



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Proyecto de Investigación  
previo a la Obtención del Título  
de Ingeniero Agrónomo

**Título del Proyecto de Investigación:**

“Determinación de los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (*Musa AAA*) cv. Williams”

**Autor:**

Roberto Gregorio Cáceres Calderón

**Director del Proyecto de Investigación:**

Ing. Agr. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, **Roberto Gregorio Cáceres Calderón**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

---

Roberto Gregorio Cáceres Calderón  
**Autor**

# CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Ignacio Antonio Sotomayor Herrera**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Roberto Gregorio Cáceres Calderón**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Determinación de los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (*Musa AAA*) cv. Williams**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Agr. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera

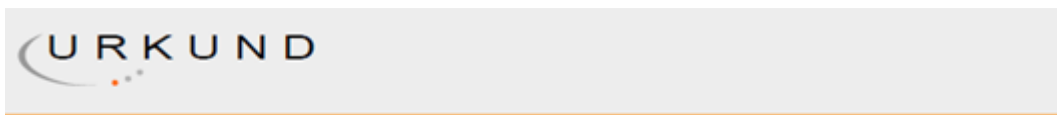
**Director del Proyecto de Investigación**

# CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO



|                   |   |
|-------------------|---|
| <b>Documento</b>  | <a href="#">Tesis-Roberto-Caceres-06.01.2017. 2.docx</a> (D24762272)            |
| <b>Presentado</b> | 2017-01-06 13:37 (-05:00)   |
| <b>Recibido</b>   | rgaibor.uteq@analysis.orkund.com  |
| <b>Mensaje</b>    | Tesis-Roberto-Caceres-06.01.2017. 2 <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> |

3% de esta aprox. 17 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 3 fuentes.



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis-Roberto-Caceres-06.01.2017. 2.docx (D24762272)  
**Submitted:** 2017-01-06 19:37:00  
**Submitted By:** rgaibor@uteq.edu.ec  
**Significance:** 3 %

Sources included in the report:

PROY. INV. Roberto-Caceres 06.01.17.docx (D24758593)  
Sayel - Proyecto de investigación 23.03.2016.docx (D18890973)  
Tesis FinalGutierrez.doc (D13286271)

Instances where selected sources appear:

4

---

Ing. Agr. M. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera

**Director del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Determinación de los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (*Musa AAA*) cv. Williams”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

**Ingeniero Agrónomo**

**Autor:**

Roberto Gregorio Cáceres Calderón

Aprobado por:

---

Ing. Ludvik Amores Puyutaxi  
**Presidente del Tribunal**

---

Ing. Agr. M. Sc. Alfonso Vasco Medina  
**Miembro del Tribunal**

---

Dra. Marisol Rivero Herrada  
**Miembro del Tribunal**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2016

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia, a mi madre Ricardina Calderón Macías y mi padre Roberto Cáceres Villarroel.

A mi hermano Richard Calderón Macías, a mi esposa y a mis hijos por su apoyo incondicional en cada una de las circunstancias que se presentaron a lo largo de mis estudios.

A mis familiares por haberme dado siempre su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora.

A mi Director de Proyecto de Investigación Ing. Ignacio Sotomayor Herrera, quien ayudó en todo momento con sus consejos y sugerencias.

A los miembros del Tribunal de Sustentación: Ing. Ludvick Amores Puyutaxi, Ing. Agr. M. Sc. Alfonso Vasco Medina y la Dra. Marisol Rivero Herrada por las sugerencias realizadas.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP” y al Programa de Banano, Plátano y otras Musáceas.

Roberto Cáceres

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación está dedicado a Dios por haber estado conmigo en todo momento y por darme la oportunidad de tener una familia que siempre están brindándome su apoyo y cariño.

A mis padres y mi hermano, esposa e hijos por estar pendiente de mi a cada paso que doy, velar por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Roberto Cáceres

## RESUMEN

El control de malezas es un aspecto importante a considerar en una plantación de banano, controlándose principalmente mediante la aplicación de herbicidas, entre los cuales se tiene al glifosato y glufosinato de amonio, sin embargo no se tiene una información sobre el herbicida que cause menor impacto sobre el hijuelo de sucesión ni del tiempo que debe transcurrir entre el deshije y la aplicación de herbicidas. Por lo expresado anteriormente, se llevó a cabo la presente investigación a fin de determinar los efectos de la deriva simulada a diferentes tiempos de aplicación de herbicidas sobre heridas provocadas durante la labor del deshije en las plantas de banano. La investigación se realizó entre los meses de agosto a octubre del 2016, en el sector Monte Redondo, perteneciente al cantón Baba, provincia de Los Ríos, a  $1^{\circ}46'04.55$  de latitud este y  $79^{\circ}39'59.3$  de longitud norte, bajo el auspicio de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $2 \times 6 + 1$  en 15 repeticiones, siendo dos herbicidas a 6 tiempos de aplicación, cuyas interacciones se compararon con un testigo, considerando como repeticiones a cada planta. Se evaluaron datos de crecimiento de plantas, circunferencia de pseudotallo y emisión foliar, cuyo análisis reflejó que el glifosato permitió un mayor crecimiento de las plantas, registrando un incremento de altura de plantas de 107.8 cm. La circunferencia del pseudotallo fue mayor al aplicar glufosinato de amonio, permitiendo obtener plantas con circunferencia de pseudotallo de 22.15% más que las tratadas con glifosato. Al aplicarse los herbicidas inmediatamente después del deshije se logró un mayor crecimiento y circunferencia del pseudotallo con 116.1 y 39.3 cm, respectivamente. Cuando se aplicó Glifosato inmediatamente después del deshije se obtuvo plantas más altas que crecieron en un promedio de 119.5 cm. La aplicación de glufosinato de amonio al momento del deshije, produjo plantas con pseudotallo más grueso con una longitud de circunferencia de 42.5 cm. La emisión foliar no se vio influenciada por ninguno de los herbicidas, ni por los diferentes tiempos de aplicación.

**Palabras Claves:** banano, herbicidas, glifosato, glufosinato de amonio.

## SUMMARY

Weed control is an important aspect to consider in a banana plantation, mainly controlled by the use of herbicides, among which has glyphosate and glufosinate ammonium, however there is no information about the herbicide that causes less impact On the honey Of succession or of the time that must elapse between the dehydration and the use of herbicides. The present investigation was carried out in order to determine the effects of the simulated drift in different times of application of herbicides on wounds caused during the work of dewatering in the banana plants. The research was carried out between August and October 2016, in the Monte Redondo sector, belonging to Baba, Los Ríos province, at  $1^{\circ} 46'04.55$  east latitude and  $79^{\circ} 39'59.3$  longitude north, low The sponsorship of the Tropical Pichilingue Experimental Station of INIAP. A completely randomized design with  $2 \times 6 + 1$  factorial arrangement was used in 15 replicates, with two herbicides at 6 application times, whose interactions are compared with a control, considering as replicates to each plant. Plant growth, pseudotallo circumference and leaf emission data were evaluated, which showed that glyphosate allowed a greater growth of plants, registering a plant height of 107.8 cm. The circumference of the pseudotallo was mayor when applying glufosinate of ammonium, allowing to obtain plants with circumference of pseudotallo of 22.15% more than those treated with glyphosate. When the herbicides were applied immediately after the dehistance, a greater growth and circumference of the pseudotallo was achieved with 116.1 and 39.3 cm, respectively. When Glyphosate was applied immediately after the break, it obtained higher plants that grew in an average of 119.5 cm. The application of ammonium gluten at the time of thawing, production plants with the thickest pseudotallo with a circumference length of 42.5. cm. The leaf emission was not influenced by any of the herbicides, nor by the different times of application.

**Keywords:** banana, herbicides, glyphosate, ammonium glufosinate.

## TABLA DE CONTENIDO

| <b>Contenido</b>  | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Portada.....  | i             |
| Declaración de Autoría y Cesión de Derechos.....                                  | ii            |
| Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación.....                   | iii           |
| Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico..... | iv            |
| Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación.....                     | v             |
| Agradecimientos.....  | vi            |
| Dedicatoria.....  | vii           |
| Resumen.....  | viii          |
| Summary.....  | ix            |
| Tabla de Contenido.....   | x             |
| Índice de Tablas.....   | xiv           |
| Índice de Anexos.....   | xv            |
| Código Dublín.....  | xvi           |
| Introducción.....   | 1             |
| CAPÍTULO I: CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....                            | 2             |
| 1.1 Problema de Investigación.....  | 3             |
| 1.1.1 Planteamiento del Problema.....   | 3             |
| 1.1.2 Formulación del Problema.....   | 3             |
| 1.1.3 Sistematización del Problema.....   | 3             |
| 1.2 Objetivos.....  | 4             |
| 1.2.1 Objetivo General.....   | 4             |
| 1.2.2 Objetivos Específicos.....  | 4             |
| 1.3 Justificación.....  | 4             |
| CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....                      | 6             |

|  |    |
|--|----|
| 2.1 Marco Teórico .....                          | 7  |
| 2.1.1 Importancia del Cultivo de Banano .....    | 7  |
| 2.1.2 Producción de Banano en el Ecuador .....   | 8  |
| 2.1.2.1 Distribución de Cultivo en Ecuador ..... | 9  |
| 2.1.3 Origen y Taxonomía.....                    | 10 |
| 2.1.4 Descripción Botánica.....                  | 11 |
| 2.1.4.1 Sistema Radicular .....                  | 11 |
| 2.1.4.2 Cormo o Rizoma.....                      | 12 |
| 2.1.4.3 Hojas.....                               | 13 |
| 2.1.4.4 Pseudotallo .....                        | 14 |
| 2.1.4.5 Inflorescencia y Racimo .....            | 14 |
| 2.1.4.6 Fruto .....                              | 15 |
| 2.1.5 Practicas Agronómicas .....                | 16 |
| 2.1.5.1 Riego y Drenaje .....                    | 16 |
| 2.1.5.2 Control de Malezas .....                 | 17 |
| 2.1.5.3 Fertilización .....                      | 17 |
| 2.1.5.4 Deshije .....                            | 18 |
| 2.1.5.5 Deshoje .....                            | 18 |
| 2.1.5.6 Deschante .....                          | 19 |
| 2.1.5.7 Apuntalado .....                         | 19 |
| 2.1.5.8 Enfunde.....                             | 19 |
| 2.1.5.9 Desmane .....                            | 20 |
| 2.1.6 Requerimientos Edafoclimáticos .....       | 20 |
| 2.1.6.1 Temperatura.....                         | 20 |
| 2.1.6.2 Suelo .....                              | 21 |
| 2.1.6.3 Precipitación .....                      | 22 |
| 2.1.6.4 Vientos.....                             | 22 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1.6.5 Luminosidad .....  | 23        |
| 2.1.6.6 Altitud.....   | 23        |
| 2.1.7 Influencia de los Herbicidas en los Cultivos .....               | 23        |
| 2.1.7.1 Glifosato .....  | 24        |
| 2.1.7.2 Glufosinato de Amonio .....                                    | 24        |
| 2.1.8 Deriva de Herbicidas .....                                       | 25        |
| 2.1.8.1 Causas del Movimiento de Producto Fuera del Objetivo .....     | 25        |
| 2.1.8.2 Condiciones Climáticas que Afectan la Deriva.....              | 26        |
| <b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>             | <b>27</b> |
| 3.1 Localización.....  | 28        |
| 3.2 Características Edafoclimáticas .....                              | 28        |
| 3.3 Tipo de Investigación .....  | 28        |
| 3.4 Métodos de Investigación.....                                      | 28        |
| 3.5 Fuentes de Recopilación de Información .....                       | 29        |
| 3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....                    | 29        |
| 3.6.1 Especificaciones del Experimento.....                            | 30        |
| 3.6.2 Especificaciones de la Parcela Experimental .....                | 30        |
| 3.7 Instrumentos de Investigación .....                                | 31        |
| 3.7.1 Factores en Estudio.....   | 31        |
| 3.7.1.1 Factor A: Herbicidas.....                                      | 31        |
| 3.7.1.2 Factor B: Tiempos de Aplicación Después del Deshije (DDD)..... | 31        |
| 3.7.2 Tratamientos Estudiados.....                                     | 31        |
| 3.7.3 Manejo del Experimento .....                                     | 32        |
| 3.7.4 Datos Registrados y Metodología de Evaluación.....               | 32        |
| 3.7.4.1 Crecimiento de la Planta (cm) .....                            | 32        |
| 3.7.4.2 Circunferencia del Pseudotallo (cm) .....                      | 32        |
| 3.7.4.3 Emisión Foliar Según la Escala de Brun (0 – 8).....            | 32        |

|  |    |
|--|----|
| 3.8 Recursos Humanos y Materiales .....          | 33 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....        | 34 |
| 4.1 Resultados.....                              | 35 |
| 4.1.1 Crecimiento de Planta (cm) .....           | 35 |
| 4.1.2 Circunferencia de Pseudotallo (cm) .....   | 37 |
| 4.1.3 Emisión Foliar .....                       | 39 |
| 4.2 Discusión .....                              | 41 |
| CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... | 43 |
| 5.1 Conclusiones.....                            | 44 |
| 5.2 Recomendaciones .....                        | 45 |
| CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA .....                  | 46 |
| 6.1 Bibliografía Citada .....                    | 47 |
| CAPÍTULO VII: ANEXOS .....                       | 52 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabla 1  | Descripción de las zonas bananeras del Ecuador .....   | 10 |
| Tabla 2  | Características edafoclimáticas del sitio experimental.....  | 28 |
| Tabla 3  | Esquema del ADEVA .....  | 29 |
| Tabla 4  | Especificaciones del experimento .....   | 30 |
| Tabla 5  | Especificaciones del experimento .....   | 31 |
| Tabla 6  | Especificaciones del experimento .....   | 33 |
| Tabla 7  | Materiales y equipos utilizados en la investigación .....  | 33 |
| Tabla 8  | Efecto de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre el crecimiento de hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano ( <i>Musa AAA</i> ) cv. Williams .....                  | 36 |
| Tabla 9  | Efecto de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre la circunferencia de pseudotallo de hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano ( <i>Musa AAA</i> ) cv. Williams..... | 38 |
| Tabla 10 | Efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre la emisión foliar de hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano ( <i>Musa AAA</i> ) cv. Williams .....              | 40 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Anexo 1 | Croquis de campo del experimento de banano.....                                | 53 |
| Anexo 2 | Práctica de deshije en el cultivo de banano.....                               | 54 |
| Anexo 3 | Medición de la circunferencia de pseudotallo y altura de plantas.....          | 54 |
| Anexo 4 | Aplicación de herbicidas en el cultivo de banano .....                         | 55 |
| Anexo 5 | Bordes foliares quemados, producto de la aplicación del herbicida .....        | 55 |
| Anexo 6 | Repollamiento de la planta de banano afectado por la deriva de herbicida ..... | 56 |

## CÓDIGO DUBLIN

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Título:</b>              | Determinación de los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano ( <i>Musa AAA</i> ) cv. Williams  |
| <b>Autor:</b>               | Roberto Gregorio Cáceres Calderón  |
| <b>Palabras clave:</b>      | Banano, herbicidas, glifosato, glufosinato de amonio   |
| <b>Fecha de publicación</b> |  |
| <b>Editorial:</b>           |  |
| <b>Resumen:</b>             | <p>El control de malezas es un aspecto importante a considerar en una plantación de banano, controlándose principalmente mediante la aplicación de herbicidas, entre los cuales se tiene al glifosato y glufosinato de amonio, sin embargo no se tiene una información sobre el herbicida que cause menor impacto sobre el hijuelo de sucesión ni del tiempo que debe transcurrir entre el deshije y la aplicación de herbicidas. Por lo expresado anteriormente, se llevó a cabo la presente investigación a fin de determinar los efectos de la deriva simulada a diferentes tiempos de aplicación de herbicidas sobre heridas provocadas durante la labor del deshije en las plantas de banano. La investigación se realizó entre los meses de agosto a octubre del 2016, en el sector Monte Redondo, perteneciente al cantón Baba, provincia de Los Ríos, a 1°46'04.55 de latitud este y 79°39'59.3 de longitud norte, bajo el auspicio de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x6+1 en 15 repeticiones, siendo dos herbicidas a 6 tiempos de aplicación, cuyas interacciones se compararon con un testigo, considerando como repeticiones a cada planta. Se evaluaron datos de crecimiento de plantas, circunferencia de pseudotallo y emisión foliar, cuyo análisis reflejó que el glifosato permitió un mayor crecimiento de las plantas, registrando un incremento de altura de plantas de 107.8 cm. La circunferencia del pseudotallo fue mayor al aplicar glufosinato de amonio, permitiendo obtener plantas con circunferencia de pseudotallo de 22.15% más que las tratadas con glifosato. Al aplicarse los herbicidas inmediatamente después del deshije se logró un mayor crecimiento y circunferencia del pseudotallo con 116.1 y 39.3 cm, respectivamente. Cuando se aplicó Glifosato inmediatamente después del deshije se obtuvo plantas más altas que crecieron en un promedio de 119.5 cm. La aplicación de glufosinato de amonio al momento del deshije, produjo plantas con pseudotallo más grueso con una longitud de circunferencia de 42.5 cm. La emisión foliar no se vio influenciada por ninguno de los herbicidas, ni por los diferentes tiempos de aplicación.</p> |
| <b>Descripción:</b>         |  |
| <b>URL</b>                  |  |

## INTRODUCCIÓN

En banano es conocida la importancia de los hijos productivos, también conocidos como “hijos espada”, en la unidad productiva madre hijo-nieto; ya que éstos garantizan la futura cosecha (Soto, 1992). Por esta razón las prácticas agronómicas, deben evitar cualquier daño a los hijos espada.

En la actualidad, el glifosato es el herbicida más utilizado para el control de malezas en banano, del cual se ha investigado su efecto en los hijos espada. En estudios realizados por Agüero y Pérez (1998), se concluyó que a las dosis recomendadas por la casa comercial y en aspersiones por debajo de los 60 cm de altura de hijos espada, este herbicida no afectó el crecimiento, desarrollo, producción ni calidad de fruta (Rodríguez & Agüero, 2004).

El banano es una de las frutas más comercializada ya que es reconocida por sus fuentes de nutrición y energía. Frecuentemente, atletas y deportistas consumen banano antes y durante la realización de sus actividades. Esto se debe a que la energía alterna que provee el banano ayuda a dar la resistencia necesaria para el éxito.

El banano es una fruta ideal para lograr una dieta saludable. Este ayuda a incrementar la cantidad admitida de comida vegetal en las dietas porque no necesitan ser cocidas, proceso durante el cual importantes nutrientes se pueden perder. Esta fruta se la puede disfrutar en su estado natural y no necesita azúcar, salsas, sal, o grasa para resaltar su delicioso sabor.

El glufosinato de amonio es un compuesto que se usa como herbicida no selectivo, de gran aceptación en la agricultura moderna ya que solo actúa sobre las partes verdes de la planta (Bayer CropScience, 2005). Contiene intrínsecamente al isómero L- de la fosfinotricina, responsable de la actividad herbicida, que inhibe la actividad de la enzima glutamina sintetasa, la cual interviene en la asimilación del nitrógeno y como resultado se alcanzan niveles tóxicos de amonio en las células de la planta (Soto, 1992).

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problema de Investigación**

### **1.1.1 Planteamiento del Problema**

Uno de los problemas del cultivo de banano son los efectos observados luego de la aplicación de herbicidas empleados posterior a la labor del deshije, labor que al realizarla sin precaución genera heridas en donde cae el herbicida generando problemas por la translocación del ingrediente químico. En algunos trabajos de investigación se han reportado daños a los cultivos siendo particular el caso del cultivo de banano, tales como elongación de tallo, rajaduras, deformaciones en las hojas, enanismos, dimorfismo del fruto entre otros (Montesdeoca & Rodríguez, 2006).

Algunos herbicidas, son potencialmente causantes de daños toxicológicos y ambientales, pudiendo provocar retardo en el crecimiento de organismos animales y vegetales, además de cambios histopatológicos, alteraciones de parámetros enzimáticos (Salazar & Aldana, 2001).

### **1.1.2 Formulación del Problema**

¿Cuáles son los efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre heridas provocadas durante la labor del deshije en las plantas de banano?

### **1.1.3 Sistematización del Problema**

En base a la problemática abordada anteriormente se plantearon las siguientes directrices:

¿Cuál es el efecto que produce la aplicación de los herbicidas sobre el desarrollo y crecimiento en la condición de sucesión madre e hijo?

¿Qué herbicida causa menor efecto sobre el hijo de sucesión en plantas de banano?

¿Cuál es el tiempo adecuado entre deshije y aplicación de herbicida?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar los efectos de la deriva simulada a diferentes tiempos de aplicación de herbicidas sobre heridas provocadas durante la labor del deshije en las plantas de banano

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Identificar el efecto provocado por la aplicación de los herbicidas, sobre el desarrollo y crecimiento en la condición de sucesión madre e hijo.
- Determinar el herbicida que cause menor efecto en el hijo de sucesión.
- Determinar el tiempo adecuado entre deshije y aplicación de herbicida.

## **1.3 Justificación**

El uso indiscriminado de herbicidas para el control de malezas dentro de las plantaciones bananeras, ha venido causando daños a las plantas y a la agroecología de la plantación, además del peligro de causar daños irreversibles a quienes los aplican si no cuentan con las debidas normas y prendas de protección. Hasta la fecha no se cuenta con información precisa y fiable de cuáles son las consecuencias de la aplicación de estos herbicidas sobre las heridas dejadas por la labor del deshije en una plantación de banano; teniendo en consideración el tiempo de aplicación de haber realizado esta actividad.

En los últimos años también se ha venido difundiendo en el argot bananero el empleo de un herbicida de contacto que presenta baja toxicidad en banano, el cual debe ser estudiado más a fondo y comparado con los efectos que podría producir sobre el cultivo y en el control sobre las malezas en el interior de las plantaciones. Bajo los antecedentes

y problemática expuestos, se planteó la presente investigación para de esta manera obtener información sobre el uso de estos herbicidas en banano.

## **CAPÍTULO II**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1 Marco Teórico**

### **2.1.1 Importancia del Cultivo de Banano**

El banano, es un cultivo muy importante en el mundo. Puede encontrarse en estado silvestre, semisilvestre y en forma comercialmente cultivada. Este cultivo puede reconocerse como el más difundido del mundo por su importancia sobre la alimentación de millones de personas y su enorme impacto económico y cultural, especialmente en países de desarrollo (Tejeda, 2003).

Se ha estimado que la producción mundial anual de banano es cercana a las 99 millones de toneladas. Esto incluye desde el consumo como postre en los países desarrollados, especialmente en Norteamérica y Europa, hasta su consumo en los países más pobres de Asia, África y Latinoamérica, donde es una importante fuente alimenticia (Paiz, 2003).

La fruta fue seleccionada por su facilidad para ser consumida cruda, y esta es una de sus mayores cualidades hasta hoy, cuando todavía sirve como postre de fácil consumo. Sus características partenocárpicas (esto es, que su fruto se desarrolla sin polinización) y la ausencia de semillas, son posibles razones para su elección como cultivo (Belalcázar, 2010).

El banano ha tenido una influencia monumental sobre los aspectos económicos, sociales y culturales de los países donde se cultiva. En algunos casos, ha llegado a impulsar cambios profundos en el pensamiento de los ciudadanos de esos países, en aspectos que van desde la ecología hasta la organización laboral (Paiz, 2003).

En muchos países en desarrollo, gran parte de la producción de banano se destina al autoconsumo o se comercia localmente, desempeñando así una función primordial en la seguridad alimentaria. Se estima que la producción mundial de banano aumentó un 30% durante los años noventa, debido en gran parte al incremento de la producción de Cavendish. No es posible determinar el valor exacto del cultivo puesto que sólo la séptima parte de los bananos producidos llegan al mercado internacional. El valor total del comercio internacional de banano fluctúa entre 4500 y 5000 millones de dólares

americanos anuales. América Latina es la primera región respecto a producción de Cavendish, seguida de Asia (Jiménez, 2006).

El principal país productor de banano para el 2009 según datos de la FAOSTAT fue Filipinas, el cual registro una producción de 9, 013,186 toneladas, precedido por China y Ecuador con una producción de 8, 207,702 y 7, 637,324 toneladas respectivamente. (Navarro, 2008).

La oferta mundial de banano ha venido siendo liderada en los últimos años principalmente por 5 países. Ecuador es el principal exportador con una participación del 24%, seguido por, Bélgica 17%, Colombia 10%, Costa Rica con 5 % y Guatemala con 5%, siendo abastecido el 61% de la demanda mundial por estos países. Lo anterior, hace que el mercado mundial de esta fruta se vea afectado por el comportamiento de la producción y exportación de estos cuatro mercados (Navarro, 2008).

### **2.1.2 Producción de Banano en el Ecuador**

Es muy importante, resaltar la solidez de la actividad bananera, en el contexto de la economía del país, pues la exportación de la fruta, antes y después del boom petrolero, mantiene una posición gravitante, como generador de divisas para el erario nacional y de fuentes de empleo para el pueblo ecuatoriano y es muy superior al de otros rubros productivos (PROECUADOR, 2013).

Según CORPEI (2008) Ecuador es líder por más de cuatro décadas en el ámbito internacional bananero. El banano ecuatoriano es fundamental en el comercio mundial, ya que Ecuador no sólo es el primer exportador de esta fruta desde 1952, sino también es el segundo mayor productor; ya que goza de condiciones climáticas excepcionales, las que junto a la riqueza de su suelo, han permitido que el país se convierta en un productor agrícola de excelente calidad. Existe disponibilidad de la fruta todo el año.

La economía ecuatoriana ha tenido un crecimiento de 3,9% del producto interno bruto PIB. En la estructura porcentual del PIB, el sector agropecuario y pesquero ocupa el 17% del PIB que lo convierte en el sector más importante y generador de mano de obra.

Actualmente las exportaciones de petróleo y sus derivados representan el 43% del valor total. En las exportaciones no petroleras, los productos agropecuarios y sus derivados ocupan la posición más relevante: banano (18,2%), camarón (4,57%), flores (4,89%), cacao (2,63%), entre otros (Viteri, 2008).

En el Ecuador se produce aproximadamente una cuarta parte del banano que se consume en EE.UU. y Europa. El grueso del mercado está abastecido por las marcas Dole, Chiquita y Del Monte, que juntas comercian el 60% del banano que se consume en el mundo. Durante el año 2001, el 31% del total del banano exportado por Dole provenía de Ecuador, frente al 13% del exportado por Del Monte y el 7% del exportado por Chiquita. De las tres marcas, Dole, Chiquita y Del Monte, solamente Dole posee alrededor de 800 hectáreas destinadas a la producción de banano en Ecuador, las otras dos adquieren la fruta de numerosos productores locales. Lo mismo sucede con los exportadores ecuatorianos, Exportadora Bananera Noboa S.A. (Noboa), Rey Banano del Pacífico C.A. (Reybanpac), la subsidiaria de Holding Favorita Fruit Company (Favorita), etc (Cortez, 2014).

El comercio internacional de banano se basa primordialmente en la exportación de bananos del tipo Cavendish. El Cavendish sustituyó al Gros Michel en el comercio internacional debido a su resistencia a la enfermedad del Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum f. sp. Cubense*) y a su mayor productividad (hasta 60 toneladas por hectárea en plantaciones modernas). Los bananos Cavendish destinados a los mercados de exportación se producen ahora en todo el mundo, tanto en pequeñas explotaciones como en grandes plantaciones de miles de hectáreas. Alrededor del 26% del total de los cultivos de Cavendish se exporta. Con ocho de cada 10 bananos, América Latina es con creces la mayor zona exportadora del mundo (Jiménez, 2006).

#### **2.1.2.1 Distribución de Cultivo en Ecuador**

En nuestro país el cultivo del banano se encuentra distribuido en todo el Litoral Ecuatoriano. El ex-Programa Nacional del Banano controlaba y fomentaba el cultivo en el Ecuador (Jiménez, 2006). SICA (2008) indica que en nuestro país el cultivo del banano se halla distribuido varias zonas, cuales se muestran en la tabla 1:

**Tabla 1** Descripción de las zonas bananeras del Ecuador

| Zonas               | Descripción   |
|---------------------|---|
| Zona Norte          | Ubicada en la provincia de Esmeraldas y Pichincha y abarca las zonas bananeras de Quinindé, Esmeraldas y Santo Domingo de los Colorados.                  |
| Zona Central        | Áreas bananeras de Quevedo, Provincia de Los Ríos; La Maná, Provincia de Cotopaxi y Velasco Ibarra en la Provincia del Guayas.                            |
| 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. |
| Oriental-Milagro    | Se extiende desde Naranjito, Milagro hasta Yaguachi en la Provincia del Guayas.   |
| Oriental-El Triunfo | Situada en la Provincia del Guayas con incumbencia en el Cantón El Triunfo, La Troncal en la Provincia del Cañar y Santa Ana en la Provincia del Azuay.   |
| Naranjal            | Ocupa las localidades de Naranjal, Balao y Tenguel.   |
| Sur-Machala         | Ubicada en la provincia de El Oro y comprende los Cantones: Santa Rosa, Arenillas, Guabo, Machala y Pasaje.   |

**Fuente:** SICA (2008)

### 2.1.3 Origen y Taxonomía

El banano es una planta monocotiledónea herbácea, clasificada según Simmonds (1966) dentro de la familia Musáceas, género *Musa* y orden Zingiberales. El nombre de banano es originario de África y se aplica principalmente a los cultivares cuya fruta es de consumo fresco como el Gros Michel y el Cavendish. La mayoría de los bananos comestibles pertenecen a dos especies silvestres: *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, las cuales en su forma silvestre son diploides y fértiles, mientras los genotipos

cultivados son partenocárpicos y estériles, condiciones indispensables para obtener fruta comestible (Stover & Simmonds, 1989).

El centro de origen del banano se encuentra ubicado en el sureste Asiático e Indochina, región donde ocurrió su domesticación para ser cultivado. Posiblemente, el banano inicialmente se utilizó como fuente de fibra (Soto, 1992), posteriormente fue seleccionado por su facilidad para ser consumido crudo, cualidad que hasta hoy es utilizado como postre de fácil consumo por su característica partenocarpia (Price, 1992).

Se cree que el banano estuvo presente en América en la época precolombina, pero no se tienen pruebas contundentes de esto. Los bananos son una introducción relativamente nueva realizada a comienzos del Siglo XIX y que selló el inicio de lo que Eduardo Galeano en su libro "Las venas abiertas de América Latina" ha llamado "la bananización de Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador", es decir compañías fruterías norteamericanas, como la United Fruit Company que pertenecía a Minor Keith, se apoderaron con técnicas no siempre muy correctas de grandes y productivas plantaciones de los países antes mencionados (Jiménez, 2006).

## **2.1.4 Descripción Botánica**

### **2.1.4.1 Sistema Radicular**

El sistema radicular de las plantas de banano es adventicio, o sea, la mayor parte se encuentra creciendo cerca de la superficie del suelo (primeros 50 cm aproximadamente). Está compuesto de un eje radicular, del cual se producen las raíces laterales primarias (de primer orden); a partir de ellas se desarrollan las raíces laterales secundarias (de segundo orden). Grupo de tres a cuatro ejes de raíces blancas y carnosas de 5 a 8 mm de grosor emergen usualmente de un primordio común en la llamada "zona marginal" y atraviesan la corteza para emerger por el cormo. Estas raíces pueden llegar a medir hasta 5 o 10 metros (Soto, 1990; Stover & Simmonds, 1987; Price, 1995; Robinson, 1996).

Belalcázar (2010) relata que las raíces del grupo del género *Musa* se originan en el cilindro central o cambium, desde donde avanza hacia la superficie externa o corteza del cormo y emergen por los nudos o bien por los entrenudos, en grupos conformados por una, dos, tres y hasta cuatro raíces sin ajustarse a ninguna clase de patrón. Su distribución espacial puede considerarse como del tipo de radial horizontal, encontrándose el mayor número de raíces en la capa de suelo correspondiente a los primeros 20 cm de profundidad. Su crecimiento y desarrollo está orientado hacia las aéreas más fértiles.

Los pelos radiculares se desarrollan a partir de los extremos del pie radicular y son los principales responsables de la absorción de agua y nutrientes. La planta de banano sigue produciendo raíces hasta la floración o el momento en que emerge la inflorescencia. Sin embargo, las raíces pueden permanecer vivas y funcionales después de la floración (Price, 1995). La planta de banano puede producir entre 200 y 500 raíces (Ortiz *et al.*, 2001).

Las principales funciones de la raíz son: anclaje, absorción de agua y nutrientes, síntesis de hormonas y el almacenamiento (Ortiz *et al.*, 2001). Las raíces se distribuyen en los primeros 30 a 40cm, se encuentra mayor concentración de éstas, entre los primeros 15 a 20cm de profundidad. Su diámetro oscila entre 5 y 10mm; la longitud varía y puede llegar entre 5 y 10m en crecimiento lateral, si no son obstaculizadas durante su crecimiento, y hasta 1.5m de profundidad. El poder de penetración de las raíces del banano es débil y su distribución radical está relacionada con la textura y estructura del suelo (Lavillé, 1964; Beugnon & Champion, 1966).

#### **2.1.4.2 Cormo o Rizoma**

Morfológicamente, el cormo se define como un tallo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior o rizomorfo; produce una yema vegetativa o retoño que sale de la planta madre y sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el cormo. Los nudos están muy agrupados y en cada uno de ellos hay una hoja cuya base foliar se extiende lateralmente hasta circundarlo. Tanto las hojas bien desarrolladas como las escuamiformes de lámina foliar reducida que las anteceden, subtienden una sola yema

lateral o futuro retoño (Champion, 1968). El cormo es un importante órgano de almacenamiento que ayuda a sustentar el crecimiento del racimo y el desarrollo de los hijuelos de la planta. Antes de la floración el cormo contiene cerca del 35% del total de materia orgánica de la planta, el cual baja un 20% al momento que alcanza la madurez del fruto, conforme las reservas se redistribuyen durante el crecimiento (Robinson, 1996).

De cualquier manera, este es el verdadero tallo del banano, de donde se originan las hojas que parten del meristemo apical que se encuentra en la parte superior. El tallo está formado por muchos entrenudos cortos cubiertos externamente por la base de las hojas, y de los nudos brotan las raíces adventicias. Durante la producción de hojas se producen los hijuelos, que son yemas laterales que salen del cormo original, opuestas a cada hoja en un ángulo de 180° (Ortiz *et al.*, 2001).

### **2.1.4.3 Hojas**

La hoja emerge enrollada en forma de cigarro. Una vez que ha salido la tercera parte de la longitud, la presencia de la coloración verde o pigmentación clorofílica se hace inmediatamente (Chenche, 2006).

Las primeras hojas del hijo se producen partiendo del meristemo central y se conocen como hojas escala, seguidas por las hojas angostas (de espada) y finalmente se forman las hojas maduras de tamaño completo, cerca de los seis meses de edad de la planta. Las hojas de mayor tamaño se producen al momento de la floración (Robinson, 1996).

Las hojas se originan del punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del bulbo, luego se forma precozmente el pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que será la vaina posteriormente. La lámina foliar es dorsiventral y glabra. Externamente, el limbo se observa como una lámina delgada, muy verde en su cara superior y más o menos glauca en la inferior. Está surcada por una nervadura estriada formada por las venas mayores que resaltan en la cara adaxial. La producción de las hojas cesa cuando emerge la inflorescencia (Soto, 2002).

Las hojas se componen de cuatro partes: vaina, peciolo, lámina y apéndice, que se desarrollan con la edad de la planta (León, 1987). La vaina es la parte inferior y envolvente de la hoja. El peciolo es redondeado y acanalado y se extiende en la parte central de la lámina formando la nervadura. La lámina se desarrolla en el centro del pseudotallo como un cilindro enrollado y puede llegar a medir entre 1.5 y 2.8 m de largo por entre 0.7 y 1.0 m de ancho (León, 1987; Karamura & Karamura, 1995).

Cuando se han producido cerca de 20 hojas, surge el tallo floral, cuya continuación forma el eje de la inflorescencia, donde las hojas son reemplazadas por brácteas femeninas y masculinas dando origen a la bellota o chira (León, 1987).

#### **2.1.4.4 Pseudotallo**

El pseudotallo está formado por las vainas envolventes de las hojas (León, 1987). Este ofrece a la planta apoyo y la capacidad de almacenar reservas amiláceas; por otra parte, le permite alcanzar mayor altura y elevar el nivel de las láminas foliares que captan la luz solar. En una planta adulta puede medir 5 m de altura y 40cm de diámetro según el clon. Su estructura es resistente y puede soportar el peso de las láminas foliares y de su inflorescencia que llega hasta 75kg (Aubert, 1973; Simmonds, 1973). El verdadero tallo aéreo se inicia a partir del cormo y termina en la inflorescencia. Su función es de conexión vascular entre las hojas y las raíces, y de los frutos y hojas (Stover & Simmonds, 1987).

#### **2.1.4.5 Inflorescencia y Racimo**

La inflorescencia está formada por glomérulos florales dispuestas en dos hileras e insertadas en el raquis, conocidos como coronas (manos). Por su parte, las flores corresponden a tres clases: pistiladas, que forman las manos superiores, neutras, en la sección central y estaminadas, que se ubican en el punto terminal del racimo (León, 1987).

Las primeras manos en florecer son las femeninas, seguidas por las manos perfectas y luego por las flores masculinas. Los frutos se desarrollan sin fecundación por lo que son partenocárpicos. Un racimo puede tener de 5 a 20 manos, cada una con 2 a 20 frutos. El

número de frutos por mano y el número de manos por racimo depende mucho del efecto de la fertilidad y humedad del suelo (Ochse & Soule, 1986).

#### **2.1.4.6 Fruto**

El fruto de banano se caracteriza botánicamente como una cereza con pericarpo (Robinson, 1996). El fruto se forma partiendo de los ovarios de las flores pistiladas que muestran un gran aumento en volumen. La forma del fruto varía con el cultivar y el color es generalmente amarillo, aunque existen tipos de color rojo y verde (León, 1987). El desarrollo de los frutos es partenocárpico, es decir sin polinización. Los frutos son estériles, debido a una serie de causas que incluyen genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios cromosómicos (Soto, 1990).

La parte comestible que resulta del engrosamiento de las paredes del ovario, es una masa de parénquima cargada de azúcar y almidón, en la madurez no hay células activas de taninos, ni tejidos fibrosos. Los tres lóculos que forman el ovario se pueden separar longitudinalmente por sus planos de unión. En el lóculo inmediato a la cáscara se encuentra un surco fino longitudinal que corresponde a cada una de las haces vasculares principales. En un corte transversal aparecen muchas haces vasculares como puntos de color más claro sobre el fondo blanco del parénquima y del endocarpo que está presentado por paredes de células delgadas radiales, que en la madurez permiten separar la cáscara de la parte central de la fruta. Los frutos son partenocárpicos, la longitud del fruto fluctúa entre 10 y 30 cm (Chenche, 2006).

Comercialmente, es muy importante obtener número balanceado de dedos por mano, dedos más largos (mayores de 25 cm), con buen diámetro interno y externo y sin mucha curvatura. Se prefieren los racimos de forma cilíndrica en comparación con los racimos de forma cónica. Esto varía de un cultivo a otro y el desarrollo del fruto cambia considerablemente de acuerdo con las condiciones climáticas y de manejo (Ortiz *et al.*, 2001).

## **2.1.5 Prácticas Agronómicas**

### **2.1.5.1 Riego y Drenaje**

El riego puede ser aplicado por gravedad, suprafoliar (gran cañón) o subfoliar, dependiendo del sistema a emplearse, de la cantidad de agua disponible, del tipo de suelo, de su topografía, de la disponibilidad económica y de la fertilidad del suelo. La cantidad o frecuencia del riego dependen de la calidad de agua, tipo de suelo, necesidades de cultivo, sistema utilizado y, principalmente, de la cantidad y distribución de las lluvias. Lo ideal es regar diariamente para mantener la capacidad de campo en los 120 cm de profundidad (Correa, 2015).

Las plantas de banano tienen grandes necesidades hídricas, debido a sus características botánicas y fisiológicas (plantas de gran tamaño y rápido crecimiento). Por esto, las plantas requieren de adecuadas condiciones de humedad en el suelo a través de todo el año que les permitan crecer y desarrollarse normalmente (Tejeda, 2003).

Otro aspecto importante en el diseño del sistema de riego es la construcción de drenes, los cuales facilitarán el desalojo de los excesos de agua de riego de la parcela de cultivo. Los drenes pueden ser superficiales (para evitar encharcamientos o saturación del suelo) o profundos (para corregir mala percolación o capa freática alta), de acuerdo a las necesidades del terreno. Un buen sistema de drenaje aumenta la producción y reduce la incidencia de plagas y enfermedades. La necesidad de un sistema de drenaje profundo, en el caso de banano, se ve cuando la capa freática es demasiado alta, al menos 40 – 60 cm de profundidad (Torres, 2012).

Dada esta situación se debe establecer un sistema de drenes similar al de riego, pero este en vez de abastecer de agua a la parcela permitirá la evacuación de ésta a fin de no perjudicar el normal desarrollo del cultivo. El sistema de drenaje cuenta con una serie de canales que conducen el agua hasta un punto de descarga natural, ubicado en una zona más baja que la parcela de cultivo. La distancia de colocación entre drenes en terrenos cultivados varía según la textura del suelo, el cultivo y la pendiente del terreno;

en suelos con pendientes no mayores a 2% los drenes pueden colocarse entre 50 a 200 m de distancia entre ellos, a profundidades que van desde 1.65 a 2.65 m (Torres, 2012).

#### **2.1.5.2 Control de Malezas**

Las malezas compiten con la planta de banano por los rayos solares, agua, espacio y nutrientes; además, de ser hospederos de plagas y enfermedades de importancia económica como los trips, la cochinilla, el virus BSV, entre otras. Por esta razón, hay que eliminarlas (Torres, 2012).

El control puede ser manual o químico mediante la aplicación de herbicidas o matamalezas. En el primer caso, el control se realiza mediante “rozas o chapias” con machete, método eficaz pero no elimina definitivamente las malezas. En el segundo caso, el control de malezas se efectúa con productos químicos sistémicos o de contacto (Navarro, 2008).

#### **2.1.5.3 Fertilización**

En los cultivos de banano del Ecuador se ha determinado que los elementos minerales indispensables que deben ser aplicados al suelo son nitrógeno y potasio. La fertilización debe ser adecuada y la cantidad de fertilizantes varía de acuerdo a los requerimientos de las diferentes zonas o regiones. El fertilizante debe ser aplicado en la zona de máxima absorción, es decir, más o menos desde la base de la planta hasta 1 metro hacia afuera en un semicírculo y alrededor del hijo seleccionado para producción. Para realizar una fertilización racional y completa, que es lo que exige el banano, debido a sus características tan especiales de crecimiento, las cantidades de fertilizantes deben ser distribuidas en 12 aplicaciones anuales, tomando en cuenta la disponibilidad del riego y el número de labores de cultivo. En cultivos sin riego se deben realizar 2 ó 3 aplicaciones por año en las siguientes temporadas: primera, diciembre y enero; segunda, mayo y junio; tercera, octubre para aprovechar las garúas (Banascopio.com, s.f.).

#### **2.1.5.4 Deshije**

Esta práctica cultural tiene por objeto mantener la densidad adecuada de plantas por unidad de superficie, un espaciamiento uniforme, regular el número de hijos por unidad de producción, seleccionar los mejores hijos eliminando los deficientes y excedentes. Con deshije constante y eficiente se obtiene mayor producción distribuida durante todo el año. La unidad de producción, está constituida por la planta madre, el hijo y el nieto (Navarro, 2008).

En una planta de banano hay tres clases de hijos: hijo de espada, hijo de agua e hijo de rebrote. Los hijos de espada o puyones son los que nacen profundos y alejados de la base de la planta madre, crecen fuertes y vigorosos. El follaje termina en punta, de ahí su nombre y es el mejor ubicado (Velásquez, 2015).

Los hijos de agua son los que desarrollan hojas anchas a muy temprana edad debido a deficiencias nutricionales. Siempre deben ser eliminados y se utilizan cuando hay un solo hijo de espada (Albán, 2014).

Los rebrotes son los hijos que vuelven a brotar luego de haber sido cortados, también desarrollan hojas anchas prematuramente y se parecen a los hijos de agua con la diferencia que se nota la cicatriz donde se hizo el corte. La rapidez de crecimiento de estos rebrotes decide la frecuencia de los deshijes (Albán, 2014).

Cuando se realiza el deshije, los cortes con machete deben hacerse lo más profundo posible tratando de eliminar la yema de crecimiento del hijo evitando el rebrote; el corte se dirige de adentro hacia afuera para no herir a la madre, luego se procede a cubrir la parte cortada (Albán, 2014).

#### **2.1.5.5 Deshoje**

Consiste en eliminar las hojas que ya cumplieron su ciclo o están agobiadas o dobladas y las que están interfiriendo con el desarrollo del racimo. El corte debe de ser lo más cerca posible a la base de la hoja; si una parte de una hoja joven y sana interfiere con un

racimo puede eliminarse esa parte rasgándola o cortándola, dejando el resto para que cumpla su función (Carrión, 2014).

#### **2.1.5.6 Deschante**

Esta labor consiste en eliminar las vainas del pseudotallo, las que se secan una vez cumplido su ciclo de vida. Para ello, se debe utilizar un machete. Deben cortarse únicamente las vainas que estén completamente secas y que se desprenden fácilmente al tirarlas. Nunca deben eliminarse vainas verdes, desgarrándolas o rasgándolas, ya que por las heridas ocasionadas pueden penetrar bacterias u otros agentes infecciosos (Torres, 2012).

#### **2.1.5.7 Apuntalado**

Es necesario realizar esta labor en todas las plantas que tienen racimo para evitar que se caigan y se pierda la fruta. Los materiales que sirven para este trabajo son: caña de bambú, caña brava, pambil, alambre, piola de yute, piola de plástico o nylon. El más generalizado es el bambú y la caña brava que se utilizan cortando dos pedazos llamados palancas o cujes, según la variedad, y que se colocan en forma de tijera con el vértice hacia arriba de tal manera que no topen el racimo (Banascopio.com, s.f.)

#### **2.1.5.8 Enfunde**

Esta práctica ofrece grandes beneficios al productor ya que protege al racimo, con una funda de polietileno perforada de las dimensiones apropiadas, del daño producido por los insectos, hojas, productos químicos, lográndose una fruta más limpia y de excelente calidad. Se ha comprobado que la fruta enfundada tiene un 10% más de peso que las que no han sido cubiertas (Aboboreira, 1994)

El enfunde debe realizarse cuando ha caído la tercera bráctea de la inflorescencia y se abre la mano; se sujeta la funda al tallo de la inflorescencia a una altura conveniente con “cinta plástica de colores”, para determinar la fecha de la cosecha según la edad (Carrión, 2014).

### **2.1.5.9 Desmane**

Ocasionalmente hay que eliminar la última mano o “falsa mano” y la primera, segunda o tercera siguientes, que se estima no llegarán a adquirir el tamaño mínimo requerido, para favorecer el desarrollo de las manos restantes. El desmane se realiza cuando los frutos se han colocado hacia abajo, manualmente, sin usar herramientas. Actualmente se sacan los dedos laterales de cada mano del racimo al momento del enfunde (Carrión, 2014).

## **2.1.6 Requerimientos Edafoclimáticos**

Al escoger un terreno para el cultivo de banano debe tomarse en cuenta el clima, el suelo, las vías de comunicación que posee, las condiciones de las vías, la facilidad de obtener y transportar agua de riego, qué cultivos se sembraron anteriormente, qué pesticidas se utilizaron, la topografía y otros factores que podrían reducir la producción de fruta. Es importante tener un levantamiento topográfico del terreno para realizar el cultivo de banano, para la ubicación de canales de drenaje, canales de riego o tendido de tuberías, los sitios donde se construirán las empacadoras, el diseño de ubicación de funiculares y cables vías, ubicación de guardarrayas u otro trabajo que requiera el cultivo (SICA, 2008).

### **2.1.6.1 Temperatura**

El clima ideal es el tropical húmedo. La temperatura adecuada va desde los 18,5°C a 35,5°C. A temperaturas inferiores de 15,5°C se retarda el crecimiento. Con temperaturas de 40°C no se han observado efectos negativos siempre y cuando la provisión de agua sea normal (SICA, 2008).

Las bajas temperaturas inhiben el crecimiento, se pierde la turgencia en la planta, hay amarillamiento de las hojas, la distancia entre hojas disminuye, hay obstrucción vascular, se producen hojas más pequeñas y se puede llegar incluso a inhibir la parición. Hay pérdida de la vida verde de la fruta, problemas de calidad de esta y mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades. Los síntomas en la fruta incluyen la reducción

del flujo de látex, rayas de color entre café y rojizo asociadas a los haces vasculares en la fruta, desarrollo lento del color amarillo cuando se madura, y un color grisáceo amarillo oscurecido en la fruta ya madura. Si las bajas temperaturas ocurren en el momento de parición, el espacio entre manos disminuye, lo que crea problemas en la calidad de la fruta, además se extiende el período de parición a cosecha hasta 45 días (Ortiz *et al.*, 2001).

#### **2.1.6.2 Suelo**

Para el desarrollo e instalación de una plantación bananera, primero se debe seleccionar el suelo, el cual de preferencia debe ser franco limoso, con buen drenaje subterráneo que permita dar la facilidad a las raíces de obtener agua y oxígeno (Dole Perú, 2012).

El cultivo de banano requiere de suelos fértiles para asegurar altas productividades, con una capacidad de intercambio catiónico de más de 25 cmol(+)/l. Se deben evitar los suelos muy livianos o muy pesados y con alta densidad aparente, cuyo pH debe estar comprendido entre 5.5 y 6.0. El alto contenido de materia orgánica es altamente recomendable para tener un suelo fértil. La topografía es preferible que sea plana debido al sistema de cables que se utiliza en el cultivo y con buen drenaje el cual tampoco debe ser excesivo (Ortiz *et al.*, 2001).

Los mejores suelos para el cultivo de banano son aquellos de formación aluvial y que se encuentran en los valles costeros, de textura arenosa, pero suficientemente provistos de arcilla y limo para retener el agua. Suelos con buena estructura y gran porosidad y que posean buen drenaje, favorecen el desarrollo de la planta. El exceso de humedad produce un mal desarrollo de la planta y la pudrición de sus raíces. Los tipos de suelo más recomendables para obtener una buena cosecha económica de banano son los suelos de textura media, desde franco arenoso, muy fino y fino, hasta franco arcilloso (Navarro, 2008).

Como norma general, puede decirse que los mejores suelos para el cultivo del banano son aquellos con altos contenidos de nutrientes, bien balanceados y complementados con el abonamiento, procurando suplir la extracción de minerales que se da con las cosechas y las pérdidas que se producen por el proceso de lixiviación. El banano ofrece

una gran tolerancia orgánica, pues vegeta sobre suelos cuya reacción varía de pH 4.5 a pH 8, pero, las plantaciones de mejor aspecto se encuentran en condiciones ligeramente ácidas o muy ligeramente alcalinas: pH 6 a 7.5. La condición ideal de pH del suelo es de 6.5 (Albán, 2014).

### **2.1.6.3 Precipitación**

La pluviosidad necesaria varía de 1.000 a 2.000 milímetros por año o 100- 180 milímetros por mes. En el país es necesario realizar el riego porque tiene definido sus épocas lluviosa y seca (SICA, 2008).

El banano ofrece poca resistencia a la sequía. Después de varios días de sequía se nota que las hojas se resecan unas después de otras, se marchitan las vainas y posteriormente ocurre la rotura del pseudotallo. El corno por el contrario soporta cómodamente un período de sequía extenso y conserva la habilidad de volver a producir hojas mucho después de la desaparición del pseudotallo. Resultado de la sequía son las obstrucciones floral y foliar. La primera dificulta la salida de la inflorescencia dando como consecuencia, racimos torcidos y entrenudos muy cortos en el raquis que impiden el enderezamiento de los frutos. La foliar causa problemas en el desarrollo de las hojas (Jiménez, 2006).

### **2.1.6.4 Vientos**

Los vientos secos en combinación con altas temperaturas pueden afectar seriamente a las hojas del banano. Hasta 15 Km/h el efecto del viento puede ser benéfico, al producir una mayor transpiración de la planta, y permitiéndole a esta bajar su temperatura (sobre todo cuando es muy alta). Cierta grado de desgaje (rompimiento en tiras) de las láminas no se considera perjudicial. Sin embargo con vientos de 40 Km/h las láminas de las hojas se empiezan a rajar. A 55 Km/h se caen las plantas y se puede dar una pérdida de peso en los racimos de hasta un 20%. Las variedades más pequeñas como el Gran Enano o Grand Nain son mucho menos susceptibles al volcamiento que las variedades más altas como Valery y Gros Michel (Ortiz *et al.*, 2001).

### **2.1.6.5 Luminosidad**

La luz no influye mucho en el desarrollo de la planta en condiciones tropicales, pero si lo hace en condiciones subtropicales, sin embargo, al reducir la intensidad de la luz, el ciclo vegetativo de la planta se alarga, por lo que el desarrollo de los hijos es afectado por la luz en cantidad e intensidad (Jiménez, 2006).

### **2.1.6.6 Altitud**

El banano crece bien de 0 a 300 metros sobre el nivel del mar. Por cada 100 metros el ciclo se extiende otros 45 días. A mayores alturas, baja el peso del racimo, aumentando la tasa de retorno (hasta 90 días) y se afecta la densidad estomática (Ortiz *et al.*, 2001).

### **2.1.7 Influencia de los Herbicidas en los Cultivos**

Los herbicidas son sustancias químicas que ocasionan la muerte de plantas o que inhiben su normal crecimiento. Así, existen herbicidas selectivos o específicos, que permiten controlar malezas sin afectar a los cultivos y herbicidas no selectivos o de acción total, que se utilizan generalmente en los barbechos, previo a la implantación del cultivo (Montesdeoca & Rodríguez, 2006)

En términos generales, el desarrollo de resistencia a cualquier herbicida involucra un proceso de selección ligado al de variabilidad intraespecífica. Se asume que cualquier población de malezas puede tener biotipos resistentes en baja frecuencia, debido a mutaciones que ocurren naturalmente. Así, el uso repetido de un mismo herbicida expone a la población a una presión de selección que conduce al aumento del número de individuos resistentes. Los biotipos susceptibles mueren mientras que los resistentes sobreviven produciendo propágulos. Si persiste la aplicación de herbicidas que actúan sobre el mismo sitio de acción, la proporción del biotipo resistente se incrementa en relación al biotipo susceptible (Villalba, 2009).

### **2.1.7.1 Glifosato**

El glifosato es un herbicida sistémico no selectivo y de amplio espectro que se usa para destruir plantas no deseables en campos de cultivos, lugares de recreación y jardines privados. A escala mundial se ha transformado en el herbicida más utilizado. Los fabricantes de fórmulas comerciales a base de glifosato afirman que se trata de productos de 'baja toxicidad y amistosos para el medio ambiente'. Sin embargo, diversos estudios toxicológicos conducidos por instituciones científicas independientes indican que este herbicida no es en absoluto seguro, como se pensaba antes. En efecto, productos a base de este principio activo pueden ser altamente tóxicos para animales y seres humanos (RAP-AL, 2010).

El herbicida glifosato surgió como una opción para el control de malezas en banano. Este herbicida muestra acción sistémica que provee un control de amplio espectro. Lo anterior y la rápida biodegradación y desactivación en el suelo, además de su baja toxicidad a fauna en general y al hombre, permitieron un rápido crecimiento en las ventas de herbicidas basados en glifosato a partir de 1991 (Franz, Mao, & Sikorski, 1997).

### **2.1.7.2 Glufosinato de Amonio**

Es un herbicida de amplio espectro que penetra a través de los tejidos verdes de las plantas susceptibles, donde actúa sobre la biosíntesis de Glutamina. Utilizado de acuerdo a las recomendaciones dadas, presenta bajo riesgo de fitotoxicidad al cultivo del banano, el cual demuestra alta tolerancia a este herbicida, tanto en plantas adultas como en los "hijos" y "nietos". El Glufosinato interfiere la acción de la enzima glutamina sintetasa; esta alteración causa la acumulación del amoníaco, que es una fitotoxina la cual permite el efecto herbicida: Inhibición de la síntesis de Glutamina, disminución en la tasa fotosintética, detención del crecimiento, decoloración de tejidos verdes y por último necrosis de los órganos donde el producto ha sido absorbido (Bayer CropScience, 2005).

## 2.1.8 Deriva de Herbicidas

Cuando se aplica un producto herbicida que es tóxico a un cultivo vecino y se presenta un fuerte viento durante la aplicación, puede ocasionársele perjuicios (Jerry, 1981). El movimiento de la gota herbicida resultante de la pulverización fuera del área donde se encuentra el objetivo buscado (maleza, cultivo, insecto, etc.) se denomina “deriva” y es favorecida por el viento, altura de la barra y tamaño de la gota. La ocurrencia de daños por deriva de herbicidas es frecuente, aún en el mismo campo del productor, como consecuencia de la vecindad de cultivos diferentes o estadios de crecimiento distintos para una misma especie. Si se procede con prisa y sin tomar precauciones en la operación de pulverización y existe algún cultivo vecino sensible al herbicida aplicado, las probabilidades de que ocurra algún daño son altas. Resulta desgastante lograr una reparación económica por el daño sufrido (Olea, 1997).

### 2.1.8.1 Causas del Movimiento de Producto Fuera del Objetivo

Originalmente se creía que la deriva de los pesticidas ocurría cuando las aplicaciones no se realizaban correctamente, y los pesticidas se desviaban fuera del objetivo, perjudicando a personas o propiedades (CDPR, Sf). Morris (2013), indica que entre las causas del movimiento del producto fuera del objetivo se considera:

- **Deriva de gotas:** Es el movimiento de las gotas una vez que éstas salen de la boquilla de la pulverizadora y no llegan a su objetivo. Está asociado directamente con el tamaño de las gotas combinado con la altura de aplicación, la velocidad del viento, la velocidad de avance del equipo pulverizador y la presión de trabajo. Es posible controlar el tamaño de la gota a través de la correcta elección de la boquilla y operando el equipo con la presión de trabajo recomendada. De esta forma, se minimiza la cantidad de gotas finas (gotas con diámetro inferior a 150  $\mu\text{m}$ ) que tienen probabilidad de derivar.
- **Volatilización:** Es un cambio de fase, de líquido o sólido a gaseoso. Es dependiente de la molécula y de la formulación del herbicida y se mide como presión de vapor. Esta es la forma en la que un herbicida se puede mover posteriormente a una

aplicación, aún habiendo llegado al objetivo. La volatilización sólo ocurre con determinados herbicidas y puede ser modificado a través de cambios en la formulación.

- **Contaminación de equipos por limpieza deficiente:** La falta de limpieza del tanque es una de las causas más frecuentes de daño a cultivos por herbicidas. En líneas generales se recomienda siempre la limpieza de tanque con productos específicos para esa función entre una aplicación y otra.

### 2.1.8.2 Condiciones Climáticas que Afectan la Deriva

Las condiciones climáticas pueden afectar el potencial de deriva de los herbicidas siendo el viento uno de los factores más críticos. Se recomienda realizar las aplicaciones con velocidades de viento de entre 5 y 15 km/h. A velocidades superiores será mayor la distancia a la cual se moverán las gotas. Por otro lado, velocidades por debajo de 5 km/h incrementan la probabilidad de inversión térmica. La misma suele durar hasta que el sol caliente la superficie del suelo o hasta que un frente climático culmine con este proceso. En general por la mañana los vientos son suaves, las temperaturas son bajas y la humedad relativa es alta siendo estas buenas condiciones de aplicación. Cuando nos encontramos en horarios después del mediodía las condiciones cambian, es decir, aumenta la temperatura, disminuye la humedad relativa y generalmente la velocidad del viento aumenta, siendo estas condiciones más riesgosas para realizar una aplicación segura y eficiente (Morris, 2013).

## **CAPÍTULO III**

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 Localización

La presente investigación se realizó entre los meses de agosto a octubre del 2016, bajo el auspicio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”, en terrenos de la Finca “Monte Redondo”, ubicada en el cantón Baba, Provincia de Los Ríos, entre la latitud 1°46′04.55 y longitud 79°39′59.3”, a una altitud de 6 m.s.n.m.

### 3.2 Características Edafoclimáticas

En la Tabla 2, se describen las características edafoclimáticas del sitio experimental.

**Tabla 2** Características edafoclimáticas del sitio experimental

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| Zona climática            | Bosque tropical húmedo |
| Temperatura promedio      | 25 °C                  |
| Precipitación media anual | 1500 mm                |
| Humedad relativa promedio | 80%                    |
| Topografía                | Plana                  |
| Tipo de suelo             | Francos                |
| pH                        | 6.0                    |

### 3.3 Tipo de Investigación

Se realizó una investigación de tipo experimental, mediante la evaluación de variables para identificar de esta manera el efecto de la deriva de los herbicidas luego de la labor de deshierbe en banano.

### 3.4 Métodos de Investigación

En la investigación se utilizó el método deductivo partiendo de información general existente en la literatura sobre la deriva de herbicidas para llegar a la identificación de los efectos específicos que puede producir sobre los hijuelos de sucesión del banano.

### 3.5 Fuentes de Recopilación de Información

La información para la presente investigación se obtuvo mediante la observación directa y la medición de variables (fuentes primarias), así como también de libros, revistas, publicaciones e internet (fuentes secundarias).

### 3.6 Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial  $2 \times 6 + 1$  en 15 repeticiones, siendo dos herbicidas a 6 tiempos de aplicación, cuyas interacciones se compararon con un testigo, considerando como repeticiones a cada planta.

Todas las variables se sometieron al análisis de varianza y se utilizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para la comparación de medias de los herbicidas, tiempos de aplicación y tratamientos. El correspondiente procesamiento se lo realizó en Infostat.

En la Tabla 3 se indica el esquema del ADEVA.

**Tabla 3** Esquema del ADEVA

| <b>Fuentes de variación</b>        | <b>Grados de libertad</b> |
|------------------------------------|---------------------------|
| Herbicidas                         | 1                         |
| Tiempos de aplicación              | 5                         |
| Herbicidas * Tiempos de aplicación | 5                         |
| Testigo                            | 1                         |
| Error                              | 183                       |
| Total                              | 195                       |

### 3.6.1 Especificaciones del Experimento

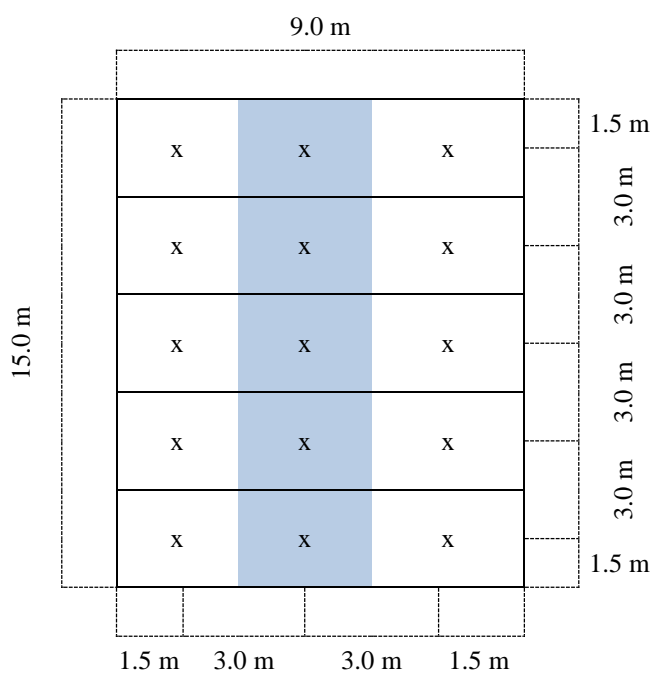
En la Tabla 4 se presentan las especificaciones del experimento:

**Tabla 4** Especificaciones del experimento

|                                   |   |                 |
|-----------------------------------|---|-----------------|
| Número de repeticiones            | : | 15              |
| Número de herbicidas              | : | 2               |
| Número de tiempos                 | : | 6               |
| Número de testigos                | : | 1               |
| Número de tratamientos            | : | 13              |
| Número de plantas por tratamiento | : | 15              |
| Total de plantas en el ensayo     | : | 195             |
| Distancia entre hileras           | : | 3.0 m           |
| Distancia entre plantas           | : | 3.0 m           |
| Densidad poblacional              | : | 1111 plantas/ha |

El croquis del sitio experimental se presenta en el Anexo 1.

### 3.6.2 Especificaciones de la Parcela Experimental



Área de la parcela: 135.0 m<sup>2</sup>

Área útil de la parcela: 45.0 m<sup>2</sup>

## 3.7 Instrumentos de Investigación

### 3.7.1 Factores en Estudio

#### 3.7.1.1 Factor A: Herbicidas

A<sub>1</sub>: Glifosato

A<sub>2</sub>: Glufosinato de amonio

#### 3.7.1.2 Factor B: Tiempos de Aplicación Después del Deshije (DDD)

B<sub>1</sub>: 0 horas DDD

B<sub>2</sub>: 4 horas DDD

B<sub>3</sub>: 8 horas DDD

B<sub>4</sub>: 12 horas DDD

B<sub>5</sub>: 24 horas DDD

B<sub>6</sub>: 48 horas DDD

### 3.7.2 Tratamientos Estudiados

En la Tabla 5 se presenta la descripción de los tratamientos estudiados:

**Tabla 5** Especificaciones del experimento

| Tratamientos      | Descripción                          |
|-------------------|--------------------------------------|
| T <sub>1</sub> :  | Glifosato + 0 horas DDD              |
| T <sub>2</sub> :  | Glifosato + 4 horas DDD              |
| T <sub>3</sub> :  | Glifosato + 8 horas DDD              |
| T <sub>4</sub> :  | Glifosato + 12 horas DDD             |
| T <sub>5</sub> :  | Glifosato + 24 horas DDD             |
| T <sub>6</sub> :  | Glifosato + 48 horas DDD             |
| T <sub>7</sub> :  | Glufosinato de amonio + 0 horas DDD  |
| T <sub>8</sub> :  | Glufosinato de amonio + 4 horas DDD  |
| T <sub>9</sub> :  | Glufosinato de amonio + 8 horas DDD  |
| T <sub>10</sub> : | Glufosinato de amonio + 12 horas DDD |
| T <sub>11</sub> : | Glufosinato de amonio + 24 horas DDD |
| T <sub>12</sub> : | Glufosinato de amonio + 48 horas DDD |
| T <sub>13</sub> : | Testigo                              |

### **3.7.3 Manejo del Experimento**

Se utilizaron plantas de banano cv. Williams establecidas en una bananera comercial. A las plantas destinadas para la aplicación de los tratamientos, se les dio igual manejo que a las demás. En el sitio donde se instaló el experimento se realizó un análisis de suelo para determinar las condiciones nutricionales.

El área destinada para el implementación del ensayo constó con todas las instalaciones necesarias para el correcto desarrollo de las plantas como drenaje y riego y se aplicaron las labores culturales tales como deshoje, deshije, deschante, fertilización balanceada y manejo integrado de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet).

La aplicación de los herbicidas se realizó simulando derivas hacia los hijuelos de 0.5 m de altura, con los diferentes tratamientos en estudio utilizando una aspersora marca CP3.

### **3.7.4 Datos Registrados y Metodología de Evaluación**

#### **3.7.4.1 Crecimiento de la Planta (cm)**

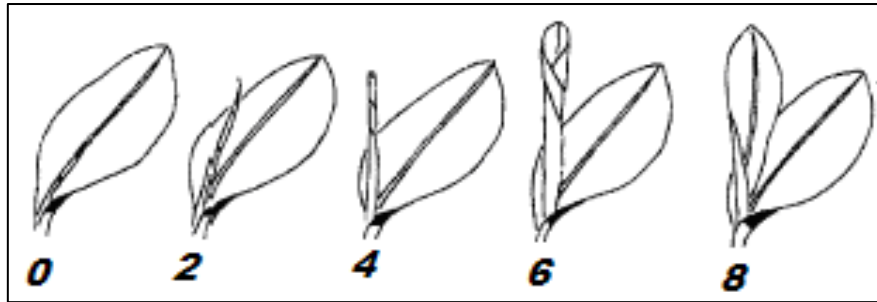
La altura del pseudotallo se registró al inicio y final del ensayo para determinar el crecimiento de la planta, considerando desde el nivel del suelo hasta la V formada por las últimas hojas emitidas.

#### **3.7.4.2 Circunferencia del Pseudotallo (cm)**

La circunferencia se midió a 50 cm desde el nivel del suelo utilizando una cinta métrica. Esta variable se evaluó al inicio y final del experimento después de la aplicación de los tratamientos hasta el final del ensayo.

#### **3.7.4.3 Emisión Foliar Según la Escala de Brun (0 – 8)**

Se determinó el número total de hojas emitidas durante la duración del experimento utilizando la metodología propuesta por Brun (1993), citado por Albán (2014).



**Figura 1** Escala de Brun, para medir la emisión de hojas en bananos

En la Tabla 6 se describen cada una de los valores de la escala de Brun (1993)

**Tabla 6** Especificaciones del experimento

| Valor | Descripción de la hoja                           |
|-------|--|
| 0     | 100% hoja abierta                                |
| 2     | Hoja cigarro (hasta 5 cm)                        |
| 4     | Hoja cigarro (hasta 20 cm)                       |
| 6     | Hoja bandera (desdoblamiento del extremo apical) |
| 8     | 75% de la hoja abierta                           |

### 3.8 Recursos Humanos y Materiales

En la Tabla 7 se indican los materiales y equipos utilizados en la investigación:

**Tabla 7** Materiales y equipos utilizados en la investigación

| Materiales/equipos       | Cantidad |
|--------------------------|----------|
| Cinta métrica            | 1        |
| Aspersora de mochila CP3 | 1        |
| Machete                  | 1        |
| Estaquillas              | 100      |
| Mascarillas              | 1        |
| Libreta de campo         | 1        |
| Flexómetro               | 1        |
| Botas (par)              | 1        |

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1 Resultados**

### **4.1.1 Crecimiento de Planta (cm)**

Los promedios mostrados en la Tabla 8 corresponden al crecimiento de los hijuelos de sucesión, cuyo análisis de varianza determinó significancia estadística en el nivel 0.01 para los tiempos de aplicación y tratamientos, y significancia estadística en el nivel 0.05 para los herbicidas, registrando un coeficiente de variación de 14.4 por ciento.

La aplicación de glifosato permitió una mayor altura de hijuelos con un promedio de 107.8 cm, superior estadísticamente al Glufosinato de amonio, cuyo uso reflejó un crecimiento de 102.2 cm, en los hijuelos de sucesión.

Al aplicarse los herbicidas inmediatamente después del deshije se pudo obtener plantas más altas que experimentaron un crecimiento de 116.1 cm, sin diferir estadísticamente del tiempo de aplicación de 4 horas con 110.4, superiores estadísticamente a los demás tiempos de aplicación que presentaron valores entre 99.0 y 103.3 cm de crecimiento de la planta.

El tratamiento 1 (glifosato aplicado inmediatamente después del deshije) produjo un mayor crecimiento de plantas con 119.5 cm, en igualdad estadística con la aplicación de los tratamientos 2, 3, 4, 7 y 13 (glifosato a las 4, 8 y 12 horas después del deshije, glufosinato de amonio a las 0 y 4 horas, y testigo) que registraron un crecimiento desde 102.8 hasta 114.1 cm, estadísticamente superiores a los demás tratamientos que registraron un incremento en la altura de plantas entre 97.1 y 100.5 centímetros.

**Tabla 8** Efecto de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre el crecimiento de hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (*Musa AAA*) cv. Williams

| <b>Tratamientos</b>  | <b>Crecimiento de plantas (cm)*</b> |
|--|-------------------------------------|
| <b>Herbicidas</b>  |                                     |
| <b>A<sub>1</sub></b> : Glifosato                             | 107.8 a                             |
| <b>A<sub>2</sub></b> : Glufosinato de amonio                 | 102.2 b                             |
| <b>Tiempos de aplicación</b>                                 |                                     |
| <b>B<sub>1</sub></b> : 0 horas DDD                           | 116.1 a                             |
| <b>B<sub>2</sub></b> : 4 horas DDD                           | 110.4 ab                            |
| <b>B<sub>3</sub></b> : 8 horas DDD                           | 102.3 bc                            |
| <b>B<sub>4</sub></b> : 12 horas DDD                          | 103.3 bc                            |
| <b>B<sub>5</sub></b> : 24 horas DDD                          | 99.0 c                              |
| <b>B<sub>6</sub></b> : 48 horas DDD                          | 99.0 c                              |
| <b>Interacciones y testigo</b>                               |                                     |
| <b>T<sub>1</sub></b> : Glifosato + 0 horas DDD               | 119.5 a                             |
| <b>T<sub>2</sub></b> : Glifosato + 4 horas DDD               | 114.1 ab                            |
| <b>T<sub>3</sub></b> : Glifosato + 8 horas DDD               | 107.6 ab                            |
| <b>T<sub>4</sub></b> : Glifosato + 12 horas DDD              | 106.2 ab                            |
| <b>T<sub>5</sub></b> : Glifosato + 24 horas DDD              | 99.3 b                              |
| <b>T<sub>6</sub></b> : Glifosato + 48 horas DDD              | 100.2 b                             |
| <b>T<sub>7</sub></b> : Glufosinato de amonio + 0 horas DDD   | 112.6 ab                            |
| <b>T<sub>8</sub></b> : Glufosinato de amonio + 4 horas DDD   | 106.7 ab                            |
| <b>T<sub>9</sub></b> : Glufosinato de amonio + 8 horas DDD   | 97.1 b                              |
| <b>T<sub>10</sub></b> : Glufosinato de amonio + 12 horas DDD | 100.5 b                             |
| <b>T<sub>11</sub></b> : Glufosinato de amonio + 24 horas DDD | 98.6 b                              |
| <b>T<sub>12</sub></b> : Glufosinato de amonio + 48 horas DDD | 97.9 b                              |
| <b>T<sub>13</sub></b> : Testigo                              | 102.8 ab                            |
| <b>Promedio</b>  | 104.9                               |
| <b>Coefficiente de Variación (%)</b>                         | 14.4                                |

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

#### **4.1.2 Circunferencia de Pseudotallo (cm)**

En la Tabla 9 se presentan los promedios de la circunferencia del pseudotallo en las plantas de banano durante el tiempo de duración del ensayo. El análisis de varianza reflejó que todas las fuentes de variación registraron significancia estadística en el nivel 0.01, siendo el coeficiente de variación 11.1 por ciento.

Con el glufosinato de amonio las plantas registraron una circunferencia de pseudotallo de 39.7 cm, estadísticamente superior al glifosato cuya aplicación registro una circunferencia de pseudotallo de 32.5 centímetros.

El tiempo de aplicación de cero horas registró mayor circunferencia de pseudotallo con un promedio de 39.3 cm, estadísticamente igual a los tiempos de 4 y 12 horas que permitieron una circunferencia de 37.4 y 36.2 cm, respectivamente, superiores estadísticamente a los demás tiempos de aplicación que alcanzaron valores entre 33.6 y 35.9 centímetros.

Aplicando el tratamiento 7 (Glufosinato de amonio a las 0 horas después del deshije) se registró mayor circunferencia de pseudotallo con 42.5 cm, en igualdad estadística con los tratamientos 8, 9, 10 y 11 (aplicación de dicho herbicida a 4, 8, 12 y 24 horas después del deshije) que presentaron promedios entre 38.7 y 41.2 cm de circunferencia de pseudotallo, superiores estadísticamente a las demás interacciones que registraron valores de circunferencia de pseudotallo entre 28.5 y 37.6 centímetros.

**Tabla 9** Efecto de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre la circunferencia de pseudotallo de hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (*Musa AAA*) cv. Williams

| <b>Tratamientos</b>  | <b>Circunferencia de pseudotallo (cm)*</b> |      |
|--|--|------|
| <b>Herbicidas</b>  |  |      |
| <b>A<sub>1</sub></b> : Glifosato                             | 32.5                                       | b    |
| <b>A<sub>2</sub></b> : Glufosinato de amonio                 | 39.7                                       | a    |
| <b>Tiempos de aplicación</b>                                 |  |      |
| <b>B<sub>1</sub></b> : 0 horas DDD                           | 39.3                                       | a    |
| <b>B<sub>2</sub></b> : 4 horas DDD                           | 37.4                                       | ab   |
| <b>B<sub>3</sub></b> : 8 horas DDD                           | 35.9                                       | bc   |
| <b>B<sub>4</sub></b> : 12 horas DDD                          | 36.2                                       | abc  |
| <b>B<sub>5</sub></b> : 24 horas DDD                          | 33.6                                       | c    |
| <b>B<sub>6</sub></b> : 48 horas DDD                          | 34.1                                       | c    |
| <b>Interacciones y testigo</b>                               |  |      |
| <b>T<sub>1</sub></b> : Glifosato + 0 horas DDD               | 36.1                                       | cd   |
| <b>T<sub>2</sub></b> : Glifosato + 4 horas DDD               | 35.5                                       | cde  |
| <b>T<sub>3</sub></b> : Glifosato + 8 horas DDD               | 33.0                                       | defg |
| <b>T<sub>4</sub></b> : Glifosato + 12 horas DDD              | 31.3                                       | efg  |
| <b>T<sub>5</sub></b> : Glifosato + 24 horas DDD              | 28.5                                       | g    |
| <b>T<sub>6</sub></b> : Glifosato + 48 horas DDD              | 30.6                                       | fg   |
| <b>T<sub>7</sub></b> : Glufosinato de amonio + 0 horas DDD   | 42.5                                       | a    |
| <b>T<sub>8</sub></b> : Glufosinato de amonio + 4 horas DDD   | 39.2                                       | abc  |
| <b>T<sub>9</sub></b> : Glufosinato de amonio + 8 horas DDD   | 38.9                                       | abc  |
| <b>T<sub>10</sub></b> : Glufosinato de amonio + 12 horas DDD | 41.2                                       | ab   |
| <b>T<sub>11</sub></b> : Glufosinato de amonio + 24 horas DDD | 38.7                                       | abc  |
| <b>T<sub>12</sub></b> : Glufosinato de amonio + 48 horas DDD | 37.6                                       | bcd  |
| <b>T<sub>13</sub></b> : Testigo                              | 33.5                                       | def  |
| <b>Promedio</b>  | 35.9                                       |      |
| <b>Coefficiente de Variación (%)</b>                         | 11.1                                       |      |

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

### **4.1.3 Emisión Foliar**

Los promedios correspondientes al índice de emisión foliar de los hijuelos de sucesión se presentan en la Tabla 10, evidenciándose que de acuerdo al análisis de varianza, ninguna de las fuentes de variación presentó significancia estadística, siendo el coeficiente de variación 28.5 por ciento.

Los herbicidas no presentaron diferencias significativas, siendo glifosato el que mayor índice de emisión foliar registró con un 9.0 hojas, mientras que el glufosinato de amonio presentó un índice de emisión foliar de 8.6 hojas.

El tiempo de aplicación que mayor índice de emisión foliar registró fue el de 4 horas después del deshije con un promedio de 9.9 hojas, sin diferir estadísticamente de los demás tiempos de aplicación estudiados que registraron índices de emisión foliar que fluctuaron entre 8.1 y 9.1 hojas.

Aplicando el tratamiento 8 (Glufosinato de amonio a las 4 horas después del deshije) se observó mayor índice de emisión foliar con un valor de 10.1, encontrándose en igualdad estadística con los demás tratamientos y testigo que registraron índices de emisión foliar entre 7.9 y 9.9 hojas.

**Tabla 10** Efectos de la deriva simulada en aplicación de herbicidas sobre la emisión foliar de hijuelos de sucesión mediante heridas provocadas por el deshije en banano (*Musa AAA*) cv. Williams

| <b>Tratamientos</b>  | <b>Emisión foliar</b> |
|--|-----------------------|
| <b>Herbicidas</b>  |                       |
| <b>A<sub>1</sub></b> : Glifosato                             | 9.0 a                 |
| <b>A<sub>2</sub></b> : Glufosinato de amonio                 | 8.6 a                 |
| <b>Tiempos de aplicación</b>                                 |                       |
| <b>B<sub>1</sub></b> : 0 horas DDD                           | 8.4 a                 |
| <b>B<sub>2</sub></b> : 4 horas DDD                           | 9.9 a                 |
| <b>B<sub>3</sub></b> : 8 horas DDD                           | 8.5 a                 |
| <b>B<sub>4</sub></b> : 12 horas DDD                          | 8.1 a                 |
| <b>B<sub>5</sub></b> : 24 horas DDD                          | 9.0 a                 |
| <b>B<sub>6</sub></b> : 48 horas DDD                          | 9.1 a                 |
| <b>Interacciones y testigo</b>                               |                       |
| <b>T<sub>1</sub></b> : Glifosato + 0 horas DDD               |                       |
| <b>T<sub>2</sub></b> : Glifosato + 4 horas DDD               | 10.1 a                |
| <b>T<sub>3</sub></b> : Glifosato + 8 horas DDD               | 9.9 a                 |
| <b>T<sub>4</sub></b> : Glifosato + 12 horas DDD              | 9.8 a                 |
| <b>T<sub>5</sub></b> : Glifosato + 24 horas DDD              | 9.5 a                 |
| <b>T<sub>6</sub></b> : Glifosato + 48 horas DDD              | 9.2 a                 |
| <b>T<sub>7</sub></b> : Glufosinato de amonio + 0 horas DDD   | 9.1 a                 |
| <b>T<sub>8</sub></b> : Glufosinato de amonio + 4 horas DDD   | 8.8 a                 |
| <b>T<sub>9</sub></b> : Glufosinato de amonio + 8 horas DDD   | 8.7 a                 |
| <b>T<sub>10</sub></b> : Glufosinato de amonio + 12 horas DDD | 8.5 a                 |
| <b>T<sub>11</sub></b> : Glufosinato de amonio + 24 horas DDD | 8.4 a                 |
| <b>T<sub>12</sub></b> : Glufosinato de amonio + 48 horas DDD | 8.3 a                 |
| <b>T<sub>13</sub></b> : Testigo                              | 7.9 a                 |
| <b>Promedio</b>  | 7.9 a                 |
| <b>Coefficiente de Variación (%)</b>                         | 28.5                  |

\* Promedios con la misma letra en cada grupo de datos no difieren estadísticamente según la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

## 4.2 Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo apreciar que el herbicida que menor impacto tuvo en el crecimiento de las plantas fue el glifosato, que según el análisis de los datos registrados, evidenciaron una diferencia de 5.6 cm de altura de plantas con respecto a las evaluadas bajo la aplicación del glufosinato de amonio, lo que concuerda con Agüero, Pérez y Guzmán (1998) quienes en un estudio con varios ciclos de aplicación de glifosato Roundup sobre cultivo de banano en Costa Rica no encontraron efectos en el desarrollo de los hijos espada, ni en la sanidad y crecimiento radicular.

Mahmud (2016), al evaluar influencia de la deriva de herbicidas en el cultivo de banano (*Musa AAA*) cv. Williams, demostró que no se presentó diferencia significativa entre los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio, de tal manera que el primero permitió un crecimiento de plantas de 2.4 cm por debajo de la aplicación del segundo.

La aplicación de los herbicidas inmediatamente después del deshije así como 4 horas después de dicha labor, produjeron menor impacto en crecimiento de la planta reflejando un crecimiento de 116.1 y 110.4 cm, respectivamente, lo que se puede atribuir principalmente a que al aplicarse herbicidas en menor tiempo transcurrido con respecto al deshije, las malezas interfieren en menor escala en la absorción de nutrientes del suelo por parte de dicho hijuelo (Reyes *et al.*, 2010). A nivel de tratamientos se evidenció que la aplicación de ambos herbicidas a las 0 y 4 horas no difirieron del testigo, por lo que se pueden usar en dichos tiempos para causar menor impacto en el crecimiento de los hijuelos de sucesión.

La circunferencia del pseudotallo fue mayor en las plantas a las que se les aplicó glufosinato de amonio para controlar las arvenses en comparación con el glifosato, observándose una diferencia de 7.2 cm. Sin embargo la diferencia no es ampliamente significativa por lo que ambos herbicidas se pueden utilizar para el control de malezas, ya que la altura de plantas no influye directamente en el rendimiento, Brenes y Agüero (2012), al evaluar la toxicidad de herbicidas promisorios para el control de *Dieffenbachia oerstedii* en hijuelos de banano, observando que todos los tratamientos con glifosato no se diferenciaron del testigo en las evaluaciones de la circunferencia del

pseudotallo, con diferencias entre 3.3 y 5.0 con respecto a los valores obtenidos en el testigo, afirmando que el glifosato provee un control aceptable de la maleza con selectividad a los hijuelos espada del cultivo de banano. (Brenes & Aguero, 2012). Al igual que en el crecimiento de las plantas, los tiempos de aplicación más cercanos a la práctica de deshoje afectaron en menor escala a la circunferencia del pseudotallo, ya que al no existir malezas en la primera etapa de los hijos de sucesión éste se puede desarrollar con mayor facilidad (Aboboreira, 1994). Las interacciones del glufosinato de amonio con los diferentes tiempos (a excepción del tiempo de 48 horas) de aplicación que registraron mayor circunferencia del pseudotallo con incrementos de longitudes de circunferencia que oscilaron entre 38.7 y 42.5 cm.

La emisión foliar no se vio influenciada por ninguno de los herbicidas, ni por los diferentes tiempos de aplicación, ya que esta variable principalmente depende del plan de fertilización, condiciones climáticas así como de la práctica de deshoje fitosanitario (Vargas, Acuña, & Valle, 2015), obteniendo valores que oscilaron entre 7.9 y 10.1.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- El glifosato permitió un mayor crecimiento de las plantas, registrando un incremento de altura de plantas de 107.8 centímetros, desde la semana 18 a la 32 de edad de los hijuelos de sucesión.
- La circunferencia del pseudotallo en el hijuelo fue mayor al aplicar glufosinato de amonio, permitiendo obtener plantas con circunferencia de pseudotallo de 22.15% más que las tratadas con glifosato.
- Al aplicarse los herbicidas inmediatamente después del deshije (0 horas después del deshije) se logró un mayor crecimiento y circunferencia del pseudotallo con 116.1 y 39.3 cm, respectivamente.
- Cuando se aplicó el tratamiento 1 (Glifosato inmediatamente después del deshije) se obtuvo plantas más altas que crecieron en un promedio de 119.5 centímetros.
- La aplicación del tratamiento 7 (glufosinato de amonio al momento del deshije), produjo plantas con pseudotallo más grueso con una circunferencia de 42.5 centímetros.
- La emisión foliar en los tratamientos estudiados no se vio influenciada por ninguno de los herbicidas, ni por los diferentes tiempos de aplicación.

## **5.2 Recomendaciones**

Estudiar diferentes dosis de los herbicidas en estudio a fin de identificar la que permita un mayor control de malezas, causando el menor impacto en el desarrollo de las plantas de banano, promoviendo de esta manera una tecnología agrícola que ayude a los productores a la correcta utilización de herbicidas.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Bibliografía Citada

- Aboboreira, M. (1994). Principales labores del cultivo de banano. EARTH. San José-Costa Rica. 30 p.
- Agüero, L., Pérez, L., & Guzmán, M. (1998). Crecimiento y rendimiento del banano (Musa Aaa) bajo ciclos consecutivos de aspersion con glifosato. En Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC). Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 109 p.
- Albán, E. (2014). Evaluación de la eficacia de citoquinina (Cytokin) y un inductor carbónico (Carboroot) en tres dosis y en dos épocas en el rendimiento de banano de exportación, en una plantación en producción variedad Gran Enana, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 125 p.
- Aubert, B. (1973). Particularités anatomiques liées au comportement hydrique des bananiers. *Fruits* 28(9): 589-604.
- Banascopio.com. (s.f.). El Banano (Musa paradisiaca var. sapientum). Obtenido de [http://www.campoeditorial.com/banascopio/ab\\_guia\\_tecnica.html](http://www.campoeditorial.com/banascopio/ab_guia_tecnica.html)
- Bayer CropScience. (2005). BASTA 150 SL. Obtenido de [http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad\\_vegetal/auspiciante/basta.pdf](http://www.agrytec.com/agricola/images/stories/secciones/sanidad_vegetal/auspiciante/basta.pdf)
- Belalcázar, S. (2010). Estratificación y distribución del sistema radical del banano (Musa AAA), subgrupo Cavendish, cvs Valery y Grande Naine). INIBAP - LAC. Colombia. 69-70 pp.
- Beugnon, M., & Champion, J. (1966). Étude sur les racines du bananier. *Fruits* 21(7): 309-327.
- Brenes, S., & Agüero, R. (2012). Toxicidad de herbicidas promisorios para el control de *Dieffenbachia oerstedii* en hijos de banano. *Agronomía Mesoamericana* 23(1):47-53.

- Carrión, E. (2014). Diseño de un complejo turístico agrícola situado en la ciudad de Quevedo – Los Ríos. Tesis Grado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 88 p.
- CDPR. (Sf). Deriva de los Pesticidas. Obtenido de [http://www.cdpr.ca.gov/docs/dept/comguide/spanish/deriva\\_sp.pdf](http://www.cdpr.ca.gov/docs/dept/comguide/spanish/deriva_sp.pdf)
- Champion, J. (1968). El plátano. Editorial Blume. Barcelona, España. 247 p.
- Chenche, O. (2006). Prácticas en cultivo de banano comercial. . Obtenido de [http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-99491.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-99491.pdf)
- CORPEI. (2008). Banano y elaborados. Obtenido de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/Perfil%20Banano%202008.pdf>
- Correa, K. (2015). Evaluación de la evapotranspiración del cultivo de banano (*Musa sp*) utilizando la ecuación de la FAO Penman-Monteith. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 52 p.
- Cortez, A. (2014). Elaboración de papel a base de residuos de plátano. Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. 176 p.
- Dole Perú. (2012). Cultivo de Banano. Obtenido de [http://www.agropiura.gob.pe/sites/default/files/BLOQUE%203\\_1\\_Labores%20clave%20en%20el%20cultivo%20de%20Banano\\_Eugenio%20Guerrero.pdf](http://www.agropiura.gob.pe/sites/default/files/BLOQUE%203_1_Labores%20clave%20en%20el%20cultivo%20de%20Banano_Eugenio%20Guerrero.pdf)
- Franz, J., Mao, M., & Sikorski, J. (1997). Glyphosate: A unique and global herbicide. ACS. Monograph No. 189. Washington. American Chemical Society. 653 p.
- Jerry, D. (1981). Factores que condicionan la eficacia de los herbicidas. CIAT.Cali, Colombia. 20 p.
- Jiménez, J. (2006). El banano: consideraciones generales. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5721/7/CAP%C3%8DTULO%201.doc>
- Karamura, E. B., & Karamura, D. (1995). Banana morphology - Part II: the aerial shoot. In: Gowen S (Ed) Bananas and Plantains. Chapman and Hall. London, England. 190-205 pp.

- Laville, E. (1964). Études de la mycoflore des racines du bananier "poyo". *Fruits* 19(8): 435-449 pp.
- León, J. (1987). *Botánica de los cultivos tropicales*. IICA. San José, Costa Rica. 522 p.
- Mahmud, S. (2016). Influencia de la deriva de herbicidas en el cultivo de banano (*Musa AAA*) cv. Williams. Tesis de Grado. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 71 p.
- Montesdeoca, M., & Rodríguez, R. (2006). Efectos de las aplicaciones de fertilizantes hormonales sobre la platanera. *Revista de Agricultura "XOBA"* 4(2): 16-19 pp.
- Morris, M. (2013). Minimizando la deriva de herbicidas. Obtenido de <http://agrogestionar.com.ar/imagenNovedades/minimizando-deriva-de-herbicidas.pdf>
- Navarro, S. (2008). Procedimientos estadísticos multivariados para el análisis de datos biológicos recopilados en el tiempo; sobre el desarrollo de una enfermedad foliar en banano y su relación con parámetros de clima. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador. 230 p.
- Ochse, J., & Soule, M. (1986). *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*. Volumen 1. Editorial Limusa. México. 157 p.
- Olea, I. (1997). Uso de herbicidas: Medidas para el empleo del 2,4-D y otros herbicidas. Uso de herbicidas: El decreto 1610/3 y la receta agronómica. N° 70. Obtenido de [http://www.produccion.com.ar/1998/98ene\\_11.htm](http://www.produccion.com.ar/1998/98ene_11.htm)
- Ortiz, R., López, A., Ponchner, S., & Segura, A. (2001). *El cultivo de banano*. EUNED. San José, Costa Rica. 186 p.
- Paiz, R. (2003). Propuesta de un método para el cálculo del peso de racimo y porcentaje de pérdida en plantas empacadoras de banano (*Musa sp.*). Universidad de San Carlos de Guatemala. Ciudad de Guatemala-Guatemala. 41 p.
- Price, N. (1992). The origin and development of banana and plantain cultivation. In: Gowen S. (ed). *Bananas and plantains*. Chapman and Hall. London, England. 1-15 pp.

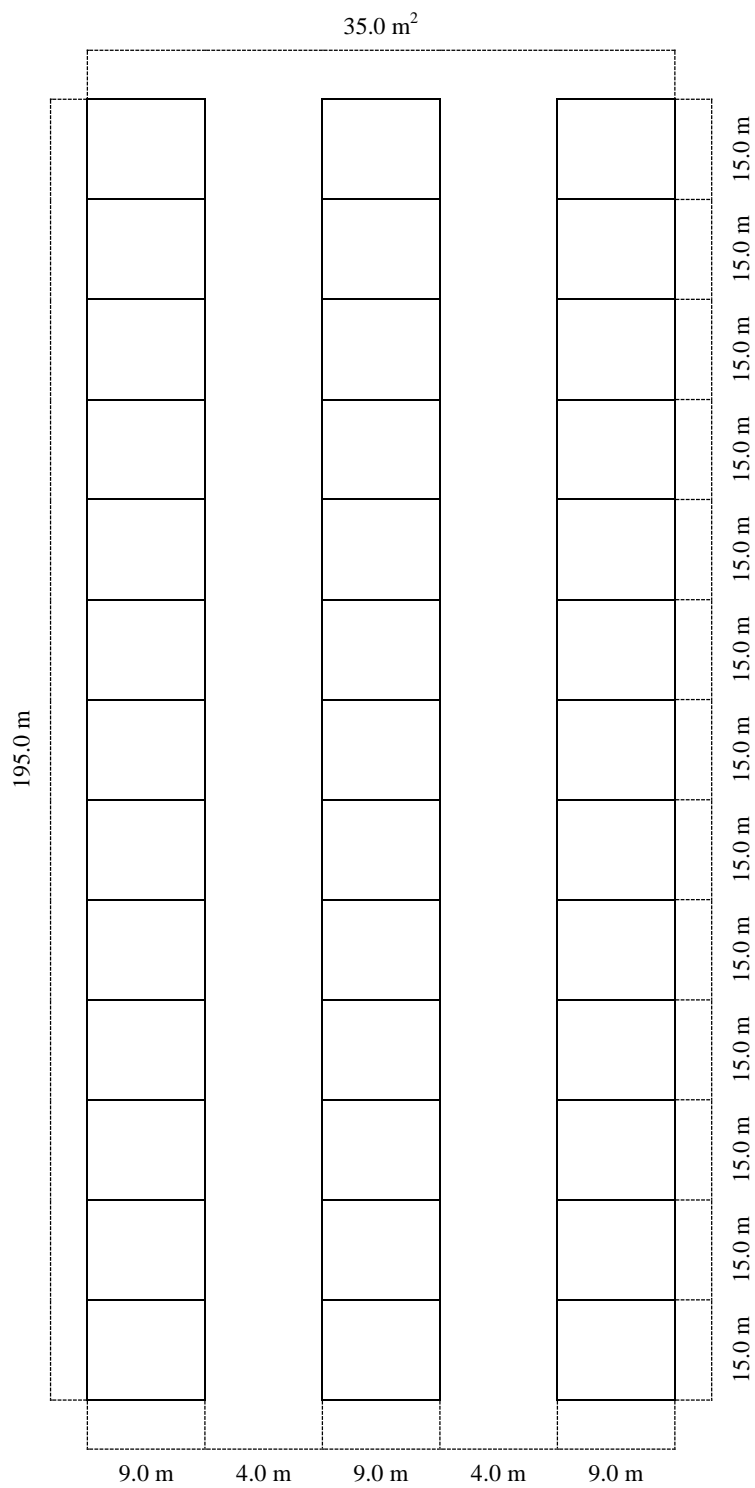
- Price, N. (1995). Banana morphology Part I: roots and rhizomes. In: Gowen S (ed) Bananas and Plantains. Chapman and Hall. London, England. 179-189 pp.
- Price, N. (1992). The origen and developmentof banana and plantain cultivation. p. 1-15 In: Gowen, S. (ed) Bananas and Plantain. Chapman and Hall, London, England.
- PROEcuador. (2013). Análisis del sector bananero. Obtenido de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/PROEC\\_AS2013\\_BANANO.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/09/PROEC_AS2013_BANANO.pdf)
- RAP-AL. (2010). Glifosato. Obtenido de [http://www.rap-al.org/articulos\\_files/Glifosato\\_Enlace\\_80.pdf](http://www.rap-al.org/articulos_files/Glifosato_Enlace_80.pdf)
- Reyes, M., Kosky, R., Bermúdez, I., & Chong, B. (2010). Determinación de la concentración mínima letal de glufosinato de amonio en diferentes materiales vegetales de banano cv. 'Grande naine' (*Musa AAA*). Biotecnología Vegetal 10(3): 157 - 168 pp.
- Robinson, J. (1996). Bananas and plantains. CAB International, England.238 p.
- Rodríguez, A., & Agüero, R. (2004). Toxicidad potencial de herbicidas postemergentes al banano sobre cortes de deshija. En Hacia un manejo racional de la flora vascular asociada al banano. Informe final. Proyecto N° 813-A1-802. Laboratorio de Malezas. Universidad de Costa Rica. San José-Costa Rica. 72 p.
- Salazar, N., & Aldana, M. (2001). Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. Revista Biotecnia. 17(2): 23-28 pp.
- SICA. (2008). El cultivo del banano. Obtenido de [http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles\\_productos/banano.pdf](http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/banano.pdf)
- Simmonds, N. (1966). Bananas, 2nd ed. Longman. London. 520 p
- Simmonds, N. W. (1973). Los plátanos. Editorial Blume. Barcelona, España. 539 p.
- Soto, M. (1990). Bananos. Cultivo y comercialización. Asociación Bananera Nacional. San José, Costa Rica. 200 p.

- Soto, M. (1992). Bananos. cultivo y comercialización. Segunda Edición San José, Costa Rica. 641 p.
- Soto, M. (2002). Banano, cultivo y comercialización. Quinta Edición. San José, Costa Rica. 652 p.
- Stover, R. H., & Simmonds, N. (1989). Bananas. Third edition. Longman, Singapore Publisher. 468p.
- Stover, R., & Simmonds, N. (1987). Bananas. First edition. Longman Scientific and Technical. New York, USA. 468 p.
- Tejeda, H. (2003). Importancia del cultivo de banano (*Musa sapientum*) en el estado de Chiapas. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Coahuila-México. 110 p .
- Torres, S. (2012). Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira. Primera Edición. Hidalgo Impresores E.I.R.L. Piura-Perú. 72 p.
- Vargas, A., Acuña, P., & Valle, H. (2015). La emisión foliar en plátano y su relación con la diferenciación floral. *Agronomía Mesoamericana* 26(1): 119-128 pp.
- Velásquez, C. (2015). Control de calidad en el cultivo del platano barraganete (*Musa paradiseaca*). Universidad Agraria del Ecuador. Balzar-Ecuador. 45 p.
- Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas: glifosato. *Ciencia, Docencia y Tecnología* N° 39: 169-186 pp.
- Viteri, A. (2008). Agricultura orgánica bananera en el ecuador. *Revista de la cámara de agricultura de la II zona* 1: 26 p.

## **CAPÍTULO VII**

### **ANEXOS**

# Anexo 1 Croquis de campo del experimento de banano



Área total del sitio experimental: 6825.0 m<sup>2</sup>



**Anexo 2** Práctica de deshije en el cultivo de banano



**Anexo 3** Medición de la circunferencia de pseudotallo y altura de plantas



**Anexo 4** Aplicación de herbicidas en el cultivo de banano



**Anexo 5** Bordes foliares quemados, producto de la aplicación del herbicida



**Anexo 6** Repollamiento de la planta de banano afectado por la deriva de herbicida