hojas total como funcional se mantuvo con la dosis alta, mientras que el testigo se mostró por debajo de los demás tratamientos.
- En cuanto al perímetro de pseudotallo el promedio más alto registro el tratamiento de dosis media en cada una de las edades registradas.

### **Recomendaciones**

- Aplicar dosis baja en las primeras etapas el cultivo de alta densidad, debido a que es más asimilable por parte de la planta.
- Utilizar dosis altas una vez establecida la plantación, ya que los requerimientos nutricionales son más altos
- Llevar un control integrado de labores culturales, plagas y enfermedades.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- AEBE. (2007). Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador. Obtenido de Base de datos estadísticos del 2005: <http://www.aebe.com.ec>
- Alava, D. (2008). Problemática del cultivo de banano. INIAP, 74.
- ANECAFE. (2004). Programa de diversificación de ingresos en la empresa cafetalera. Asociación Nacional de Exportadores de Café.
- Añez, B. (2009). Memorias IX Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América Tropical. ACORBAT.
- Banascopio. (2015). Banano, guía técnica del cultivo. Obtenido de Actualidad Bananera: [http://www.campoeditorial.com/banascopio/ab\\_guia\\_tecnica.html](http://www.campoeditorial.com/banascopio/ab_guia_tecnica.html)
- Belalcázar, S. (2001). El cultivo de plátano en el trópico. Manual de asistencia Técnica No. 50, 376.
- Campuzano, A. M. (2010). Efecto del tipo de producción de banano Cavendish en su comportamiento poscosecha. Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, Guayaquil.
- Chica, R. (2004). Impacto y manejo de la Sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación en Colombia. XVI reunión internacional ACORBAT, 53-62.
- Chinchilla, E. (2004). Perfil de Riesgos y Exigencias laborales en el Cultivo y Empaque del Banano. Estudio del Proceso de Trabajo y Operaciones, 72.
- Cuellar, J. A., & Morales, M. E. (2005). Efecto de la densidad y sistema de siembra sobre el rendimiento en banano (Mussa AAA) var. Williams en la zona bananera departamento del Magdalena. Universidad del Magdalena, Facultad de Ingeniería. Santa Martha: Programa de Ingeniería Agronómica.
- Daniells, J. (1993). Horticulture and fresh produce. Adgorlik, Department of primary industries and fisheries., Sidney.
- Duarte, O. (2001). Manual para el cultivo de banano. Informe Anual, Escuela de Agronomía, Departamento de Horticultura, Tegucigalpa.
- Escalante, M. R. (2011). Producción y Precio del Banano en la Provincia de El Oro. Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Guayaquil.
- Espinoza, J., & Mite, F. (2014). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. International Plant Nutrition Institute, 2-6.
- Fabre, N. H. (2015). Causas de pérdidas que se producen en la post cosecha de banano en la zona de Quevedo. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Quevedo.

- Figeroa, M. M. (2013). Características y Fertilización del cultivo de banano. Obtenido de <http://www.fertilizar.org.ar/articulos/articulos>
- Gauggel, C. (2010). Fertilización de banano. Tesis de Grado, Universidad El Zamorano, Escuela Agrícola, Tegucigalpa.
- Guzman, M. (2004). Evaluacion preliminar del efecto de la aplicacion de bacterias, melaza y urea sobre la degradacion de hojas de banano y la esporulacion de sigatoka negra en hojas a nivel de suelo. Informe anual, 54-56.
- IICA. (2004). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de Documento Técnico para la competitividad de la cadena Plantación –Harina. Puré –Banano: [http:// : www.iica-ecuador.org](http://www.iica-ecuador.org)
- INIAP. (2016). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Obtenido de Banano, plátano y otras musáceas: <http://www.iniap.gob.ec/web/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Leon, J. (2007). San José: IICA.
- MAGAP. (2015). Superficie Producción y Rendimiento. Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuacultura y Pesca.
- Orellana, H. (2006). Manual de cultivos. En Cultivo de banano (págs. 56-57). Edifarm.
- Ortiz, L. A. (2001). El cultivo de banano. EUNED, 36.
- Otero, L. (2008). Caracterización morfométrica del nematodo barrenador *Radopholus similis* y su niveles de poblaciones en varias zonas productoras del valle del Chira, Piura. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Piura, Piura.
- PROECUADOR. (2015). Instituto de Promoción de Exportaciones. Obtenido de Banano: <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/banano/>
- REYBANPAC. (2010). Rey Banano del Pacifico. Departamento de Produccion. Guayaquil: Uso de protectores de espuma para evitar las cicatrices de crecimiento en el cultivo de banano.
- Robinson. (2006). Bananas and plantain. (M. Soto, Trad.) Nelspruit, 283.
- Robinson, J. (2003). Handbook of Banana growing in South Africa. Agricultural research council, 128.
- Rosales, F. (2010). Guia practica para la produccion de platano con altas densidades. Obtenido de [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx\\_news/Guia\\_practica\\_para\\_la\\_produccion\\_de\\_platano\\_con\\_atlas\\_densidades\\_\\_experiencias\\_de\\_America\\_Latina\\_y\\_El\\_Caribe\\_1373.pdf](http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Guia_practica_para_la_produccion_de_platano_con_atlas_densidades__experiencias_de_America_Latina_y_El_Caribe_1373.pdf)
- Sandoval, J. (1998). Efecto de combinar las practicas de desde y desflora sobre la calidad del fruto del banano: var. Gran Enano (mussa AAA). CORBANA, 53.
- Serrano, W. (2004). Suplemento especial Banano. El Universo, pág. 4.

- SICA. (2010). Cifras del cultivo de banano. Obtenido de [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)
- Sierra, L. E. (1993). El cultivo de Banano: Producción y Comercio. Medellín.
- Smith, E. (2009). Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y producción de plantas en primera generación de banano (musa aa). Nota Técnica, Agronomía Costarricense.
- Soto, M. (2002). Bananos cultivo y comercialización (Vol. 2). San José, Costa Rica: Litografía e Imprenta LIL.
- Torres, S. (2012). Guía práctica para el manejo de banano en Chira. Swin, I, 17-56.
- Ulloa , S. (2014). Manual del cultivo de plátano de exportacion. Escuela Politécnica del Ejercito, Departamento de Ciencias de la Vida. Quito: EDI-ESPE.
- Vargas, A. (2009). Effect of leaf pruning at flower emergence of banana plants (Musa AAA) on fruit yield and black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*). International Journal of Pest Managagement, 19-25.
- Yepez, J. C. (2015). Efecto de altas densidades y dos sistemas de siembra sobre el rendimiento y rentabilidad del cultivo de banano (Musa AAA) bajo condiciones de regadio. Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, Quevedo.
- Zárate, K. S. (2014). DocSlide. Obtenido de Requerimientos nutricionales del cultivo de banano: <http://myslide.es/documents/requerimientos-nutricionales-del-cultivo-de-banano-nitrogeno.html>
- ZIPMEC. (2013). Bananas - historia, producción, comercio. Obtenido de <http://www.zipmec.com/es/banana-historia-produccion-comercio.html>

## 16. ANEXOS

### Anexo N°1. Hoja de vida del equipo de trabajo

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

**Nombres y Apellidos:** Claudio Geovanny Tigasi Sigcha  
**Cedula de identidad:** 0503080368  
**Fecha de Nacimiento:** 25-08-1986  
**Domicilio:** Rcto, San Agustín  
**Teléfono:** 0939535455  
**Correo electrónico:** clau\_g\_1986@hotmail.com



### PERFIL PROFESIONAL

Egresado en Ing. Agronómica con la experiencia y características personales necesarias para un desempeño eficiente en labores que demanden de responsabilidad y manejo técnico. Tengo experiencia y aptitud para el trabajo en equipo, liderazgo, buenas relaciones interpersonales, toma de decisiones, tolerancia a la presión, pro actividad, además de conocimientos en control y supervisión de procesos productivos y evaluación de competencias laborales.

### INSTRUCCIÓN FORMAL

**Primaria:** Escuela Fiscal Primero de Abril  
**Secundaria:** Colegio Fiscomisional Monseñor Leónidas Proaño  
**Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi  
 Egresado en la Carrera de Ingeniería Agronómica

### CERTIFICADOS OBTENIDOS

- Jornadas Científicas Agronómicas
- II Congreso Internacional de Investigación Científica UTC La Maná.
- Nutrición Vegetal.
- Agrobiotecnología resistencia sistema inducida en agricultura convencional por empleo de rizo bacteria y conservación y nutrición del vegetal.

## DARWIN ARTEMIO ZAMBRANO BURGOS

### DATOS PERSONALES

Nombres: Darwin Artemio Zambrano Burgos

Fecha de Nacimiento: 17 de Julio de 1976

Lugar de Nacimiento: Portoviejo

Domicilio: Km. 3 vía a Valencia

Cédula Ciudadanía: 130843070-9

Celular: 0999103382

Email: [dzambranoburgos@hotmail.com](mailto:dzambranoburgos@hotmail.com)



### INFORMACIÓN ACADÉMICA:

**Magister en Desarrollo y Medio Ambiente.**-Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2014. Quevedo-Ecuador.

**Especialista en Diseño Curricular y Material Educativo para la Educación a Distancia.**- Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Facultad de Educación y Comunicación. 2007. Ambato-Ecuador.

**Diploma Superior de Investigación de la Educación a Distancia.** Universidad Regional Autónoma de Los Andes. Facultad de Educación y Comunicación. 2007. Ambato-Ecuador.

**Ingeniero Agrónomo.** Universidad Agraria del Ecuador. Facultad de Ciencias Agraria. 2002. Guayaquil – Ecuador.

### EXPERIENCIA LABORAL:

Docente Universitario Universidad Técnica de Cotopaxi (10-2015 hasta Actualidad)

Docente Universitario Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (05-2005 hasta 03-2007)

Supervisor de Calidad KIMTECH (04-2005 hasta 02-2007)

Comercialización de banana Compañía Exportadora Golden Fruit S.A. (03-2007 hasta 08-2011)

Supervisión de fincas FAENZACORP S.A. (06-2012 hasta 05-2013)

Manejo de Plantaciones Bananeras Asociación de pequeños productores agrícolas bananeros de Tengue (03-2015 hasta 03-2015)

## Anexo N°2.

### Fotos de la investigación

Figura N° 1. Preparación del terreno



Figura N° 2. Dosis de fertilizantes



Figura N° 3. Fertilización inicial



Figura N° 4. Aplicación de fertilizante



Figura N° 5. Toma de datos a los 30 días




Figura N° 6 Datos después de la fertilización



### Anexo N.º 3. Reporte de análisis

#### Figura N.º 7 Análisis general de suelo

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.ctp@iniap.gob.ec

#### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Zambrano Darwin	Nombre :	Centro Exp. La Playita	Cultivo Actual :	
Dirección :		Provincia :	Cotopaxi	Nº Reporte :	1357
Ciudad :	La Maná	Cantón :	La Maná	Fecha de Muestreo :	21/11/2016
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	21/11/2016
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	30/11/2016

Nº Muest.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
81189	Muestra 1		5,5 Ac RC	28 M	15 M	0,18 B	6 M	1,1 M	11 M	1,9 B	6,5 A	127 A	12,5 M	0,31 B



INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LM = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	N,P,B = Colorimetría		N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	Me-U = Media. Alcalino	B = Bajo	S = Turbidimetría		Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino	M = Medio	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica		B,S	
			A = Alto				

*[Signature]*  
LIDER DPTO. N.A.C. SUELOS Y AGUAS

*[Signature]*  
RESPONSABLE LABORATORIO

Figura N.º 8 Análisis foliar inicial

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.setp@iniap.gob.ec
--	---

### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Tigasi Claudio Geovanny	Nombre :	La Playita	Cultivo :	BANANO
Dirección :		Provincia :	Cotopaxi	Nº de Reporte :	2159
Ciudad :	La Maná	Cantón :	La Maná	Fecha de Muestreo :	24/04/2017
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	24/04/2017
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	05/05/2017

Nº Muest.	Datos del Lote		(%)							(ppm)							
	Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
60845	Muestra D1			2,8 A	0,16 D	2,09 D	0,75 A	0,19 D	0,15 D		13 D	7 D	77 A	150 A	12 D		
60846	Muestra D2			2,3 D	0,16 D	2,61 D	0,82 A	0,21 D	0,16 D		20 A	10 D	82 A	148 A	14 D		
60847	Muestra D3			2,6 A	0,16 D	2,32 D	0,79 A	0,19 D	0,16 D		18 A	7 D	80 A	152 A	10 D		

La muestra será guardada en el Laboratorio  
por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán  
reclamos en los resultados




#### INTERPRETACION

**D** = Deficiente  
**A** = Adecuado  
**E** = Excesivo

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Figura N.º 8 Análisis foliar final

	<b>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

### REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Julio Enrique Tigasi Chiguano	Nombre :	La Playita	Cultivo :	BANANO
Dirección :		Provincia :	Cotopaxi	Nº de Reporte :	2575
Ciudad :	La Maná	Cantón :	La Maná	Fecha de Muestreo:	07/07/2017
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso:	07/07/2017
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	24/07/2017


Nº Muest.	Datos del Lote		(%)							(ppm)							
	Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
61970	Muestra D1			3,2 A	0,13 D	1,98 D	1,21 E	0,30 A	0,10 D		16 D	10 D	162 A	241 A	35 A		
61971	Muestra D2			3,2 A	0,14 D	1,94 D	1,07 E	0,30 A	0,15 D		15 D	10 D	169 A	204 A	33 A		
61972	Muestra D3			3,1 A	0,14 D	1,69 D	0,88 A	0,24 D	0,10 D		13 D	9 D	155 A	192 A	32 A		


La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados



#### INTERPRETACION

**D** = Deficiente  
**A** = Adecuado  
**E** = Excesivo

  
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

  
 RESPONSABLE LABORATORIO

**Anexo N. ° 4. Dosis de fertilizante aplicadas por tratamiento**

<b>Dosis Alta</b>	<b>USD</b>	<b>Kg</b>	<b>USD /Kg</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Urea	18,50	45	0,41	3,00	6,26	7,72
K-M	36,00	45	0,80	3,00	2,14	5,14
Muriato	18,80	45	0,42	3,00	3,75	4,70
Fosfato	39,00	45	0,87	3,00	2,68	6,97
Cal domita	18,00	45	0,40	3,00	3,22	3,86
						<b>28,39</b>

<b>Dosis Media</b>	<b>USD</b>	<b>Kg</b>	<b>USD /Kg</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Urea	18,50	45	0,41	3,00	4,45	5,49
K-M	36,00	45	0,80	3,00	1,5	3,60
Muriato	18,80	45	0,42	3,00	2,67	3,35
Fosfato	39,00	45	0,87	3,00	1,9	4,94
Cal domita	18,00	45	0,40	3,00	2,28	2,74
						<b>20,11</b>

<b>Dosis Baja</b>	<b>USD</b>	<b>Kg</b>	<b>USD /Kg</b>	<b>Aplicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Urea	18,50	45	0,41	3,00	2,64	3,26
K-M	36,00	45	0,80	3,00	0,9	2,16
Muriato	18,80	45	0,42	3,00	1,58	1,98
Fosfato	39,00	45	0,87	3,00	1,13	2,94
Cal domita	18,00	45	0,40	3,00	1,36	1,63
						<b>11,97</b>