

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**

**TEMA**

**Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre  
la producción del cultivo de Banano Rojo,  
(*Musa acuminata*, Red dacca) en el cantón  
Bucay, provincia del Guayas**

**AUTOR**

**Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**

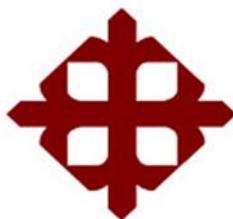
**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO AGROPECUARIO**

**TUTOR**

**Ing. Rivas Barzola José, M.Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**Marzo de 2020**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente Trabajo de Titulación, fue realizado en su totalidad por **Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**, como requerimiento para la obtención del Título de **Ingeniero Agropecuario**.

**TUTOR**

---

**Ing. Rivas Barzola, José, M.Sc.**

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

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

**Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, NAVARRETE LLAGUNO BORIS**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, (*Musa acuminata* AAA) en el cantón Bucay, provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

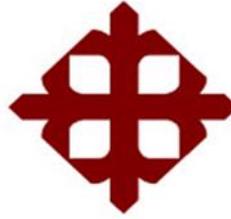
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020**

**AUTOR**

---

**Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**

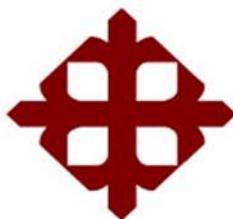
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, (*Musa acuminata* AAA) en el cantón Bucay, provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 5 días del mes de marzo del año 2020**

**AUTOR**

---

**Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CERTIFICACIÓN URKUND**

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación **Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, (*Musa acuminata* AAA) en el cantón Bucay, provincia del Guayas** presentado por la estudiante **Navarrete Llaguno Boris**, de la carrera de Ingeniería Agropecuaria, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0% de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

| URKUND         |   |
|----------------|---|
| Documento      | <a href="#">Navarrete-Llaguno_UTEB-2019_10-02-2020.docx</a> (D63749487) |
| Presentado     | 2020-02-11 09:05 (-05:00)   |
| Presentado por | ute.fetd@gmail.com  |
| Recibido       | noelia.caicedo.ucsg@analysis.orkund.com                                 |
|                | 0% de estas 21 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.     |

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2020

Certifican,

---

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

---

**Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.**  
Revisora – URKUND

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dar gracias a Dios y a la Mater, por haberme permitido llegar hasta este momento, por llenarme de fuerza y voluntad para poder afrontar diversos momentos durante mi carrera Universitaria.

Gracias a mis padres, por todo el amor, trabajo y apoyo incondicional que me han brindado, por los valores que me han enseñado para ser una persona de bien, inculcándome siempre humildad, respeto y responsabilidad, que sepan que sin su esfuerzo nada de esto hubiese sido posible. Le doy gracias a mi hermana y a Verónica, por acompañarme durante lo largo de mi carrera brindándome su apoyo en cada momento.

A todos mis familiares y amigos, que a lo largo de mi carrera han sido de gran apoyo y motivación.

A mi profesor y amigo, el Ing. Ángel Triana Tomalá, por ayudarme en el desarrollo del tema y guiarme durante el trabajo de titulación. Gracias por sus consejos que me han servido para crecer en lo personal y profesional.

A mi tutor, el Ing. Jose Rivas Barzola, por el apoyo brindado durante el trabajo de titulación.

También quiero agradecer a los ingenieros Noelia Caicedo, Paola Pincay y Alfonso Llanderal, por el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de titulación.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, el Dr. Boris Navarrete Córdova y a la Dra. Mayiya Llaguno Fuentes, por siempre brindarme su amor y apoyo. Porque siempre creyeron en mí.

Por ser el ejemplo de lucha y superación constante, que me han servido para ser una persona llena de convicción y de querer superarse cada día. Hoy les quiero dar gracias por ayudarme a conseguir una meta de muchas, sin su apoyo no hubiese sido posible.

Los amo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**Ing. Rivas Barzola, José M. Sc.**

TUTOR

---

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

DIRECTOR DE CARRERA

---

**Ing. Caicedo Coello Noelia Carolina, M.Sc.**

COORDINADORA DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**CALIFICACIÓN**

---

**Ing. Rivas Barzola, José M. Sc.**

TUTOR

## ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....                        | <b>2</b>  |
| 1.1    Objetivos.....                            | 3         |
| 1.1.1    Objetivo general.....                   | 3         |
| 1.1.2    Objetivos específicos.....              | 3         |
| 1.2    Hipótesis.....                            | 3         |
| <b>2    MARCO TEÓRICO</b> .....                  | <b>4</b>  |
| 2.1    Historia del banano.....                  | 4         |
| 2.1.1    Cultivo del banano en Ecuador.....      | 4         |
| 2.1.2    Cultivo del banano rojo en Ecuador..... | 5         |
| 2.2    Manejo del cultivo .....                  | 6         |
| 2.2.1    Densidades de siembra.....              | 6         |
| 2.2.2    Requerimientos nutricionales.....       | 8         |
| 2.2.3    Requerimientos climáticos.....          | 9         |
| 2.2.4    Deshije en el cultivo.....              | 10        |
| 2.2.5    Deshoje en el cultivo.....              | 10        |
| 2.2.6    Manejo de malezas.....                  | 11        |
| 2.3    Costos de producción .....                | 11        |
| <b>2    MARCO METODOLÓGICO</b> .....             | <b>14</b> |
| 3.1    Ubicación del ensayo.....                 | 14        |
| 3.2    Características climáticas .....          | 14        |
| 3.3    Caracterización del cultivo .....         | 14        |
| 3.4    Materiales .....                          | 15        |
| 3.5    Diseño de la investigación .....          | 15        |
| 3.6    Cuadro de variables.....                  | 15        |
| 3.7    Unidad Experimental.....                  | 15        |
| 3.8    Tratamientos y muestreo .....             | 16        |
| 3.9    Análisis estadístico .....                | 16        |
| 3.10    Manejo del ensayo.....                   | 17        |
| <b>4    RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....         | <b>19</b> |
| <b>5    CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> ..... | <b>28</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....          | <b>30</b> |
| <b>ANEXOS</b>                                    |           |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Costos de producción del banano .....                            | 12 |
| <b>Tabla 2.</b> Caracterización del cultivo en la Hacienda Garabandal .....      | 14 |
| <b>Tabla 3.</b> Cuadro de variables .....  | 15 |
| <b>Tabla 4.</b> Tratamiento en estudio .....                                     | 16 |
| <b>Tabla 5.</b> Estadístico de las variables .....                               | 17 |
| <b>Tabla 6.</b> Fertilización de banano.....                                     | 18 |
| <b>Tabla 7.</b> Altura promedio (m) de la planta madre .....                     | 19 |
| <b>Tabla 8.</b> Análisis de la varianza de Altura de Planta.....                 | 19 |
| <b>Tabla 9.</b> Número de hojas a la cosecha de los tratamientos estudiados..... | 20 |
| <b>Tabla 10.</b> Análisis de la varianza de números de hojas a la cosecha.....   | 21 |
| <b>Tabla 11.</b> Promedio de Floración del experimento .....                     | 22 |
| <b>Tabla 12.</b> Análisis de la varianza de Floración .....                      | 22 |
| <b>Tabla 13.</b> Tamaño del fuste de los tratamientos estudiados .....           | 23 |
| <b>Tabla 14.</b> Análisis de la varianza del tamaño del fuste.....               | 23 |
| <b>Tabla 15.</b> Altura del hijo pronto de los tratamientos estudiados .....     | 24 |
| <b>Tabla 16.</b> Análisis de la varianza de la altura del hijo pronto .....      | 24 |
| <b>Tabla 17.</b> Número de gajos en los racimos de los tratamientos estudiados   | 25 |
| <b>Tabla 18.</b> Análisis de la varianza del número de gajos.....                | 26 |
| <b>Tabla 19.</b> Promedio de ratio de los tratamientos estudiados.....           | 26 |
| <b>Tabla 20.</b> Análisis de la varianza de ratio racimo/caja.....               | 27 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 1.</b> Ubicación geográfica del cantón Bucay..... | 14 |
|--|----|

## RESUMEN

El presente Trabajo de Titulación se llevó a cabo en la Hacienda Garabandal, ubicada en el cantón General Antonio Elizalde (Bucay) perteneciente a la provincia del Guayas. El objetivo general del trabajo fue evaluar el efecto de dos diferentes marcos de siembra en la producción del cultivo de banano rojo (*Musa acuminata* AAA). El trabajo de investigación se desarrolló en dos lotes de 1 ha cada uno, seleccionados al azar dentro de las áreas de producción, con un distanciamiento de 4 m x 4 m para el primer lote y de 3.5 m x 3.5 m para el segundo lote. Se seleccionaron al azar 40 plantas en cada lote. En cada planta se midieron todas las variables durante un periodo de 4 semanas, registrando los datos por semana. A nivel estadístico se realizará un análisis de la varianza (ANOVA), utilizando el modelo DBCA, y un test de mínimas diferencias significativas (MDS) a un nivel de confianza de 10 %, en las diferentes variables evaluadas, se aplicó el análisis ANOVA para comparar las variables agronómicas medidas por semanas con el objetivo de determinar diferencias entre semana y densidades. En conclusión, se pudo determinar que no existieron cambios significativos en la morfología de la planta que afecten la calidad de la producción. Finalmente, una disminución en el distanciamiento de siembra para la variedad de banano rojo estudiada resultó en una mayor producción por hectárea, disminuyendo los costos fijos y mejorando la rentabilidad general.

**Palabras clave:** banano rojo, producción, distanciamiento, lote.

## ABSTRACT

This Degree Work was carried out at the Garabandal farm, located in the General Antonio Elizalde (Bucay) town belonging to the Guayas province. The general objective of the work is to evaluate the effect of two different planting frames on the production of the red banana crop (*Musa acuminata* AAA). The research work was carried out in two batches of 1 ha each, randomly selected within the production areas, with a distance of 4 m x 4 m for the first batch and 3.5 m x 3.5 m for the second batch. 40 plants were randomly selected in each batch. In each plant all variables were measured over a period of 4 weeks, recording the data per week. At a statistical level an analysis of variance (ANOVA) will be carried out, using the DBCA model, and a test of minimal significant differences (MDS) at a confidence level of 10%, in the different variables evaluated, the ANOVA analysis was applied to compare the agronomic variables measured by weeks in order to determine differences between weeks and densities. In conclusion, it was determined that there were no significant changes in the morphology of the plant that affect the quality of production. Finally, a decrease in planting distance for the variety of red bananas studied resulted in higher production per hectare, decreasing fixed costs and improving overall profitability.

**Keywords:** red banana, production, distance, lot.

## INTRODUCCIÓN

En Ecuador existe una gran extensión de terreno dedicado al cultivo de banano, el cual es exportado a diferentes partes del mundo (siendo la fruta fresca más exportada), constituyéndose como el cuarto alimento consumido a nivel mundial. Los principales consumidores de este producto son la Unión Europea y Estados Unidos.

La importancia de este cultivo no sólo a nivel económico sino también productivo, conlleva a un mejoramiento continuo de sus parámetros productivos, por lo cual hay que implementar estrategias de manejo técnico que nos garanticen mayores rendimientos por hectárea. La variación que encontramos en los rendimientos puede depender de los diferentes factores tales como: la variedad de la planta, la fertilización, factores climáticos, tipo de agua, tipo de suelo y densidad de plantación. Dentro de los factores previamente mencionados la densidad de plantación es uno de los menos estudiados. Sin embargo, es importante mencionar que la densidad de plantación podría tener efectos positivos sobre la producción. Esta información se vuelve aún más escasa cuando se trata del banano rojo (*Musa acuminata* AAA), que pertenece a la variedad Red Dacca y al grupo Cavendish.

La importancia de estudiar esta variedad de banano puede ser debido a que es una alternativa rentable para los agricultores, debido a los bajos costos de producción que este puede llegar a tener. De ahí la importancia de realizar un estudio de diferentes densidades de plantación para esta variedad de banano.

El banano se cultiva en zonas tropicales y es muy importante para la economía de países en desarrollo, se busca de manera constantemente ser más eficiente en el rendimiento. Los marcos de siembra que se manejan localmente van a depender de la zona donde se va a establecer la plantación.

Por los antecedentes expuestos, los objetivos del Trabajo de Titulación son:

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general.**

Evaluar el efecto de dos diferentes marcos de siembra en la producción del cultivo de banano rojo (*Musa acuminata* AAA), en la zona de Bucay, provincia del Guayas.

### **1.1.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el rendimiento del banano rojo (*Musa acuminata* AAA) con diferentes distancias de siembra.
- Determinar las características morfológicas (altura, número de hojas, fuste, peso racimo) del cultivo de banano rojo en los diferentes marcos de plantación.
- Establecer los costos de producción de cada una de las diferentes distancias de siembra.

## **1.2 Hipótesis**

- La reducción en el distanciamiento de siembra de banano rojo influye en el rendimiento y morfología de la planta.
- La distancia de siembra del banano rojo no tiene un efecto sobre el rendimiento y morfología de la planta.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Historia del banano**

Se dice que originariamente el banano tiene origen en las zonas tropicales de Asia. Sin embargo, su gran cultivar y producción se centra en África, Latinoamérica y Centroamérica.

Según la FAO (2015), el banano se posesiona como el cuarto alimento de mayor importancia a nivel mundial , después del arroz, el trigo y el maíz lo cual lo convierte a su vez en una fuente de ingresos económicos importante para los productores y comercializadores de estas regiones.

La exportación de esta fruta representó en el 2018 el 10 % de la exportación total de frutas en valor (USD) a nivel mundial. En este sentido, entre Ecuador, Filipinas, Guatemala y Costa Rica se concentra más del 50 % de las exportaciones totales mundiales (Trade Map, 2019).

A continuación, se hablará acerca del cultivo del banano en Ecuador, su producción y comercialización, así como variedades existentes en el país. En este sentido, se explicará sobre la variedad Red Dacca, su producción y zonas de cultivo en el país.

#### **2.1.1 Cultivo del banano en Ecuador.**

El cultivo de banano durante décadas ha sido una fuente de ingreso muy importante para el país. Esto se vio potenciado a partir de la aparición de una fuerte plaga en Centroamérica conocida como el Mal de Panamá, en el cual el único beneficiado fue Ecuador. A partir de esto, el cultivo de banano se expandió ampliamente con nuevas técnicas para mejorar la producción siendo así que esta se ha triplicado desde los años 60 hasta la actualidad, pasando de producir 2.6 millones a 6.3 millones de toneladas en el 2017 (FAOSTAT, 2019).

Según el registro del Ministerio de Ganadería y Agricultura (2018), en el año 2018 Ecuador alcanzó alrededor de 162 236 hectáreas sembradas de banano generando una producción de 2 013 cajas anuales por ha.

En cuanto al banano rojo, el promedio de cajas anual por hectárea es de 1 074 cajas, es decir, semanalmente se producen alrededor de 20 cajas por ha.

### **2.1.2 Cultivo del banano rojo en Ecuador.**

El banano rojo nombre científico *Musa acuminata* AAA que pertenece a la variedad Red Dacca y al grupo Cavendish, que comúnmente en el medio local se lo conoce como guineo morado, morado o banano rojo. Es una fruta que se cultiva en lugares más altos en relación con el banano convencional. Las zonas altas o lugares donde inicia la cordillera son idóneas para el cultivo de esta fruta. Es por esto que, Bucay provincia del Guayas y la Maná, provincia de Cotopaxi, son los mayores productores a nivel nacional de esta variedad de banano. Sin embargo, en lugares cercanos a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas existen también productores de las variedades de banano rojo y orito (Aguilar, 2015).

El banano rojo es un cultivo tolerante a plagas y enfermedades, sin embargo, es susceptible a nematodos y picudos. Para el control de sigatoka negra los productores realizan labores culturales de deshoje, siendo esta una práctica perenne para detener la propagación de esta enfermedad. En el caso del banano convencional no se podría llevar a cabo este manejo dado que la sigatoka negra si afecta de manera agresiva a esta variedad (Quevedo, Infante y García, 2018).

En cuanto a las características morfológicas de la planta, esta posee una altura alrededor de 3 m a 5.5 m, el diámetro del fuste es alrededor de 70 – 80 cm y el racimo produce aproximadamente siete gajos comerciales. Con respecto a las características morfológicas de la fruta, el tamaño de los dedos

es más pequeño y grueso en relación con el banano Cavendish (Smaart Export, 2019). El tiempo de cosecha para exportación es de alrededor de 10 hasta 12 semanas, se debe tener en cuenta el grado requerido para exportación.

En cuanto a las labores culturales de pre cosecha y post cosecha son iguales al banano convencional (Vargas- Calvo, 2012).

De acuerdo con Murillo y De la Guerra (2005), en la región de Bucay donde el cultivo de estas dos musáceas representan la segunda fuente de ingreso más importante de la zona, semanalmente se producen y exportan alrededor de 12 000 cajas entre banano rojo y orito con destino a Estados Unidos y Europa.

## **2.2 Manejo del cultivo**

### **2.2.1 Densidades de siembra.**

La densidad hace referencia al número de plantas por ha y el sistema de siembra a marco real o en triángulo. Según, Rodríguez, Reynaldo y Torralba (2007), estos van a depender de varios factores tales como radiación global, sistema de riego, material vegetativo, topografía y tipo de suelo, entre otros factores. En zonas tropicales del Ecuador como las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas, donde la temperatura generalmente oscila entre 18 °C y 30 °C con humedad, heliofanía y suelos de buena calidad, el banano se vuelve un cultivo en el cual su producción por hectárea comprende altas densidades de siembra. Los distanciamientos de siembra utilizados van desde 3.35 m x 3.35 m a 2.44 m x 2.44 m, en los cuales el número de plantas por ha va a ser de 890 plantas y 1 681 plantas por ha respectivamente.

La densidad por hectárea es uno de los factores más importantes al momento de establecer un cultivo de banano. Es el indicador de la cantidad de plantas por hectárea y la producción anual de cajas por hectárea. Las

densidades de siembra van a variar dependiendo de la zona y los rangos requeridos que tengan para el desarrollo del cultivo.

La elección de una densidad de siembra muy alta puede llevar a que se obtengan racimos de menor peso y tamaño, además de un llenado de dedos deficiente y un retraso en el tiempo de cosecha. Por el contrario, cuando existe una baja densidad de siembra los racimos pueden obtener un mejor llenado de dedos y un mejor peso de racimo. También la edad de cosecha permanece dentro de los rangos normales (Vargas- Calvo, 2012).

Tradicionalmente, el cultivo de banano rojo en la zona de Bucay se ha realizado de manera convencional con una densidad de siembra entre 4 m x 4 m y 5 m x 5 m, en marco real, con ausencia de riego y de ciclos de fumigación por la topografía del terreno. Así mismo las fincas no cuentan con un plan de fertilización ni con una planificación para realizar las labores culturales que requiere el cultivo para una mayor producción. Dentro de las labores culturales, la de selección del retorno no se realiza adecuadamente causando un mayor número de plantas improductivas por hectárea y afectando a las unidades de producción. Esto a su vez afecta a la plantación en general ya que altera la distribución inicial de plantas por hectárea (Cuellar, 2006).

Uno de los factores más importantes para maximizar el rendimiento de los cultivos es la densidad de plantación (López-Elías, 2015). Adicionalmente, el aumento de la densidad de población es aprovechar mejor el terreno, sin embargo, esto puede llevar a una disminución de la luminosidad recibida por la planta, que puede causar modificaciones morfológicas con relación a un cultivo con una baja densidad y de esta forma afectaría al rendimiento (Vázquez-Valdivia, 2009). Dentro de la densidad más utilizada en Ecuador encontramos 4 x 4 (625 plantas/ha). No obstante, podemos encontrar modificaciones a esta densidad de 3 x 3 en triángulo (1 300 plantas/ha) y 2 x 2 en triángulo (2 900 plantas/ha) las que suelen ser cosechados una vez al año y presentan buenas producciones (Ulloa, 2015).

El sistema de siembra es otro factor para tomar en cuenta. Este va a depender de la densidad poblacional que se haya elegido para el cultivo. Se debe tener en cuenta que el cultivo tenga suficiente captación de luz y nutrientes para el desarrollo óptimo de las plantas.

En los sistemas de siembra utilizados tradicionalmente en las zonas bananeras del Ecuador, tenemos los tipos de siembra a marco real y tres bolillos o en forma de triángulo. El más usado en zonas con alta presencia de luminosidad es a tres bolillos, de esta forma se aprovecha una mejor captación de luz entre plantas y también una mayor densidad poblacional. Sin embargo, en zonas con poca luminosidad como el caso de Bucay, el sistema tradicional de siembra para banano rojo o morado es marco real, debido a la variedad de banano usado. Estas son plantas de gran tamaño y volumen por lo requieren mayor espacio para su desarrollo en comparación al banano convencional (Cuellar, 2006).

### **2.2.2 Requerimientos nutricionales.**

Los requerimientos nutricionales para el cultivo de banano dependen de cada zona y región donde se establezca el cultivo. En los cultivos de banano se ha determinado que los elementos indispensables para el desarrollo óptimo de planta y fruto son tres N, P y K. El nitrógeno interviene directamente en el desarrollo vegetativo de la planta. El potasio tiene importancia en la formación, llenado y peso del fruto. El fósforo interviene en el desarrollo del sistema radicular del banano y cualquier otro cultivo, permitiendo la correcta asimilación de los fertilizantes en el suelo, sobre todo en cultivos nuevos (López, 1995).

Los análisis de suelo y foliares van a determinar la cantidad de fertilizante que requiera el cultivo. Sin embargo, existe una tabla con valores predeterminados para el uso de fertilizantes. El uso anual de nitrógeno es de 350 – 400 kg/ha/año, de potasio entre 600 – 700 kg/ha/año, y fósforo entre

100 – 150 kg/ha/año. Estos valores pueden ser distribuidos en varios ciclos de fertilización durante el año, lo importante es cumplir con los valores anuales establecidos (Angueta y Gauggel, 2017).

Se recomienda hacer al menos dos análisis de suelo al año para llevar un control adecuado del cultivo. Además, luego de 3 o 4 ciclos de fertilización, se debe realizar una enmienda orgánica para evitar erosión y acidificación del suelo (López, 1995).

### **2.2.3 Requerimientos climáticos.**

Los factores climáticos son fundamentales al momento de formar una plantación de banano ya que estos van a determinar el desarrollo ideal del cultivo. Es por esto que, antes de realizar un sistema de producción, se debe tomar en cuenta los siguientes factores climáticos:

La temperatura adecuada para el cultivo de banano va desde 20 °C grados hasta 35 °C. En condiciones menores a 20 °C, la planta entra en un cuadro de estrés y su desarrollo se ve afectado. Sin embargo, el banano puede ser un poco más resistente a cuadros de calor, siempre y cuando el suministro de agua sea el correcto (Morales, Vignola y Watler, 2017).

Para el caso del banano rojo existe una diferencia, en relación al banano convencional tipo Cavendish, tolera condiciones de bajas de temperaturas. En otras palabras, la planta experimenta un desarrollo normal sin presentar afectaciones o síntomas comunes cuando está sometida a bajas temperaturas, tales como el “arepollamiento” (Hoyos, 2012).

En cuanto a la precipitación de agua o pluviosidad, el banano es un cultivo que requiere grandes cantidades de agua. El requerimiento hídrico debe estar en un rango de 120 a 180 mm promedio mensual. Anualmente se requieren de 1 800 a 2 000 mm. El cultivo podría tolerar más agua, pero esto va a depender de la capacidad de aireación y ventilación del suelo, además

de los canales de drenaje que tenga el cultivo (Morales, Vignola y Watler, 2017).

En cuanto a la luminosidad, el banano requiere altas horas de luz. La heliofanía anual requerida varía desde 1 000 a 1 500 horas luz. Con respecto a la velocidad del viento, el banano crece de una mejor forma en lugares donde el viento es inferior a 30 km/h. Sin embargo, en lugares donde existen grandes velocidades de vientos se usan barreras naturales, como los rompevientos, en el perímetro del cultivo (Vizcaino y Betancourt, 2013).

#### **2.2.4 Deshije en el cultivo.**

La labor de deshije o selección es muy importante en el cultivo de banano, ya que de esto va a depender la secuencia de hijos y la producción general. Es importante hacer esta labor debido a que el banano es una planta que se mueve conforme crecen los retornos. Si no se realiza esta labor de manera adecuada, la plantación en poco tiempo perderá el distanciamiento y distribución inicial, lo que a su vez llevará a pérdidas en unidades de producción. Además, de no realizar esta labor, la planta absorberá menos nutrientes debido a que existirá una mayor densidad por unidad de producción (Agrocalidad , 2018).

Para realizar esta labor se debe tomar en cuenta varios aspectos que determinan la selección del hijo. En primer lugar, se debe tener en cuenta la dirección en la que está el hijo con relación a las otras plantas. Se debe tener en cuenta también el vigor del hijo que vamos a dejar como secuencia. La frecuencia con la que se debe realizar esta labor es de 6 semanas de manera que se asegure una adecuada nutrición al hijo que va a quedar como secuencia (Agrocalidad , 2018).

#### **2.2.5 Deshoje en el cultivo.**

El deshoje, poda o cirugía es una labor que ayuda a controlar cierto tipo de enfermedades en el banano. Esta labor se realiza semanalmente para

reducir la proliferación enfermedades o eliminar las hojas que ya no son funcionales para la planta.

El deshoje fitosanitario consiste en eliminar las hojas que están afectadas por sigatoka u otra clase de plagas, el corte se debe realizar al ras de la planta de manera que no quede un espacio para la acumulación de agua ya que esto podría traer consecuencias como pudrición. Las hojas eliminadas deben ser colocadas en las calles del cultivo para de esta forma acelerar el proceso de descomposición y evitar el crecimiento de malezas (Agrocalidad , 2018).

#### **2.2.6 Manejo de malezas.**

Se deberá realizar un control periódico de malezas. Esto va a depender de la incidencia que tengan sobre el cultivo. Se deben controlar las áreas del cultivo y canales para evitar la competencia de nutrientes y que estas se conviertan en hospederas para plagas y enfermedades.

Existen dos tipos de controles en este sentido. El primero, es el control químico que se efectúa con herbicidas aprobados para el cultivo. Este se lo realiza a través de la aplicación con bombas de mochila para las cuales se utilizan diferentes tipos de boquillas. El segundo tipo de control es uno de tipo manual o mecánico. Este consiste en eliminar la maleza con controles de roces o chapeos constantemente para evitar el crecimiento de las malezas (Agrocalidad , 2018)

#### **2.3 Costos de producción**

El costo de producción por hectárea va a depender del número de hectáreas y de la producción que se obtenga de estas.

**Tabla 1.** Costos de producción por caja del banano rojo

| <b>COSTOS POR CAJA</b>   |                |                        |                |
|--------------------------|----------------|------------------------|----------------|
| <b>Noviembre - Junio</b> |                | <b>Julio - Octubre</b> |                |
| MDO                      | \$ 0.72        | MDO                    | \$ 1.20        |
| Fertilizantes            | \$ 0.35        | Fertilizantes          | \$ 0.58        |
| Insumos                  | \$ 0.09        | Insumos                | \$ 0.09        |
| Fumigación               | \$ 0.09        | Fumigación             | \$ 0.15        |
| Otros                    | \$ 0.37        | Otros                  | \$ 0.62        |
| Flete                    | \$ 0.36        | Flete                  | \$ 0.55        |
| <b>Costo x caja</b>      | <b>\$ 1.98</b> | <b>Costo x caja</b>    | <b>\$ 3.19</b> |

**Fuente:** El Autor

La Tabla 1 muestra los costos de producción del banano rojo en dos épocas diferentes del año. Esto es así, dado que, en los meses de noviembre a junio, las condiciones climáticas favorecen la producción, aumentando el número de cajas por ha, disminuyendo así el costo por caja, siendo este \$1,98. Por el contrario, en los meses de julio a octubre, las bajas temperaturas afectan la producción, aumentando el costo de la caja a \$3.19.

Según el AEBE (2017), los costos de producción bananera se distribuyen como siguen en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Costos de producción del banano

| <b>Rubros</b>                                   | <b>Porcentaje (%)</b> |
|---|-----------------------|
| Mano de obra directa e indirecta                | 50                    |
| Agroquímicos y fertilizantes                    | 30                    |
| Transporte                                      | 7                     |
| Otros materiales, equipos y servicios generales | 13                    |

**Fuente:** AEBE (2013)

Se puede apreciar que el rubro más importante es la mano de obra directa que representa un 50 % del total, siendo esta la responsable de aproximadamente un 80 % de la calidad de la fruta. El segundo rubro con mayor peso son los agroquímicos y fertilizantes dado que está demostrado

que estos tienen efectos positivos en el corto plazo, en la producción. Cabe destacar que este rubro ha experimentado un crecimiento en el costo de producción total debido al aumento del costo de los agroquímicos y fertilizantes, además del incremento en la frecuencia de la aplicación. Se debe mencionar que, de no realizarse las aplicaciones requeridas, la producción puede verse afectada considerablemente (AEBE, 2017).

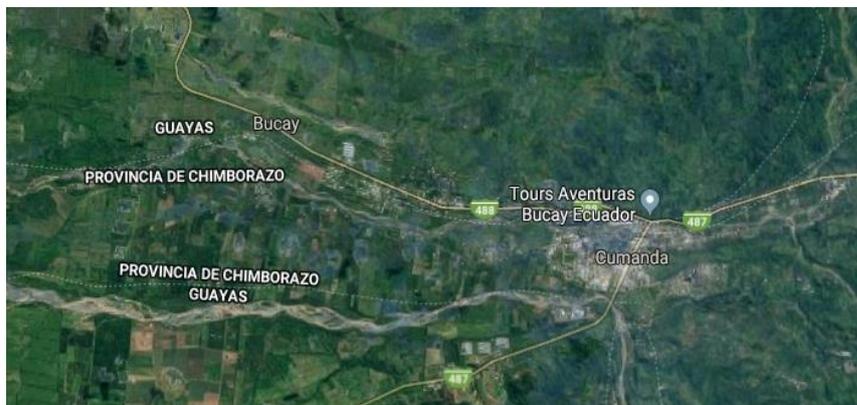
Finalmente, los rubros de transporte y otros materiales, equipos y servicios generales, representan un 20 % de los costos de producción bananeros (AEBE, 2017).

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Ubicación del ensayo

El presente Trabajo de Titulación se llevó a cabo en la Hacienda Garabandal, ubicada en el cantón General Antonio Elizalde (Bucay) perteneciente a la provincia del Guayas.

**Gráfico 1.** Ubicación geográfica del cantón Bucay



**Fuente:** Google Maps (2019)

#### 3.2 Características climáticas

El cantón Bucay presenta un clima tropical con una temperatura media de 25.5 °C, con precipitaciones promedio de 911 mm. Se encuentra entre los 700-1200 msnm (Climate Data , 2019).

#### 3.3 Caracterización del cultivo

En la Tabla 2, se observa las características del cultivo de banano en la Hacienda Garabandal.

**Tabla 3.** Caracterización del cultivo en la Hacienda Garabandal

|                              |   |
|------------------------------|---|
| <b>Edad de la plantación</b> | 12 meses  |
| <b>Variedad utilizada</b>    | <i>Musa acuminata</i> AAA, variedad Red Dacca y grupo Cavendish |
| <b>Tipo de fertilización</b> | Trimestral según Tabla 5  |

**Elaborado por:** El Autor

### 3.4 Materiales

Entre los materiales a utilizar durante el desarrollo de la investigación se contó con:

- Material vegetativo
- Cinta métrica
- Hojas de registro
- Machete
- Balanza

### 3.5 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación tiene un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y de correlación, de tipo no experimental, por muestreo y método deductivo correlacional.

### 3.6 Cuadro de variables

Las variables analizadas durante el ensayo fueron:

**Tabla 4.** Cuadro de variables

| <b>Variable</b>              |
|------------------------------|
| Altura de planta madre       |
| Altura del hijo pronto       |
| Fuste                        |
| Número de hojas a la cosecha |
| Número de gajos              |
| Ratio racimo/caja            |
| Floración                    |

**Elaborado por:** El Autor

### 3.7 Unidad Experimental

El trabajo de investigación se desarrolló en dos lotes de 1 ha cada uno, seleccionados al azar dentro de las áreas de producción, con un distanciamiento de 4 m x 4 m para el primer lote y de 3.5 m x 3.5 m para el segundo lote.

Se seleccionaron al azar 40 plantas en cada lote. En cada planta se midieron todas las variables durante un periodo de 4 semanas, registrando los datos por semana.

### 3.8 Tratamientos y muestreo

El trabajo constó de dos tratamientos como se observa en la Tabla 4, el T1, cuyo marco de plantación es el más utilizado por los agricultores de cultivo de banano tradicional.

**Tabla 5.** Tratamiento en estudio

| Tratamientos | Distanciamiento |
|--------------|-----------------|
| T0           | 4 m x 4 m       |
| T1           | 3.5 m x 3.5 m   |

**Elaborado por:** El Autor

El número de muestras a considerar se calculó utilizando la fórmula propuesta por Aguilar-Barojas (2005) para muestras finitas:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Dónde: **N**: es el tamaño de la población o universo, **k**: es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos (k=1.96 con un nivel de confianza del 95 %), **e**: es el error muestral deseado (15 %), **p**: es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio (p=0.5), **q**: es la proporción de individuos que no poseen esa característica (1-p) y **n**: es el tamaño de la muestra (número a realizar), en este caso 40 plantas por cada tratamiento.

### 3.9 Análisis estadístico

A nivel estadístico se realizará un análisis de la varianza (ANOVA), utilizando el modelo DBCA, y un test de mínimas diferencias significativas (MDS) a un nivel de confianza de 10 %, en las diferentes variables evaluadas,

Se aplicó el análisis ANOVA para comparar las variables agronómicas medidas por semanas con el objetivo de determinar diferencias entre semana y densidades.

Se aplicó la prueba T student para comparar las variables agronómicas entre densidades.

**Tabla 6.** Estadístico de las variables

| <b>Variable</b>              | <b>n</b> | <b>x barra</b> | <b>E.E.</b> |
|------------------------------|----------|----------------|-------------|
| Altura de planta madre       | 10       | 4.04           | 0.036       |
| Altura del hijo pronto       | 10       | 2.655          | 0.04        |
| Fuste                        | 10       | 111.88         | 10.40       |
| Número de hojas a la cosecha | 10       | 7.83           | 0.3975      |
| Número de gajos              | 10       | 6.01           | 0.1         |
| Ratio racimo/caja            | 10       | 1.38           | 0.00045     |
| Floración                    | 10       | 28.37          | 10.75       |

**Elaborado por:** El Autor

### **3.10 Manejo del ensayo**

El manejo cultural que realiza control de maleza, deshoje, deshije, apuntalamiento. Todas estas prácticas se realizarán a lo largo del cultivo. La toma de muestras para el experimento se realizará de manera al inicio del desarrollo de floración, en formación del racimo y antes de cosechar, esto para los parámetros morfológicos previamente mencionados en el epígrafe de las variables. En lo que respecta a la producción solamente se realizara una vez que el fruto se encuentre en condiciones óptimas para su cosecha.

En cuanto a la fertilización, se realizará de acuerdo con las tablas proporcionadas por Agrocalidad en el Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas de banano (2018).

**Tabla 7.** Fertilización de banano

| <b>Elemento</b> | <b>Cantidades</b> |
|-----------------|-------------------|
| N               | 350/600 kg/ha/año |
| P               | 75/150 kg /ha/año |
| K               | 650/900 kg/ha/año |

**Fuente:** Agrocalidad 2018

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de planta madre (m)

En la Tabla 8, se muestran los valores para la variable Altura de Planta Madre durante las semanas experimentales. Se encontró que la altura promedio del Tratamiento 0 fue de 4.61 m, mientras que la altura promedio del Tratamiento 1 fue de 3.47 m.

**Tabla 8.** Altura promedio (m) de la planta madre

| Semanas de estudio | n  | T0            | T1            |
|--------------------|----|---------------|---------------|
| Semana 1           | 40 | 4.65 ± 0.14 a | 3.49 ± 0.09 b |
| Semana 2           | 40 | 4.62 ± 0.20 a | 3.45 ± 0,07 b |
| Semana 3           | 40 | 4.66 ± 0.10 a | 3.46 ± 0.09 b |
| Semana 4           | 40 | 4.52 ± 0.17 a | 3.48 ± 0.07 b |

**NOTA:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p$  valor <0.05)

**Elaborado por:** El Autor

En cuanto al análisis de varianza, el que se muestra en la Tabla 9, indica que no existen diferencias significativas para la variable altura de planta en ambos grupos de estudio, con un CV de 3.21 % bajo y  $R^2$  0.95 un coeficiente de determinación alto.

**Tabla 9.** Análisis de la varianza de Altura de Planta

| Variable            | N                  | R <sup>2</sup>    | R <sup>2</sup> Aj | CV          |                      |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------------|
| Altura de planta    | 160                | 0.95              | 0.95              | 3.21        |                      |
| Fuente de Variación | Grados de libertad | Suma de Cuadrados | Cuadro Medio      | F calculado | p<valor              |
| Modelo              | 5                  | 26.17             | 5.23              | 310.20      | 0.0001*              |
| Dist. de siembra    | 2                  | 26.11             | 13.05             | 773.78      | 0.0001*              |
| Semana              | 3                  | 0.06              | 0.02              | 1.15        | 0.3334 <sup>NS</sup> |
| Error               | 74                 | 1.25              | 0.02              |             |                      |
| Total               | 79                 | 27.41             |                   |             |                      |

**Elaborado por:** El Autor

Con base en los resultados encontrados, se observa que la altura promedio de las plantas del T0 tuvieron un comportamiento más heterogéneo con una variación máxima de 0.20 m, mientras que en el T1 el crecimiento fue más homogéneo con una variación máxima de 0.09 m.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Muñoz (2003), en el que evaluó un sistema de siembra a marco real, en el que aumentó la densidad de siembra por hectárea de 1 100 a 1 800 plantas, obteniendo una disminución en la altura promedio de la planta madre. Esta reducción en la altura se observó al aumentar la densidad de 2500 a 3200 plantas.

Estos resultados demuestran que el distanciamiento entre plantas influye significativamente en la variable de altura. Esto puede estar relacionado con que a mayor distancia entre plantas la captación de energía y nutrientes va a ser mayor, generando un incremento en el desarrollo vegetativo y por lo tanto plantas más altas y con mayor heterogeneidad. Por el contrario, en un distanciamiento menor va a implicar una captación de energía y nutrientes menos dispersa teniendo una plantación más homogénea.

#### 4.2 Número de hojas a la cosecha

En la Tabla 10, se muestran los promedios de número de hojas a la cosecha para ambos tratamientos.

**Tabla 10.** Número de hojas a la cosecha de los tratamientos estudiados

| Semanas de estudio | n  | T0            | T1           |
|--------------------|----|---------------|--------------|
| Semana 1           | 40 | 7.9 ± 0.99 a  | 7.9 ± 1.60 a |
| Semana 2           | 40 | 7.3 ± 0.82 a  | 8.3 ± 1.16 a |
| Semana 3           | 40 | 7.9 ± 1.10 a  | 7.6 ± 1.65 a |
| Semana 4           | 40 | 8.00 ± 1.41 a | 7.8 ± 1.32 a |

**NOTA:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p$  valor <0.05)

**Elaborado por:** El Autor

El número promedio de hojas a la cosecha encontrado en cada tratamiento fue de 8, el análisis de la varianza indica que no existen diferencias altamente significativas con un CV de 16.09 % moderado y un  $R^2$  0.07 coeficiente de determinación bajo, lo que se muestra en la Tabla 11. Esto se da debido a que la morfología de la planta no se ve alterada por el distanciamiento de siembra estudiado.

**Tabla 11.** Análisis de la varianza de números de hojas a la cosecha

| Variable                 | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|--------------------------|-----|----------------|-------------------|-------|
| N° de hojas a la cosecha | 160 | 0.07           | 0.00              | 15.79 |

| Fuente de Variación | Grados de libertad | Suma de Cuadrados | Cuadro Medio | F calculado | p<valor  |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------|----------|
| Modelo              | 6                  | 8.73              | 1.46         | 0.91        | 0.4898** |
| Dist. de siembra    | 3                  | 0.17              | 0.06         | 0.04        | 0.9908** |
| Semana              | 3                  | 8.39              | 2.80         | 1.76        | 0.1628** |
| Error               | 76                 | 116.16            | 1.59         |             |          |
| Total               | 79                 | 124.89            |              |             |          |

**Elaborado por:** El Autor

Lo anterior coincide con Smith et. Al (2010), donde se experimentó con cuatro densidades de población en cultivo de plátano. Conforme las densidades de siembra aumentaron en los diferentes tratamientos, se encontró que la densidad de plantas no influyó en el número de hojas a la cosecha.

### 4.3 Floración

En el T0 mostró un valor promedio de 21 plantas florecidas siendo significativamente mayor a los valores encontrados en el T1 (35.75), es importante mencionar que estos datos fueron tomados semanalmente (Tabla 12).

**Tabla 12.** Promedio de Floración del experimento

| Tratamientos | n  | Promedio de Floración |
|--------------|----|-----------------------|
| T0           | 40 | 21.00 ± 1.41 b        |
| T1           | 40 | 35.75 ± 1.25 a        |

**NOTA:** Medias con letras diferentes presenta diferencia significativa ( $p < 0.05$  ANOVA y Tukey)

**Elaborado por:** El Autor

Los resultados obtenidos del estudio determinan que el número promedio de floración del T0 fue de 21 plantas por semana, mientras que en el T1 fue de 35.75 (36 fundas). Se observa en la Tabla 13, que la variación entre cada tratamiento es altamente significativa. En el T0 la variación es de 1.41 y en el T1 la variación es de 1.25.

**Tabla 13.** Análisis de la varianza de Floración

| Variable            | N                  | R <sup>2</sup>    | R <sup>2</sup> Aj | CV          |          |
|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------|
| Altura de planta    | 160                | 1.00              | 0.99              | 2.79        |          |
| Fuente de Variación | Grados de libertad | Suma de Cuadrados | Cuadro Medio      | F calculado | p<valor  |
| Modelo              | 5                  | 444.63            | 88.93             | 142.28      | 0.0070   |
| Dist. de siembra    | 3                  | 438.38            | 146.13            | 233.80      | 0.0043   |
| Semana              | 2                  | 6.25              | 3.13              | 5.00        | 0.1667** |
| Error               | 2                  | 1.25              | 0.62              |             |          |
| Total               | 7                  | 445.88            |                   |             |          |

**Elaborado por:** El Autor

De acuerdo con lo propuesto por Swennen (2009), con el aumento de la densidad de plantas aumenta la producción, esto debido a que cada planta produce un racimo adicional para la cosecha en un determinado tiempo. Adicionalmente, sostiene que la floración puede ser retardada por el nivel de irradiación que tiene el cultivo, es decir, cuando existen densidades de plantación elevadas el tiempo de floración puede ser mayor. Sin embargo, en distancias óptimas no genera cambios significativos durante la floración.

#### 4.4 Tamaño del Fuste (cm)

En cuanto a la variable tamaño del fuste (cm), el T0 presentó plantas con un fuste significativamente mayor de 120 cm de diámetro, mientras que en el T1 existen plantas con 90 cm, lo promedios por semana se muestran en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Tamaño del fuste de los tratamientos estudiados

| Semanas de estudio | N  | T0             | T1            |
|--------------------|----|----------------|---------------|
| Semana 1           | 40 | 124.2 ± 2.82 a | 86.9 ± 3.98 b |
| Semana 2           | 40 | 121.7 ± 3.68 a | 85.3 ± 2.26 b |
| Semana 3           | 40 | 120.8 ± 4.80 a | 83.9 ± 6.78 b |
| Semana 4           | 40 | 117.3 ± 8.94 a | 85.3 ± 6.30 b |

**NOTA:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p$  valor <0.05)

**Elaborado por:** El Autor

De lo anterior se puede concluir que la variación en el diámetro del fuste es significativa en los distanciamientos de siembra estudiados en los tratamientos.

En la Tabla 15, se muestra que no existen diferencias significativas durante las semanas de estudio dentro de los tratamientos, sin embargo, para la distancia siembra si existen diferencias significativas entre ambos grupos.

**Tabla 15.** Análisis de la varianza del tamaño del fuste

| Variable                 | N                  | R <sup>2</sup>    | R <sup>2</sup> Aj | CV          |                      |
|--------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------------|
| <b>Diámetro de fuste</b> | 160                | 0.11              | 0.03              | 70.27 %     |                      |
| Fuente de Variación      | Grados de libertad | Suma de Cuadrados | Cuadro Medio      | F calculado | p<valor              |
| Modelo                   | 6                  | 53840.75          | 8973.46           | 1.45        | 0.2069 <sup>NS</sup> |
| Dist. de siembra         | 3                  | 34971.01          | 11657.00          | 1.89        | 0.0001 <sup>**</sup> |
| Semana                   | 3                  | 20897.28          | 6965.76           | 1.13        | 0.3438 <sup>NS</sup> |
| Error                    | 73                 | 451197.24         | 6180.78           |             |                      |
| Total                    | 79                 | 505037.99         |                   |             |                      |

**Elaborado por:** El Autor

Lo anterior coincide con el estudio realizado por Smith et. al (2010), en el que obtienen resultados que aumentar la densidad de siembra por hectárea no hubo cambios significativos en el diámetro del fuste.

#### 4.5 Altura del hijo pronto (m)

La altura del hijo pronto (m) crece proporcionalmente al crecimiento de la planta madre, en el T0 la altura del hijo pronto fue de 3.12 m mientras que en el T1 fue de 2.18 m, los valores para esta variable en las 4 semanas de estudio se observan en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Altura del hijo pronto de los tratamientos estudiados

| Semanas de estudio | N  | T0            | T1            |
|--------------------|----|---------------|---------------|
| Semana 1           | 40 | 3.16 ± 0,18 a | 2.25 ± 0.12 b |
| Semana 2           | 40 | 3.12 ± 0,07 a | 2.13 ± 0.12 b |
| Semana 3           | 40 | 3.18 ± 0.06 a | 2.18 ± 0.16 b |
| Semana 4           | 40 | 3.05 ± 0.14 a | 2.17 ± 0.14 b |

**NOTA:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p$  valor <0.05)

**Elaborado por:** El Autor

En la Tabla 17, se muestra el análisis de la varianza de la variable hijo pronto (m), en donde se evidencia que existen diferencias significativas en cuanto a la distancia de siembre entre tratamientos, pero en las semanas de estudio dentro de los grupos no se encontraron diferencias significativas, es decir a mayor altura de la planta madre mayor altura del retorno.

**Tabla 17.** Análisis de la varianza de la altura del hijo pronto

| Variable               | N                  | R <sup>2</sup>    | R <sup>2</sup> Aj | CV          |          |
|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------|
| Altura del hijo pronto | 160                | 0.93              | 0.92              | 5.11 %      |          |
| Fuente de Variación    | Grados de libertad | Suma de Cuadrados | Cuadro Medio      | F calculado | p<valor  |
| Modelo                 | 6                  | 17.99             | 3.00              | 162.73      | 0.0001   |
| Dist. de siembra       | 3                  | 17.87             | 5.96              | 323.27      | 0.0001   |
| Semana                 | 3                  | 0.12              | 0.04              | 2.25        | 0.0898** |
| Error                  | 73                 | 1.35              | 0.02              |             |          |
| Total                  | 79                 | 19.34             |                   |             |          |

**Elaborado por:** El Autor

Entre los factores que influyen el crecimiento del hijo pronto o retorno, podemos observar que dentro de los aspectos más significativos se encuentran la luminosidad que tiene el cultivo porque esta va a influir responsablemente en el crecimiento y desarrollo de la planta de banano.

La luminosidad interviene en los procesos de fotosíntesis y formación de paredes celulares, los mismos que están asociados a la densidad poblacional que existe por hectárea. Esto se relaciona también con lo mencionado en párrafos anteriores respecto a la altura de la planta madre que en una distancia óptima de siembra la absorción de nutrientes va a ser más equitativa y por lo tanto el crecimiento de las plantas va a ser más parejo como lo mencionan Muhidim, et al. (2016).

#### 4.6 Número de gajos

En cuanto al número de gajos por racimo, en la Tabla 18, se muestran los valores en las semanas de estudio de ambos grupos; en el que el T0 se reportó racimos con 7 gajos y el T1 obtuvo 5 gajos por racimo.

**Tabla 18.** Número de gajos en los racimos de los tratamientos estudiados

| Semanas de estudio | N  | T0           | T1            |
|--------------------|----|--------------|---------------|
| Semana 1           | 40 | 6.9 ± 0.31 a | 5.00 ± 0.36 b |
| Semana 2           | 40 | 6.9 ± 0.31 a | 5.30 ± 0.48 b |
| Semana 3           | 40 | 6.9 ± 0.35 a | 5.30 ± 0.45 b |
| Semana 4           | 40 | 6.8 ± 0.63 a | 5.00 ± 0.35 b |

**NOTA:** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p$  valor <0.05)

**Elaborado por:** El Autor

Al someter los datos al análisis de la varianza, se puede observar que existen diferencias significativas en cuanto a la distancia de siembra entre tratamientos, sin embargo, en las semanas de estudios no existen diferencias. Estos resultados se observan en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Análisis de la varianza del número de gajos

| Variable          | N   | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV     |
|-------------------|-----|----------------|-------------------|--------|
| Diámetro de fuste | 160 | 0.85           | 0.84              | 6.39 % |

| Fuente de Variación | Grados de libertad | Suma de Cuadrados | Cuadro Medio | F calculado | p<valor  |
|---------------------|--------------------|-------------------|--------------|-------------|----------|
| Modelo              | 6                  | 60.20             | 10.03        | 67.93       | 0.0001   |
| Dist. de siembra    | 3                  | 59.57             | 19.86        | 134.42      | 0.0001   |
| Semana              | 3                  | 0.65              | 0.22         | 1.46        | 0.2327** |
| Error               | 73                 | 10.78             | 0.15         |             |          |
| Total               | 79                 | 70.99             |              |             |          |

**Elaborado por:** El Autor

Según Smith, Velasquez, Zúñiga y Valerín (2010) “El número de gajos en el racimo de banano tiende a disminuir cuando hay una mayor cantidad de plantas por hectárea, así como en el grosor del fruto de la primera y última mano. Los resultados sugieren la necesidad de evaluar en este cultivar estrategias de producción más intensivas”.

#### 4.7 Ratio (racimo/caja)

En la Tabla 20, se muestra el promedio del T0 para la variable ratio obtuvo un valor de 1.52, mientras que para el T1 fue de 1.25.

**Tabla 20.** Promedio de ratio de los tratamientos estudiados

| Tratamientos | Promedios     |
|--------------|---------------|
| <b>T0</b>    | 1.52 ± 0.03 a |
| <b>T1</b>    | 1.25 ± 0.01 b |

**NOTA:** Medias con letras diferentes presenta diferencia significativa (p< 0.05 ANOVA y Tukey)

**Elaborado por:** El Autor

En el análisis de la varianza realizado a la variable ratio, se obtuvo un p valor < 0.05, mostrando una diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 21).

**Tabla 21.** Análisis de la varianza de ratio racimo/caja

| <b>Variable</b>            | <b>N</b>           | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R<sup>2</sup> Aj</b> | <b>CV</b>   |          |
|----------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|-------------|----------|
| Diámetro de fuste          | 160                | 0.85                 | 0.84                    |             |          |
| <b>Fuente de Variación</b> | Grados de libertad | Suma de Cuadrados    | Cuadro Medio            | F calculado | p<valor  |
| Modelo                     | 5                  | 0.14                 | 0.03                    | 18.61       | 0.0418** |
| Dist. de siembra           | 3                  | 0.14                 | 0.05                    | 30.74       | 0.0317*  |
| Semana                     | 2                  | 1.3E – 03            | 6.3E- 04                | 0.41        | 0.7093** |
| Error                      | 1                  | 3.1E – 03            | 1.5E - 03               |             |          |
| Total                      | 7                  | 0.14                 |                         |             |          |

**Elaborado por:** El Autor

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

Con base en los resultados encontrados en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- En cuanto a la variable de Altura de planta, se pudo concluir que la altura promedio de las plantas del T0 tuvo un comportamiento más heterogéneo respecto a las del T1. Esto quiere decir que el distanciamiento de siembra tuvo un efecto sobre la altura de la planta.
- Con respecto a la variable de número de hojas a la cosecha, se pudo concluir que el distanciamiento de siembra no influye sobre esta.
- Referente a la variable floración, se concluye que esta aumentó al disminuir el distanciamiento de siembra, lo cual es un efecto del aumento de la densidad de plantas por ha.
- Con relación a la variable tamaño de fuste, se pudo concluir que el distanciamiento de siembra tiene un efecto en la variación en el diámetro del fuste, es decir, que, a menor distanciamiento, menor fuste.
- Sobre la variable altura del hijo pronto, se pudo determinar que el distanciamiento de siembra influye en la altura del hijo pronto.
- En cuanto a la variable número de gajos, se pudo determinar que el distanciamiento de siembra tiene un efecto sobre este, disminuyendo el número en el T1.
- Con respecto a la última variable de estudio, ratio racimo/caja, se pudo concluir que el distanciamiento de siembra tiene un efecto sobre esta, disminuyendo el ratio en el T1. Sin embargo, cabe destacar que esta disminución se compensa con el aumento de floración.

- En conclusión, se pudo determinar que no existieron cambios significativos en la morfología de la planta que afecten la calidad de la producción.
- También, se pudo evidenciar que el aumento de racimos compensó ampliamente la disminución del ratio racimo/caja, dado que este bajó en promedio 1kg, sin embargo, se obtuvieron 780 racimos adicionales anuales.
- Finalmente, una disminución en el distanciamiento de siembra para la variedad de banano rojo estudiada resultó en un aumento del 25% con relación al sistema de siembra tradicional, generando una mayor producción por hectárea, disminuyendo los costos fijos y mejorando la rentabilidad general.

## **5.2 Recomendaciones**

Con base en los resultados encontrados en el trabajo de investigación se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda realizar los ciclos de fertilización de manera trimestral, habiendo realizado previamente análisis edáficos y foliares para aprovechar de manera óptima los fertilizantes a aplicar.
- Se sugiere mantener las labores culturales al día de manera que la calidad y cantidad de producción no se vea afectada por malas prácticas de campo.
- Se aconseja disminuir el distanciamiento de siembra de 4 m x 4 m a 3.5 m x 3.5 m para la variedad de banano rojo en la zona de Bucay, dado que, según los resultados obtenidos, esta se acerca al distanciamiento óptimo.
- Finalmente, se recomienda realizar nuevos estudios de siembra con mayor densidad poblacional, para determinar nuevos distanciamientos óptimos que contribuyan a la mejora en la producción y rentabilidad del cultivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEBE. (2017). Obtenido de [http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2018/05/Bananotas\\_Noviembre-Diciembre\\_17.pdf](http://www.aebe.com.ec/wp-content/uploads/2018/05/Bananotas_Noviembre-Diciembre_17.pdf)

Agrocalidad . (2018). Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-banano.pdf>

Aguilar, R. (28 de Octubre de 2015). La producción y exportación del banano y su incidencia en la economía ecuatoriana en el periodo 2008-2013.

Angueta, T., & Gauggel, G. (2017). *Repositorio Zamorano* . Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6042>

Climate Data . (2019). *Climate Data* . Obtenido de Climate Data : <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-guayas/bucay-177915/>

Cuellar, J. (2006). Efecto de la densidad y sistema de siembra sobre el rendimiento en banano musa AAA variedad Williams en la zona bananera Departamento del Magdalena . Departamento de Magdalena , Colombia .

FAO. (2015). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y5102s/y5102s03.htm>

FAOSTAT. (2019). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Hoyos, J. (2012). *Acta Agronómica*, vol. 61, núm. 3, 2012, pp. 214-229.  
Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169925865003.pdf>

López, A. (1995). *International Plant Nutrition Institute*. Obtenido de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/N%20F%20Banano.002.002.pdf/N%20F%20Banano.pdf)

López-Elías, J. O. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal* 11(24).

MAGAP. (2018). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca* . Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/sipa-estadisticas/estadisticas-productivas>

Morales, M., Vignola, R., & Watler, W. (Diciembre de 2017). Prácticas efectivas para la adaptación de cultivos prioritarios para seguros, en Costa Rica. Costa Rica . Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>

Muhidin, M., Sadimantara, G., Leomo, S., & Corina, T. (2016). Efecto de las malas prácticas agrícolas sobre el retorno en las plantas de banano (*Musa x Paradisica* L.) Subgrupo Cavendish . *Internacional Journal of ChenTech* , 541 - 548. Obtenido de [http://186.3.32.121/bitstream/48000/11346/1/DE00008\\_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf](http://186.3.32.121/bitstream/48000/11346/1/DE00008_EXAMENCOMPLEXIVO.pdf)

Muñoz, C. (2003). Prueba de 4 densidades y 3 arreglos espaciales en siembra de Platano. *Tecnología en marcha*, 16(1). Obtenido de file:///C:/Users/veron/Downloads/Dialnet-PruebaDeCuatroDensidadesYTresArreglosEspacialesDeS-4835452%20(1).pdf

Murillo, E., & De la Guerra, L. (2015). Plan de negocio para la comercialización de banano orito . Quevedo , Los Ríos .

Ordoñez, G., & Ruben, L. (2018). *Evaluación de la humedad del suelo por medio de la sonda de reflectometría magnética (fdr) en el cultivo de banano*. Recuperado el 21 de 9 de 2019, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13259>

Quevedo, J., Infante, C., & García, R. (2018). Efecto del uso predominantes sistémicos para el control de Sigatoka negra (*Mycosphaerella Fijienis* Morelet) en el área foliar del banano. *Agroecosistemas* .

Rodríguez, M., Reynaldo, R., & Torralba, V. (2007). Riego por aspersion de baja intensidad en el cultivo de banano . *Redalyc*, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 16, núm. 2, 2007, pp. 73-77.

Smaart Export. (2019). Obtenido de Smaart Export: <https://www.indiamart.com/smaartexport/red-banana.html#red-banana-musa-acuminata-red-dacca>

Smith, E., Velásquez, M., Zúñiga, L., & Valerín, J. (Junio de 2010). Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento y producción de plantas en primera generación de banano dátil (*Musa AA*). *Scielo*, 34(1).

Obtenido de  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242010000100007](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100007)

Swennen. (2009). Obtenido de <http://www.augura.com.co/wp-content/uploads/2017/08/5.Arreglo-poblacional-de-banano-Musa-AAA-Simmonds-en-altas-densidades-de-plantaci%C3%B3n.pdf>

Trade Map. (Septiembre de 2019). *ITC*. Obtenido de [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c080390%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c080390%7c%7c%7c6%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1)

Ulloa, M. (2015). Manual del cultivo del plátano de exportación. *Ed. FENAPROBE*, 60.

Vargas- Calvo, A. (2012). Grosor del fruto de la última y segunda mano como criterio de coscha en banano . *Agronomía Mesoamericana* , 41-44.

Vázquez-Valdivia, V. P.-B.-G.-L. (2009). Manejo integral de huertos de mango 'Ataulfo' con altas densidades de plantación. . *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 15(2), 155-160.

Vizcaino, D., & Betancourt, R. (Diciembre de 2013). *Agrocalidad*. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/BANANO/banano.pdf>



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**, con C.C: # **0925249682** autor del trabajo de titulación: **Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, (*Musa acuminata*. Red Dacca) en el cantón Bucay, provincia del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, **05 de marzo de 2020**

---

Nombre: **Navarrete Llaguno Boris Gonzalo**

C.C: **0925249682**



| <b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>                |   |  |    |
|--|---|--|----|
| <b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>            |   |  |    |
| <b>TEMA Y SUBTEMA:</b>   | Evaluación del efecto de dos distancias de siembra sobre la producción del cultivo de Banano Rojo, ( <i>Musa acuminata</i> . Red Dacca) en el cantón Bucay, provincia del Guayas  |  |    |
| <b>AUTOR(ES)</b>   | Boris Gonzalo Navarrete Llaguno   |  |    |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>                                       | Ing. José Rivas Barzola, M.Sc.  |  |    |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>  | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil   |  |    |
| <b>FACULTAD:</b>   | Facultad Técnica para el Desarrollo   |  |    |
| <b>CARRERA:</b>  | Ingeniería Agropecuaria   |  |    |
| <b>TÍTULO OBTENIDO:</b>  | Ingeniero Agropecuario  |  |    |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>                                       | 05 de marzo de 2020   | <b>No. PÁGINAS:</b>                            | 46 |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>  | Producción Agrícola, Manejo de cultivos   |  |    |
| <b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>                                  | banano rojo, lote, distanciamiento, producción  |  |    |
| <b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):                        | <p>El presente Trabajo de Titulación se llevó a cabo en la Hacienda Garabandal, ubicada en el cantón General Antonio Elizalde (Bucay) perteneciente a la provincia del Guayas. El objetivo general del trabajo es evaluar el efecto de dos diferentes marcos de siembra en la producción del cultivo de banano rojo (<i>Musa acuminata</i> AAA). El trabajo de investigación se desarrolló en dos lotes de 1 ha cada uno, seleccionados al azar dentro de las áreas de producción, con un distanciamiento de 4 m x 4 m para el primer lote y de 3.5 m x 3.5 m para el segundo lote. Se seleccionaron al azar 40 plantas en cada lote. En cada planta se midieron todas las variables durante un periodo de 4 semanas, registrando los datos por semana. A nivel estadístico se realizará un análisis de la varianza (ANOVA), utilizando el modelo DBCA, y un test de mínimas diferencias significativas (MDS) a un nivel de confianza de 10 %, en las diferentes variables evaluadas, se aplicó el análisis ANOVA para comparar las variables agronómicas medidas por semanas con el objetivo de determinar diferencias entre semana y densidades. En conclusión, se pudo determinar que no existieron cambios significativos en la morfología de la planta que afecten la calidad de la producción. Finalmente, una disminución en el distanciamiento de siembra para la variedad de banano rojo estudiada resultó en una mayor producción por hectárea, disminuyendo los costos fijos y mejorando la rentabilidad general</p> |  |    |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>  | <input checked="" type="checkbox"/> SI  | <input type="checkbox"/> NO                    |    |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>                                      | <b>Teléfono:</b> +593-99-2470396  | <b>E-mail:</b> borisnavarretellaguno@gmail.com |    |
| <b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::</b> | <b>Nombre:</b> Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.  |  |    |
|  | <b>Teléfono:</b> +593-987361675   |  |    |
|  | <b>E-mail:</b> noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec  |  |    |
| <b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>                              |   |  |    |
| <b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>                          |   |  |    |
| <b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>                                       |   |  |    |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>                            |   |  |    |