



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE
MANEJO DE MALEZAS EN BANANO ORGÁNICO
(*Musa paradisiaca L.*) EN LA ETAPA DE
ESTABLECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO
CANTÓN EL GUABO**

AUTOR: LARA PATIÑO, RAÚL DAVID

DIRECTOR: MSc. DESIDERIO VERA, XAVIER

CODIRECTOR: PhD. ULLOA, SANTIAGO

**SANTO DOMINGO – ECUADOR
2015**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE MALEZAS EN BANANO ORGÁNICO (*Musa paradisiaca* L.) EN LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO CANTÓN EL GUABO” realizado por el señor Raúl David Lara Patiño, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor Raúl David Lara Patiño para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, 19 de noviembre del 2015

MSc. DESIDERIO VERA XAVIER
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Raúl David Lara Patiño, con cédula de identidad N° 0702370305, declaro que este trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE MALEZAS EN BANANO ORGÁNICO (*Musa paradisiaca L.*) EN LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO CANTÓN EL GUABO” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, 19 de noviembre del 2015

Lara Patiño Raúl David
C.C 0702370305



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y
LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, Raúl David Lara Patiño, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE MALEZAS EN BANANO ORGÁNICO (*Musa paradisiaca* L.) EN LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO CANTÓN EL GUABO” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Santo Domingo, 19 de noviembre del 2015

Lara Patiño Raúl David
C.C 0702370305

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios, a mi abuelito, a mi esposa e hija y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi abuelito Humberto Lara paz en su tumba, a mi esposa e hija porque me han apoyado cuando más eh necesitado dándome amor, cariño y estabilidad a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado 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.

AGRADECIMIENTO

Como prioridad en mi vida agradezco a Dios por su infinita bondad, y por haber estado conmigo en los momentos que más lo necesitaba, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar.

A mis Padres, por ser los mejores, por haber estado conmigo apoyándome en los momentos difíciles, por dedicar tiempo y esfuerzo para ser un hombre de bien, y darme excelentes consejos en mi caminar diario. A mis hermanos, les dejo un ejemplo, una meta más por alcanzar y seguir la vida profesional, y así, de manera muy especial a mis amigos Eduardo y William por brindarme su sincera y valiosa amistad.

De todo corazón aquella mujer e hija muy especial, a quien amo mucho, mi esposa, Ana María Vera Villavicencio, que con su valor y entrega ha sido una persona incondicional en mi vida, ha sido mi soporte, mi mejor amiga, mi consejera, mi apoyo, mi luz, mi guía, mi todo para seguir adelante y no bajar los brazos en los momentos difíciles, sobre todo por amar a Dios, por ser la mujer que Dios me presentó en la vida para ser muy feliz y por su innegable dedicación, amor y paciencia.

A mis Profesores que aportaron con mis conocimientos.

Al MSc. Desiderio Vera, Xavier y al PhD. Ulloa, Santiago, Director y Codirector de tesis respectivamente, por su esfuerzo, tiempo y ayuda para el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE

CERTIFICADO	¡Error! Marcador no definido.
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	¡Error! Marcador no definido.
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE	vii
Cuadro 3. Tratamientos a comparar.....	34x
RESUMEN	xii
SUMARY	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. El manejo de Malezas	5
2.2. Biología y Ecología de malezas	5
2.3. Biología de las semillas de malezas	6
2.3.1. Reproducción y germinación de las malezas	6
Cuadro 1. Producción de semillas de algunas malezas asociadas al cultivo de banano orgánico.	7
2.3.2. Especies de malezas más comunes en las plantaciones de banano orgánico.	8
Cuadro 2. Principales malezas que crecen en condiciones con luz y sombra en la plantación de banano orgánico.....	8
2.4. Ciclo del cultivo de banano	8
2.5. Tratamientos de semillas de banano	9
2.6. Preparación del terreno	9
2.7. Siembra	9
2.8. Fertilización orgánica	10
2.8.1. Manejo de la Fertilización	10
2.8.2. Importancia del análisis del suelo	10
2.8.3. Épocas de fertilización	10
2.8.4. Forma de aplicación del fertilizante	11
2.8.5. Fertilizantes biológicos	11
2.9. Labores culturales	11
2.10. Labores fitosanitarias	12
2.11. Riegos	12
2.12. Cosecha	12
2.13. Manejo de la malezas en el cultivo de banano	13

2.13.1.	Problemas de malezas	13
2.13.2.	Métodos de manejo de malezas	14
2.13.3.	Control mecánico de malezas	15
2.13.4.	Control cultural de las malezas	15
2.14.	Uso de coberturas vivas y muertas	16
2.14.1.	La siembra de la cobertura	17
2.15.	Efectos de <i>trichoderma</i> como descomponedores de la materia orgánica en el suelo	17
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1.	UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN	20
3.1.1.	Ubicación Política.....	20
3.1.2.	Ubicación Geográfica.....	20
Figura 1.	Ubicación de la hacienda “María Teresa”	20
3.1.3.	Ubicación Ecológica.....	21
3.2.	MATERIALES	21
3.2.1.	Materiales de siembra	21
3.2.2.	Equipos y herramientas.....	21
3.3.	MÉTODOS	21
3.3.1.	Diseño Experimental	21
Cuadro 3.	Tratamientos a comparar.....	22
Figura 2.	Croquis de las unidades experimentales	23
3.3.2.	Análisis Estadístico	24
Cuadro 4.	Esquema del Análisis de Varianza para variables con múltiples evaluaciones.....	24
Cuadro 5.	Esquema del ADEVA para variables con una evaluación	24
3.3.3.	Análisis Económico.....	25
3.3.4.	Variables a Medir	25
3.3.5.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.	Altura de planta (cm)	28
Cuadro 6.	Análisis de varianza en la variable altura de planta (cm).....	28
Cuadro 7.	Prueba de Tukey al 5% para evaluaciones en la variable altura de planta	29
4.2.	Diámetro cm	29
Cuadro 8.	Análisis de variancia para la variable diámetro de plantas.....	30
Cuadro 9.	Prueba de Tukey para la evaluaciones en la variable diámetro de planta en cm.....	30
4.3.	Número de hojas	30
Cuadro 10.	Análisis de Variancia para la variable Número de hojas.....	31
Cuadro 11.	Prueba de Tukey al 5% para evaluaciones en la variable número de hojas	31
4.4.	Número de manos, promedio por racimo	31
Cuadro 12.	Análisis de varianza para la variable número de manos, promedio por racimo	32
4.5.	Peso de manos por racimo (kg)	32
Cuadro 13.	Análisis de varianza para la variable peso total de manos (kg).....	32
Cuadro 14.	Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso total de manos (kg)	33
4.6.	Análisis Económico	33
V.	CONCLUSIONES	34
VI.	RECOMENDACIONES	35

VII. BIBLIOGRAFÍA..... 36
VIII. ANEXO ¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción de semillas de algunas malezas asociadas al cultivo de banano orgánico	6
Cuadro 2. Principales malezas que crecen en condiciones con luz y sombra en la plantación de banano orgánico	7
Cuadro 3. Tratamientos a comparar.....	21
Cuadro 4. Esquema del Análisis de Varianza para variables con múltiples evaluaciones.....	23
Cuadro 5. Esquema del ADEVA para variables con una evaluación.....	23
Cuadro 6. Análisis de varianza en la variable altura de planta.....	27
Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% para evaluaciones en la variable altura de planta.....	28
Cuadro 8. Análisis de variancia para la variable diámetro de plantas.....	29
Cuadro 9. Prueba de Tukey para la evaluaciones en la variable diámetro de planta en cm.....	29
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable número de hojas.....	30
Cuadro 11. Prueba de Tukey al 5% para evaluaciones en la variable número de hojas.....	30
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable número de manos promedio por racimo.....	31
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable peso total de manos.....	31
Cuadro 14. Tukey al 5% para tratamiento en la variable peso total de manos.....	32
Cuadro 15. Análisis de costos del ensayo.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la hacienda María Teresa.....	19
Figura 2. Croquis de las unidades experimentales.....	22

RESUMEN

Se evaluó el efecto sobre la producción de banano orgánico (*Musa paradisiaca* L.), cinco alternativas de manejo de malezas en la etapa de establecimiento, estas fueron

a) Control mecánico con moto guadaña b) Control mecánico + Trichoderma como descomponedor de materia orgánica c) Control mecánico + Chonchilla (*Hippeastrum bicolor*) como cobertura vegetal d) Control mecánico + Maní forrajero (*Arachis pintoi*) como cobertura vegetal e) Control con Herbicida orgánico. El manejo de malezas utilizando Control mecánico + *Arachis pintoi* presento diferencias altamente significativas en el peso de manos por racimo con 21,83 kg (30 568 kg ha⁻¹) superándole al Control con Herbicida orgánico que alcanzó un peso de 17,78 kg (24 892 kg ha⁻¹) siendo el de menos rendimiento el manejo con moto guadaña con 10,81 kg de peso de manos por racimo (15134 kg ha⁻¹). El diferente manejo de coberturas, no presento diferencias estadísticas en altura de planta, diámetro del tallo, numero de hojas y numero de manos por racimo.

PALABRAS CLAVE

- **BANANO ORGANICO**
- **PRODUCCION**
- **ALTERNATIVAS**
- **MALEZAS**
- **COBERTURAS**

SUMMARY

The effect on the production of organic bananas (*Musa paradisiaca* L.) was evaluated five alternatives for managing weeds in the establishment phase, these were a) Mechanical control with scythe motorcycle b) Mechanical control + Trichoderma as decomposers of organic matter c) Mechanical control + Chonchilla (*Hippeastrum bicolor*) as mulch d) Mechanical control + forage peanut (*Arachis pintoi*) as mulch e) control with herbicide organic. The mechanical weed management using Control + A. pintoi I showed highly significant differences in weight of hands per bunch with 21.83 kg (30 568 kg ha⁻¹) Control besting the organic herbicide that reached a weight of 17.78 kg (24 892 kg ha⁻¹) being under bike performance management with scythe with 10.81 kg of hands per bunch (15134 kg ha⁻¹). The different management of hedges, do not show statistical differences in plant height, stem diameter, number of leaves and number of hands per bunch.

KEYWORD

- **ORGANIC BANANAS**
- **PRODUCTION**
- **ALTERNATIVES**
- **WEEDS**
- **COVERAGE**

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO DE MALEZAS EN BANANO ORGÁNICO (*Musa paradisiaca L.*) EN LA ETAPA DE ESTABLECIMIENTO EN LA PROVINCIA DE EL ORO CANTÓN EL GUABO

I. INTRODUCCIÓN

Ecuador, es el primer exportador mundial de banano, en la actualidad, el banano orgánico se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. El banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. El banano es un alimento básico y un producto de exportación como alimento básico, los bananos, incluidos los plátanos y otros tipos de bananos de cocción, contribuyen a la seguridad alimentaria de millones de personas en gran parte del mundo en desarrollo y, dada su comercialización en mercados locales, proporcionan ingresos a las poblaciones rurales (FAO, 2004).

Como producto de exportación, el banano contribuye de forma decisiva a las economías de muchos países de bajos ingresos y con déficit de alimentos, entre los que figuran Ecuador, Honduras, Guatemala, Camerún y Filipinas. Es la fruta fresca más exportada del mundo en cuanto a volumen y valor. En el Ecuador el banano orgánico es producido principalmente por pequeños agricultores. Su mercado muestra un gran crecimiento por lo que los compradores europeos quieren los productos libres de químicos, en los últimos cuatro años la tasa promedio de crecimiento anual ha sido de 50%. En el año 2002 las exportaciones de banano orgánico fueron de 141 500 kg, representando el 1-16% de las exportaciones totales (FAO, 2004).

Werner Nader aseguró que el Ecuador necesita producir una mayor cantidad de banano orgánico, porque registra una tasa de crecimiento en la demanda del 20% cada año en la Unión Europea (UE), donde los supermercados son el motor principal para la venta. Werner 2012 quien es el presidente de la firma europea de control de calidad, que agrupa

a doce mil importadores, los consumidores pagan por este producto libre de químicos hasta el 80% más con relación a la fruta convencional. Para el sector empresarial nacional este mercado es poco atractivo, por los altos costos de producción y mantenimiento de cultivos, a más de la falta de recursos para realizar inversiones (Ledesma, 2012).

La industria bananera ecuatoriana exportó en el año 2005 la cantidad de 238 761 068 cajas de banano orgánico, que representa un ingreso de aproximado de un mil cien millones de dólares (US\$1 100 000 000) por concepto de divisas y de alrededor de cincuenta y ocho millones de dólares (US\$58 000 000), por concepto de impuestos al fisco, constituyéndose en el primer producto de exportación del sector privado del país, después del petróleo y uno de los principales contribuyentes al sector nacional. Representan estas cifras el 32% del comercio Mundial del Banano, el 3,84 del PIB total; el 50% del PIB Agrícola y el 20% de las exportaciones privadas del país, estos resultados se logran en función de estrategias de mercado bien planificadas por el sector exportador; integrado por 40 compañías calificadas para realizar esta gestión y afianzado por un estimado de 180 000 ha de banano orgánico del Ecuador, todas estas hectáreas cultivadas de banano están en manos de más de 6 000 productores (Ramon, 2010).

Las inversiones en el área de producción alcanzan un estimado de 1 800 000 de dólares entre plantaciones cultivadas, infraestructura y empacadoras de banano; constituyéndose en una de las más importantes por el monto y el alcance que tiene en la economía nacional (Ramon, 2010).

Las malezas en el cultivo del banano reducen la producción y dificultan las diferentes labores que deben realizarse durante el establecimiento del cultivo, tales como la fertilización, el deshije, manejo de enfermedades y nematodos (Ramon, 2010).

El manejo de las malezas en banano orgánico se ha enfocado en especies no volubles. Sin embargo, las malezas trepadoras producen problemas adicionales, así como el enfunde, la cosecha y, sobre todo, la calidad de la fruta. Por otro lado, al ser plantas que

se suelen enredar con los pseudotallos o los racimos, su eliminación se dificulta, ya que las diferentes prácticas que se realizan pueden llegar a dañarlos (Ramon, 2010).

Los productores orgánicos se unen frente a las imposiciones de las multinacionales y arrastran consigo a agricultores tradicionales, la producción bananera de la región de El Oro va desde los 1 000 m de altura sobre el nivel del mar, 350 productores orgánicos de la cooperativa de El Guabo, creada en 1998, están orgullosos de los resultados obtenidos. Es un poco difícil por el motivo de que aquí no podemos tecnificar como en la parte baja, dice uno de ellos, Wilson Sánchez, quien asegura producir 100 cajas por semana mientras los productores que usan pesticidas producen entre 350 y 500 caja (Hoy, 2011).

Sus bananas son más caras, 7,5 dólares la caja, contra \$5,50 a \$5,70 que cuesta la de los productores tradicionales, y deberían ser más rentables si las multinacionales respetaran el precio fijado por el Estado para la exportación. Para poder producir orgánicamente ya que es el futuro de la salud mundial o nacional, porque además de ofrecer un producto sano, estamos asegurando y apalancando una seguridad y soberanía alimentaria, dice Rómulo Archibala, productor orgánico de la región de Machala, para quien la solución está en crear un circuito de distribución propio para no depender de los intermediarios. El 85% de la exportación de banano, que representa en Ecuador ventas por unos \$2 000 millones anuales, está controlada por cinco multinacionales, cuatro de origen estadounidense: Chiquita Brands International y Dole Food Company ocupan 25% del mercado cada una, Del Monte Fresh Products 15%, Fyffes 8% y una ecuatoriana Noboa 11%.

Para mitigar en parte esta problemática, en la presente investigación se planteó como Objetivo General “Evaluar cuatro alternativas de manejo de malezas en banano orgánico (*Musa paradisiaca* L.), mediante la utilización de cobertura vegetal, control mecánico, control manual y microorganismo descomponedor”.

Como Objetivos Específicos se planeó lo siguiente: a) Evaluar el porcentaje de incidencia de las malezas en cada tratamiento, b) Determinar el efecto de las cuatro alternativas de

manejo de malezas en el cultivo de banano orgánico en la etapa de establecimiento en los siete primeros meses, sobre la altura, el diámetro del tallo, número de hojas, número de manos del racimo y el peso del racimo, c) Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El manejo de Malezas

El manejo de malezas en la producción de cultivos esta dado para lograr producción económicamente rentable. Para controlar las malezas se han utilizado diferentes métodos, pero este tema sigue siendo uno de las principales preocupaciones en el campo agrícola. Por esta razón, se debe cuestionar la efectividad de las prácticas de control de malezas (Aleman, 1997).

El manejo de malezas debe basarse en estrategias de manejo integrado, que combinan la eficiencia en el control y la influencia sobre otros factores de la producción, con el mínimo uso de recursos y poco riesgoso para el medio ambiente. Para un manejo integrado de las malezas es necesario conocer los factores que podrían dar ventajas y desventajas al crecimiento de las mismas, bajo diferentes condiciones de manejo del cultivo (Aleman, 1997).

Existen varias razones por la que hay una fuerte presión en cambiar el enfoque de manejo de malezas y buscar alternativas más racionales. Esas razones son el uso indiscriminado de los herbicidas que pueden causar alteraciones ecológicas, el remplazo de unas malezas por otras más resistentes a los herbicidas, el aumento de precios de los herbicidas y la persistencia del problema de malezas a pesar del uso masivo de los herbicidas (Cordo, Crouzel, & De Loach, 1989).

2.2. Biología y Ecología de malezas

Interferencia, este término se refiere a la interacción entre especies de plantas y abarca el concepto de competencia y alelopatía (Pitty & Muños, 1991). La competencia entre las plantas ocurre cuando dos plantas requieren del mismo factor de crecimiento y el ambiente no puede suministrarlo en cantidades suficientes a las dos especies al mismo

tiempo. Por lo tanto, se puede afirmar que las plantas compiten principalmente por luz, agua, nutrientes, espacio y dióxido de carbono. Estos factores afectan la tasa de crecimiento de las plantas y la capacidad de producción. Existen dos tipos de competencia que son la competencia interespecífica que es la competencia entre plantas de diferentes especies y la intraespecífica, que es la que existe entre plantas de la misma especie (Pitty & Muños, 1991).

Existen también otros factores que afectan la población y dominancia de las plantas. La alelopatía se refiere a la producción de sustancias químicas por una planta viviente o por residuos de la plantas en descomposición, los cuales interfieren en la germinación o en el crecimiento de una planta vecina (Pitty & Muños, 1991). En el agroecosistema natural hay liberación de compuestos biológicamente activos por las plantas que pueden funcionar como inhibidores de la germinación de las semillas. Además, afectan el crecimiento de las plantas, lo que permite a las plantas competir favorablemente en las comunidades naturales (Soto, Koch, Jurgens, & Garcia, 1983).

2.3. Biología de las semillas de malezas

2.3.1. Reproducción y germinación de las malezas.

Las plantas cuya reproducción es solo sexual se pueden controlar impidiendo la producción de semillas de estas; lo cual es muy difícil, sin embargo, para combatir las malezas perennes hay que impedir no solo la producción de semillas sino también la multiplicación vegetativa. Es importante conocer en la relación con las prácticas de manejo, los hábitos de formación de semillas, las formas de diseminación, las fechas de germinación y maduración en relación con la época de siembra y recolección de las plantas cultivadas. Se deben distinguir las especies de malezas que se propagan de una u otra manera para definir las prácticas de manejo adecuadas (Aleman, 1997).

El éxito de la propagación de una especie por medio de semillas depende de las semillas viables producidas por la especie de malezas. Las malezas producen un numero de

semillas relativamente grande, aunque esto varía notablemente de una especie a otra y aun dentro de una misma especie. El número de semillas producido va a variar dependiendo del vigor de la planta, del éxito de la polinización y de las condiciones del hábitat (Aleman, 1997).

A continuación, en el Cuadro 1, se presenta la producción de semillas de especies de malezas importantes en el cultivo de banano orgánico (Pinilla & García, 2001).

Cuadro 1. Producción de semillas de algunas malezas asociadas al cultivo de banano orgánico.

Especie	Nombre común	Numero de semillas/planta
<i>Eleusine indica</i>	Paja de burro	30 000
<i>Panicum máximum</i>	Saboya	9 000
<i>Sida acuta</i>	Escobilla	6 000

FUENTE: (Pinilla & García, 2001)

Existen varios factores en el suelo que afectan la germinación de semillas de malezas. Tenemos temperatura, humedad del suelo, luz, concentraciones de etileno, nitrato, oxígeno y dióxido de carbono. Estos factores influyen en la manifestación fisiológica interna de las semillas. La luz es un factor importante en la germinación de malezas por el efecto que el fitocromo ejerce sobre la inhibición. Esto es porque la mayoría de las semillas son sensibles a la luz, excepto las semillas grandes y semillas que presenten barreras al consumo de oxígeno.

Los climas templados las variaciones de temperatura entre 0 °C a 15 °C rompen la latencia primaria y variaciones entre 18 °C y 27 °C, que promueven la germinación de algunas especies de malezas (Merino, 1991).

2.3.2. Especies de malezas más comunes en las plantaciones de banano orgánico.

En el Cuadro 2 se detalla una lista de especies de malezas más comunes en las plantaciones de la provincia de El Oro.

Cuadro 2. Principales malezas que crecen en condiciones con luz y sombra en la plantación de banano orgánico.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Característica del sitio
<i>Emilia sonchifolia</i>	Clavelillo	Sombreada / soleada
<i>Cassia obtusifolia</i>	Hierba santa	Sombreada / soleada
<i>Phyllanthus niruri</i>	Tamarindillo	Sombreada
<i>Cyperus ferax</i>	Coquito	Sombreada / soleada
<i>Mormordica sp.</i>	Sorosi	Sombreada (cepa)
<i>Pteridium sp.</i>	Helecho	Sombreada (cepa)
<i>Drymaria cordata</i>	Cinquillo	Soleada
<i>Ipomea sp</i>	Camotillo	Sombreada (cepa)
<i>Panicum máximum</i>	Saboya	Soleada
<i>Paspalum fasciculatum</i>	Gramalote	Soleada
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Digitaria	Soleada
<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	Soleada
<i>Euphorbia heterophila</i>	Lechilla	Soleada

FUENTE: (Delgado, 1991)

2.4. Ciclo del cultivo de banano

El Banano (*Musa paradisiaca*) es una planta herbácea gigante que alcanza de 3,5 m a 7,5 m de altura, aunque tiene un aspecto de árbol por su tamaño. El racimo a la madurez puede contener de 5 a 10 manos, cada uno con 2 a 20 frutos (Banascopio, 2010).

Los del subgrupo Cavendish de 9 a 11 meses y los otros más de 11 meses (INIAP, 2012).

2.5. Tratamientos de semillas de banano

Las semillas a utilizarse deben estar libres de nematodos. Por lo tanto, lo recomendable es que las semillas provengan de terrenos no infestados de nematodos, pero generalmente por las condiciones de lugar las semillas deben extraerse de plantaciones infestadas (Rosales, 1998).

El método utilizado para eliminar los nematodos consiste en limpiar o eliminar los tejidos dañados del cormo, pero muchos nematodos se encuentran en los tejidos más profundos que no son eliminados con la remoción de los tejidos dañados. Por esta razón, el tratamiento con agua caliente (52 – 55 °C) durante 15 – 20 minutos es efectiva para la eliminación total de estos patógenos (Rosales, 1998).

2.6. Preparación del terreno

Rastrada, balizada y huequeada. Con respectivos canales de riego y drenaje. Funicular y empacadoras (INIAP, 2012).

2.7. Siembra

Sistema:

En hoyo, distribuidos en cuadro o triángulo (tresbolillo) (INIAP, 2012).

Época:

Depende en parte del clima que tenga la zona, con preferencia al inicio del periodo de lluvia a fin de asegurar en los primeros estadios, una humedad adecuada (INIAP, 2012).

2.8. Fertilización orgánica

2.8.1. Manejo de la Fertilización

Al hablar de fertilización hay que tener presente que los rendimientos y la calidad de la producción guardan una relación muy estrecha con el contenido, la disponibilidad y el balance de los elementos nutritivos que requiere la planta de banano. La nutrición es un proceso bastante complejo que no depende únicamente de la presencia o existencia de los diferentes elementos nutritivos en el suelo, sino también de interacciones entre la planta y el ambiente (Rosales & Franklin, 2004).

2.8.2. Importancia del análisis del suelo

Una vez seleccionado el terreno y antes de proceder a su preparación para la siembra, debe hacerse el análisis del suelo, cuyos resultados nos indicarán las cantidades y clases de productos que son recomendables aplicar. Fertilizar una plantación sin conocer el análisis del suelo no es recomendable desde un punto técnico ni económico, puesto que se pueden aplicar elementos que no necesite el suelo o que los que en realidad necesite no se están aplicando. También puede suceder que las cantidades de fertilizante que se están utilizando sean excesivas o deficitarias. La fertilización es un proceso costoso por lo que no se debe hacer un mal uso de ella (Rosales & Franklin, 2004).

2.8.3. Épocas de fertilización

Las Épocas de fertilización varían de acuerdo con la etapa del ciclo vegetativo y la disponibilidad de humedad en el suelo. En el primer ciclo de producción, las dosis recomendadas por el análisis de suelo, exceptuando el fósforo, deben fraccionarse para realizarse en dos aplicaciones, así: la primera (equivalente al 30% de la dosis recomendada) cuando la planta de banano haya emitido su primera hoja (15 a 30 días después de la siembra), y la segunda aplicación (el 70% restante) cuando la planta haya emitido sus primeras diez hojas o sea dos meses y medio después de la primera aplicación, siempre y cuando exista humedad suficiente en el suelo. De igual manera no se recomiendan aplicaciones en épocas demasiado lluviosas ni secas o cuando está con

malezas. Posteriormente debe seguirse el sistema calendario aplicando preferiblemente cada tres a cuatro meses, de acuerdo con las posibilidades económicas del productor:

Cada tres meses, el 25% de la dosis recomendada por el análisis del suelo, cada cuatro meses, el 33% de la dosis recomendada por el análisis del suelo (Rosales & Franklin, 2004).

2.8.4. Forma de aplicación del fertilizante

Esto se hace según la topografía del terreno. Si el terreno es plano, el fertilizante puede aplicarse en forma de corona, pero si el terreno es quebrado o con pendiente, la fertilización debe hacerse en forma de media luna, depositándose el fertilizante en el lado superior. Durante el primer ciclo de producción, las dos primeras aplicaciones deben hacerse a la planta madre y luego a partir de la tercera aplicación se hace al hijo de sucesión (Rosales & Franklin, 2004).

2.8.5. Fertilizantes biológicos

Las plantaciones de banano orgánico, la fertilización debe hacerse con abonos orgánicos (Rosales & Franklin, 2004).

2.8.5.1 Humus de Lombriz

Agentes transformadores. Lombriz Roja Californiana (*Isenia foetida*). Su función es la de acelerar el proceso de descomposición de los materiales biodegradables tales como residuos de cosecha, estiércoles de bovinos, equinos y porcinos, y basuras en general (Rosales & Franklin, 2004).

2.9. Labores culturales

Deshije: Dejar uno o dos hijos de acuerdo al sistema de siembra.

Deshoje: Eliminar las hojas más viejas, tratando de dejar el mayor número de las funcionales.

Apuntalamiento: Realizarlo cuando el racimo esté formado totalmente (INIAP, 2012).

2.10. Labores fitosanitarias

Prevención y control de plagas que afectan al banano, como: Mancha cordana (*Cordana musae*), Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*), Pudrición de corona (*Gloesporium musarum*); puede utilizar los siguientes fungicidas Micofun, Fosetyl, Ro-111: (INIAP, 2012).

2.11. Riegos

En suelos franco arenosos regar con más frecuencia y menos volumen de agua que en suelos franco arcillosos.

En época seca regar por lo menos una vez al mes (INIAP, 2012).

2.12. Cosecha

- Cortar el racimo según la edad o el grado (de acuerdo con el destino de la fruta).
- Transportar cuidadosamente los racimos hasta la empacadora.
- Eliminar las flores a fin de evitar daños en los dedos.
- Realizar el desmano tratando que la parte del raquis quede unido a ellas, para evitar la separación de los dedos. Sumergir las manos en una solución de agua + sulfato de aluminio para disminuir las manchas de la fruta.
- Fraccionar las manos en clústeres de 4 a 12 dedos.
- Aplicar fungicidas para evitar la pudrición de la corona.
Seleccionar los clústeres de tal manera que entre 12 y 16 completen el peso deseado para cada caja.
- Etiquetar los clústeres.
- Embalar las frutas en las respectivas cajas para la exportación (INIAP, 2012).

2.13. Manejo de la malezas en el cultivo de banano

2.13.1. Problemas de malezas

Existe consenso entre los conocedores de la materia de que las gramíneas, particularmente las especies perennes, son las malezas más severas en bananos y plátanos. Estas son *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Digitaria abyssinica* (A. Rich.) Stapf, *Imperata cylindrica* (L.), *Panicum maximum* Jacq, *Paspalum scrobiculatum* L., *Paspalum conjugatum* Berg. Y *Pennisetum purpureum* Schumach (Akobundu, 1987); (Feakin, 1971); (Deuse & Lavabre, 1979); (Purseglove, 1972); (Simmonds, 1959).

El omnipresente *Cyperus rotundus* L. (Deuse & Lavabre, 1979), junto con *Cyperus* spp. En general (Akobundu, 1987), también son importantes en estos cultivos. (Simmonds, 1959) indica que los bananos sufren poco por las competencia de malezas de hoja ancha y recomienda que algunas especies (*Commelina* spp.) sean aprovechadas como cobertura beneficiosa del suelo.

Hay, sin embargo, un número de malezas de hoja ancha que son problemáticas, como es el caso de *Chromolaena odorata* (L.) (Akobundu, 1987), *Convolvulus* spp. e *Ipomoea* spp (Feakin, 1971).

Se acepta, en general, que las malezas son un problema en bananos y plátanos, ya que compiten por el agua, los nutrientes y la luz. La deficiencia de nitrógeno en las plantas cultivables refleja normalmente esta competencia, como lo muestra el amarillamiento del follaje joven (Simmonds, 1959), la reducción de la altura y el grosor, la maduración tardía y los rendimientos reducidos (Seeyave & Phillips, 1970).

Los efectos alelopáticos de algunas malezas casi seguramente dañan estos cultivos. Chou, 1989, afirma haber demostrado efectos alelopáticos de dos malezas leguminosas, *Centrosema* sp. e *Indigofera* sp. La posibilidad de que las malezas sean

hospederos alternativos de plagas debe tenerse en cuenta. *Commelina* es hospedera de enfermedades virales del banano.

2.13.2. Métodos de manejo de malezas

Manejo de Malezas, las malezas compiten con la planta de banano por los rayos solares, agua y nutrientes, además de ser hospederos de plagas y enfermedades de importancia económica como Áfidos, virus (CMV), moko entre otras, razón por la que hay que eliminarlas con el machete o la guadaña. También se puede recurrirse al uso de coberturas vegetales como residuos de cosecha del banano, o bien de coberturas vivas como el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), Glicine forrajera (*Glycine* sp), Mucuna enana (*Stizolobium deeringianum*), Mucuna blanca (*Stizolobium niveum*), Mucuna negra (*Stizolobium aterreum*), Frijol de puerco (*Canavalia* sp.), entre otros (Rosales & Franklin, 2004).

Cuando se trata de la fase de establecimiento del cultivo, las malezas pueden controlarse mediante la siembra en las calles de cultivos temporales como: frijol, vainitas, maíz, entre otras. Aunque algunas de ellas pueden afectar la duración del ciclo vegetativo del banano, esto se compensa con el ingreso adicional de los cultivos asociados. En el caso del frijol, se ha observado que se aumenta el peso de los racimos, atribuido a la capacidad de fijación del nitrógeno que poseen las leguminosas. Cuando se siembra maíz o frijol debe hacerse al momento de la siembra del banano o a más tardar cuando se haya emitido la primera hoja (Rosales & Franklin, 2004).

Los métodos de manejo disponibles para cualquier productor son:

- **Manuales:** Machetes, Azadón.
- **Mecanizados:** Guadañas, Rastra, Rotocultivadores.
- **Químicos:** Productos químicos desarrollados para el control de maleza, ya sean de acción Sistémica o de Contacto, de aplicación pre emergente o pos emergente.
- **Biológicos:** Existen algunos Bioherbicidas comerciales.
- **Culturales:** Controlando distanciamiento de siembra (Tiscareño, 2007).

2.13.3. Control mecánico de malezas

El sistema radical del banano es superficial, la mayoría de las raíces están a 15 cm de la superficie del suelo. Todas las labores de cultivo, excepto las más superficiales, tienden a dañar el sistema radicular, por lo que generalmente se deben evitar (Simmonds, 1959). Las labores de cultivo son también una de las causas importantes de la erosión del suelo. Por lo tanto, se requieren otras opciones al efecto.

El método más común del control de malezas es la siega, pero esto no es tan bueno para asegurar rendimientos óptimos. Una práctica típica es segar las malezas tres o cuatro veces al año, las que se dejan cubriendo el suelo, lo que ayuda a evitar la erosión, el brote de nuevas malezas y permite el acceso al campo (Feakin, 1971).

2.13.4. Control cultural de las malezas

Los bananos son muy vulnerables a las malezas durante su establecimiento. A partir de ahí, el follaje del cultivo suprime las malezas, excepto las tolerantes a la sombra. Por lo tanto. Las prácticas que favorecen el desarrollo del follaje son beneficiosas en términos de control de malezas, como son el uso de material de plantación saludable y vigorosa, así como una distancia estrecha del cultivo (Chako & Reddy, 1981).

Las plantas de cobertura se pueden usar para inhibir el crecimiento de malezas y han sido ampliamente recomendadas. Existen algunas leguminosas recomendadas, entre éstas las más favorecidas son: *Crotalaria juncea*, *Crotalaria striata*, *Indigofera endecaphylla* Jacq., *Phaseolus trinervius*, *Vigna radiata* (L.), *Vigna sinensis* (L.), *Vigna unguiculata* (L.) (Terry, 1996).

Es posible que los agricultores pequeños necesiten un cultivo de cobertura que pueda ser utilizado. El manejo de malezas en este cultivo asociado podría beneficiar los bananos (Terry, 1996)

2.14. Uso de coberturas vivas y muertas

Las malezas tienen una alta agresividad y competencia con los cultivos en el trópico húmedo, por lo que es necesario el manejo de la población de estas. El uso de coberturas muertas o vivas ofrece posibilidades de contribuir al manejo de las malezas y por ende la sostenibilidad de la misma (Marin & Veloz, 1999).

Las coberturas vegetales pueden dividirse en dos grandes grupos; los cultivos de cobertura, que en su mayoría son especies leguminosas domesticadas anuales o perennes. En el otro, se agrupan especies nativas o introducidas por lo general de carácter invasor (Herrera, 1997).

Existen diferentes formas de uso de las coberturas vegetales. En algunos casos se mantienen durante los periodos de barbecho y se incorporan al suelo previo a la siembra del cultivo. En otros casos, la cobertura se utiliza en presencia del cultivo, el cual es la práctica más común en cultivos perennes. En este sistema, la cobertura puede ser manipulada para evitar la competencia con el cultivo mediante chapeos o aplicación de herbicidas que regulen el crecimiento, o bien es eliminada después de cierto periodo (Herrera, 1997).

El uso de coberturas de leguminosas en los cultivos puede ser una herramienta muy útil para el control de malezas en el banano orgánico. Las coberturas deben ser de crecimiento denso y rápido, baja altura, larga duración y que no sea hospedera de plagas del cultivo.

La idea de sembrar coberturas asociadas con banano orgánico surgió como una posible opción para las bananeras renovadas bajo un sistema de calles anchas, a pleno sol en la costa Ecuatoriana. Sin embargo, los estudios y experimentos de los productores sobre coberturas se han ido generando en diversas condiciones en las zonas donde se encuentran en producción el banano (Herrera, 1997).

El *Arachis pintoi*, comúnmente llamado Arachis o maní forrajero, como leguminosa de cobertura en el cultivo de banano orgánico, es relativamente nueva. Fue seleccionada porque es una leguminosa de cobertura perenne con hábito de crecimiento rastrero bajo.

Se reproduce por estolones y por semilla sembrada bajo el suelo, parecida a la del maní comestible (Herrera, 1997).

2.14.1. La siembra de la cobertura

Durante los cinco años que se ha estado sembrando el *Arachis* con banano orgánico en ensayos y parcelas demostrativas, la cobertura se desarrolló completamente en 3 ó 4 meses (Rosales & Franklin, 2004).

En la costa ecuatoriana en el periodo seco es de 6 meses aproximadamente, es seguido por 6 meses de lluvia son promedios aproximados. En estas condiciones los brotes tiernos y suculentos de *Arachis* en las primeras 6 semanas, después de las primeras lluvias, no son aptos para propagación por estolones. Varias siembras experimentales tempranas fracasaron por completo, hasta que se comprendió que, en la costa la siembra por estolones de *Arachis* se debe hacer a partir de la segunda quincena (Rosales & Franklin, 2004).

Para un rápido establecimiento de *Arachis* el control de malezas es mucho más importante que la densidad de siembra. Con un desyerbe mensual durante los primeros tres meses, se logró una cobertura de *Arachis* del 60 %. En cambio, solo con un desyerbe en los primeros dos meses, se consiguió un 30 % de cobertura en tres meses (Rosales & Franklin, 2004).

2.15. Efectos de *trichoderma* como descomponedores de la materia orgánica en el suelo

- Acelera el proceso de descomposición de residuos orgánicos, permitiendo de manera más oportuna la incorporación al suelo
- Regula a organismos patógenos provenientes de zonas en descomposición
- Mayor suministro y disposición de elementos nutricionales resultantes de la fragmentación de las partículas orgánicas proveniente de los subproductos orgánicos como gallinaza, residuos vegetales, socas, hojas.
- Eficaz para en el proceso de compostaje
- Aprovechamiento en la aplicación de fertilizantes

- Minimiza el impacto de los Fito patógenos resultantes del proceso de descomposición
- Reduce el potencial de acción Fito patógeno, en lotes con presencia del mismo.
- No afecta la población de fauna benéfica que contribuyen a la regulación de Plagas.
- Es inocuo y no contamina el medio ambiente, el agua o los alimentos.
- No afecta la salud del hombre ni de los animales.
- Favorece el manejo bioecológico de los cultivos (Bio-Crop, 2013).

TROMBO® wp contiene cepas naturales y selectivas de *Trichoderma harzianum* y *Saccharomyces cerevisiae* que aceleran los procesos de descomposición de la materia orgánica y regula a organismos patógenos provenientes de focos de contaminación ambiental (Bio-Crop, 2013).

Capaces de colonizar, procesar y fragmentar partículas orgánicas de gran tamaño en otras de menor tamaño hasta sus componentes estructurales, devolviéndole al suelo los elementos necesarios para la nutrición de las planta (Bio-Crop, 2013).

Usos y Dosis

Usos	Dosis
RESIDUOS ORGÁNICOS DE COSECHA	2.5 - 5 g / Litro de agua
EN COMPOSTAJE	100 g / Tonelada

FUENTE: Tabla de uso y dosis del producto orgánico para el control de malezas (Bio-Crop, 2013).

2.16. Método del cuadrante.

Con los cuadrantes se hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Por su facilidad de determinar la

cobertura de especies, los cuadrantes eran muy utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea. Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de plantas. El tamaño del cuadrante está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad del muestreo (Bolfor, 2000).

El tamaño del cuadrante, también, depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos. Para muestrear vegetación herbácea, el tamaño del cuadrante puede ser de 1 m² (1mx1m); el mismo tamaño se utiliza para muestrear las plántulas de especies arbóreas (Bolfor, 2000).

El tamaño de los cuadrantes depende de la densidad de las plantas a medirse; para refinar el tamaño adecuado, es necesario realizar pre muestreos, ya que de no ser así, habrá muchas parcelas con ausencia de individuos o, al contrario, se tendrán cuadrantes en los que se utilizará mucho tiempo (Bolfor, 2000).

Para cada especie de malas hierbas se determinaron la densidad, la masa seca y la frecuencia con el fin de obtener el valor de índice de importancia (IVI), calculado de acuerdo con la fórmula propuesta por (Mueller & Ellenberg, 1974).

$$IVI = DR + FR + DoR$$

IVI es el valor del índice de importancia

DR es la densidad relativa de cada especie

FR es la frecuencia relativa

DoR es la dominancia relativa

Procedió a calcular la importancia relativa (RI) también utilizando la fórmula propuesta por Mueller-Dombois y Ellenberg (Mueller & Ellenberg, 1974). El IR y determinada por la relación entre el IVI de cada especie y la suma de todas las especies de IVIS, expresada en porcentaje ($IR = IVI / IVIS$).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

El ensayo se instaló en la Hacienda María Teresa, Provincia de El Oro, Cantón El Guabo, Parroquia Pascuales.

3.1.2. Ubicación Geográfica

Geográficamente el área de la investigación se ubica en las siguientes coordenadas:

Sur: 0633679

Norte: 9656013

Zona: 17

A continuación se presenta la figura 1 con el croquis de ubicación del área de la investigación.

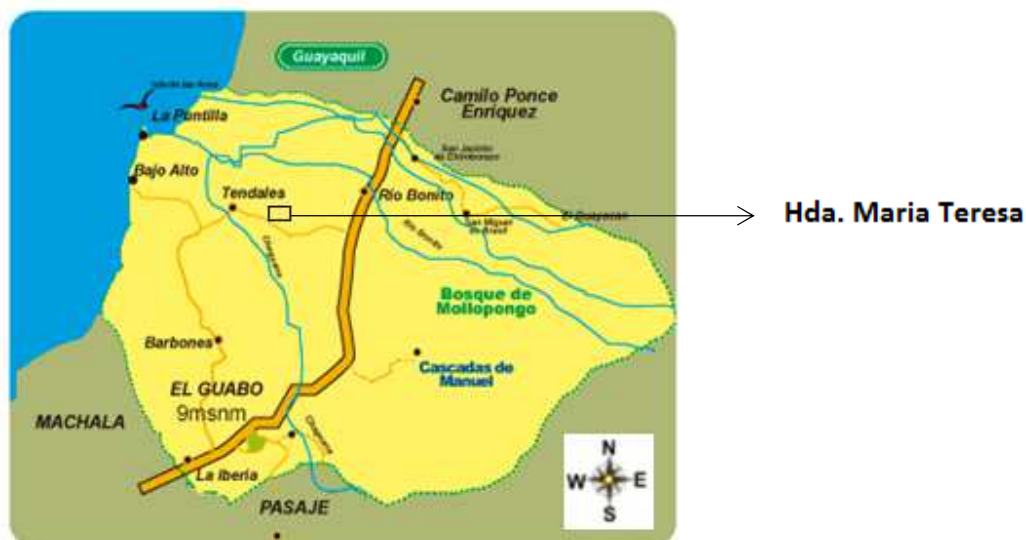


Figura 1. Ubicación de la hacienda “María Teresa”

3.1.3. Ubicación Ecológica

Zona de vida: Según el diagrama de L. Holdridge (1982) el estudio corresponde al bosque seco tropical.

Altura	:	10 m s n m
Temperatura	:	24 °C
Precipitación	:	800 – 1000 mm
Suelos	:	Francos Arenosos – Franco Arcilloso

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de siembra

Plantas de banano de variedad CAVENDISH.

Material vegetal de chonchilla *Hippeastrum bicolor*

3.2.2. Equipos y herramientas

Cinta métrica, estacas, piola, letreros de identificación, libreta de Campo, excavadora, cámara fotográfica, computadora, machete, GPS, moto Guadaña

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño Experimental

3.3.1.1. Factores de estudio

El factor a probar lo constituye la cobertura vegetal; y, sus niveles, las diferentes alternativas de manejo de malezas en la etapa de establecimiento del cultivo de *Musa paradisiaca* L.

3.3.1.2. Tratamientos a comparar

Cuadro 3. Tratamientos a comparar

Tratamientos	Descripción
T1	Control Mecánico (Manejo con Moto guadaña)
T2	Control Mecánico + E.M (Descomponedores de Materia Orgánica <i>Trichoderma</i>)
T3	Control Mecánico + Cobertura vegetal (Chonchilla, <i>Hippeastrum bicolor</i>)
T4	Control Mecánico + Cobertura vegetal (Maní Forrajero, <i>Arachis pintoi</i>).
T5	Herbicida Orgánico.

3.3.1.3. Tipo de diseño

Para el establecimiento en el campo se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA). Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico INFOSTAT PROFESIONAL; y, se lo desarrolló como que los tratamientos fueran la parcela grande y las evaluaciones las pequeñas para las variables altura de planta, diámetro y número de hojas (Di Rienzo J.A., 2014).

3.3.1.4. Repeticiones o bloques

Se realizó cuatro repeticiones por tratamiento.

3.3.1.5. Características de la unidad experimental

Número de unidades experimentales	:	20
Plantas por parcela neta	:	20
Área de las unidades experimentales	:	191,36 m ²
Largo	:	18,40 m
Ancho	:	10,40 m
Forma de la UE	:	Rectangular
Área total del ensayo	:	5 038,6 m ²
Largo	:	82,60 m
Ancho	:	61,00 m
Forma del ensayo	:	Rectangular

Figura 2. Croquis de las unidades experimentales



3.3.2. Análisis Estadístico

3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

Cuadro 4. Esquema del Análisis de Varianza para variables con múltiples evaluaciones

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	4
Error a	12
Evaluaciones	9
Evaluaciones x Tratamientos	36
Error b	135
Total	199

Cuadro5. Esquema del ADEVA para variables con una evaluación

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Repeticiones	3
Tratamientos	4
Error	12
Total	19

3.3.2.2. Coeficientes de variación

Para el cálculo del Coeficiente de Variación se aplicará la fórmula que se presenta a continuación:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{y}} * 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de Variación

CMe = Cuadrado Medio del error experimental

\bar{y} = Media general

3.3.2.3. Análisis funcional

Una vez obtenidos los resultados del análisis de varianza, las variables que resultaron significativas, se les aplicó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

3.3.3. Análisis Económico

En la investigación se analizaron los costos de inversión y la relación de costo – beneficio, lo cual determinó la rentabilidad que ofrecen las alternativas de manejo de malezas para el cultivo de *Musa paradisiaca* L. en establecimiento.

3.3.4. Variables a Medir

Dentro de cada unidad experimental se midieron 20 plantas de las que se calculó el promedio para los análisis estadísticos de las siguientes variables:

3.3.4.1. Altura (cm)

La altura se midió desde el cuello de la planta hasta la altura que sale la hoja bandera, esta metodología se aplicó a todas las unidades experimentales y se realizó con cinta métrica, se midió cada 21 días.

3.3.4.2. Diámetro del tallo

En la etapa inicial el diámetro se midió en la parte media del pseudotallo de la planta, cuando la planta estuvo más desarrollada se midió el diámetro del pseudotallo con la ayuda de una forcípula a 130 cm del suelo, se midió cada 21 días.

3.3.4.3. Número de hojas.

El número de hojas se contabilizaron cada 21 días una por una, llevando un registro en la libreta de campo.

3.3.4.4. Número de manos por racimo

Se contabilizo el promedio de manos por racimo de las mismas 20 plantas

3.3.4.5. Peso de Manos

De las mismas plantas y de los mismos racimos se pesaron en kg el peso de todas las manos.

3.3.5. Métodos Específicos de Manejo del Experimento

3.3.5.1. Manejo de la plantación de banano orgánico.

- **Selección y Preparación del Terreno** Se seleccionó un terreno con un buen drenaje, franco arenoso, a fin de facilitar la extracción de las semillas. Se recomienda mecanizar el suelo, dependiendo de la compactación, utilizando subsoladores o solo realizando un pase de arado.
- **Hoyado del Terreno** Teniendo en cuenta el distanciamiento establecido y el tipo de siembra escogido se procedió a realizar el hoyado, de 30 cm x 30 cm x 30 cm.
- **Selección del material** Se utilizó semilla asexual (colón), de la variedad Valery, para el material seleccionado se tomó en cuenta el peso del colón que fue de 1 kg.
- **Siembra del ensayo** El distanciamiento que se utilizó en la investigación fue de 2,8 m x 2,8 m en tres bolillos, para lo cual se usaron 1500 plantas ha⁻¹.

- **Riego** Se utilizó el sistema de aspersión con la ayuda de una bomba de presión, el ciclo a la semana por lo menos dos pasadas cuyo caudal se estima en 1 litro por planta por semana.
- **Deshoje** Se contó con un podón el deshoje, no se eliminó por completo a la hoja, la hoja que recién infectada por sigatoka negra se realizó la cirugía, esto es la eliminación de la parte donde está infectada.
- **Fertilización.-** Se realizó la fertilización como el productor lo hace, primero con el respectivo análisis químico del suelo, el cultivo de banano es muy exigente en fertilización (8:10:8 NPK en agroquímico) y en demanda de materia orgánica. Una cosecha de 5 ton /acre de fruta requiere 10 kg. de N, 1.8 kg. de P, 25 kg. de K y 312 kg. de Ca.
- **Manejo Fitosanitario.-** Monitoreo permanente durante el desarrollo del cultivo. Colocación de trampas para picudo empleando trozo de pseudotallo y utilización de desinfectantes de herramientas (formol al 5%).

Así mismo, se realizó una observación constante del desarrollo de la plantación, para identificar plantas atípicas o que presenten síntomas de enfermedades sobre todo del virus BSV (virus rayado del banano).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta (cm)

Los tratamientos evaluados no arrojan diferencias estadísticas en la variable altura de planta por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Las evaluaciones presentan diferencias altamente significativas; en este caso se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. No hay diferencias para repeticiones y para la interacción tratamientos x evaluaciones (Cuadro 6).

El Coeficiente de Variación CV (a) de 24,88% es aceptable y el CV (b) de 4,67% es bueno. La media general de Altura de Planta es de 136,8 cm (Cuadro 6).

En el Cuadro 7, se observan 10 rangos de significación, cada evaluación ocupa un rango que está encabezado por la última evaluación, Rango A, con una altura promedio de 225,77 cm. El rango de menor altura es el J donde llega a 25,63 cm de promedio de altura siendo la primera evaluación.

La altura máxima de 2,26 m está muy por debajo de lo que reporta Belnacazar (2002), citado por María Mercedes Figueroa y Ana María Lupi. (Figueroa, 2010)

Cuadro 6. Análisis de varianza en la variable altura de planta (cm)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Repeticiones	4675,13	3	1558,38	1,34	0,3062 ns
Tratamientos	7815,57	4	1953,89	1,69	0,2174 ns
Error (a)	13904,07	12	1158,67	28,32	
Evaluaciones	722343,30	9	80260,37	1961,84	<0,0001 **
Tratamientos x Evaluaciones	1656,69	36	46,02	1,12	0,3091 ns
Error (b)	5522,97	135	40,91		
Total	755917,73	199			
CV (a) %	24,88				
CV (b) %	4,67				
Media cm	136,8				

Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5% para evaluaciones en la variable altura de planta

Evaluaciones	Medias	Rangos
10ma	225,77	A
9na	203,23	B
8va	185,27	C
7ma	162,28	D
6ta	149,61	E
5ta	141,51	F
4ta	123,86	G
3ra	92,63	H
2da	58,53	I
1ra	25,63	J

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,41356

4.2. Diámetro cm

Los tratamientos evaluados no arrojan diferencias estadísticas en la variable diámetro de planta por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Las evaluaciones presentan diferencias altamente significativas; en este caso se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. No hay diferencias para repeticiones y para la interacción tratamientos x evaluaciones (Cuadro 8).

El Coeficiente de Variación CV (a) de 38,52 es alto y el CV (b) de 8,26% es bueno. La media general del ensayo de diámetro de planta es de 12,28 cm (Cuadro 8).

En el Cuadro 9, se observan nueve rangos de significación, cada evaluación ocupa un rango que está encabezado por la última evaluación, Rango A, con un diámetro promedio de 20,17 cm. El rango de menor diámetro es el I donde llega a 2,34 cm de promedio de diámetro siendo la primera evaluación.

María Mercedes Figueroa y Ana María Lupi, quienes citan a Belnacazar (2002), manifiestan que el diámetro del pseudotallo es de 49 cm, valor muy por encima del máximo alcanzado en esta investigación que llega a 20,17 cm (Figueroa, 2010).

Cuadro 8. Análisis de variancia para la variable diámetro de plantas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	23,99	3	8	0,36	0,7849	ns
Tratamientos	89,34	4	22,34	1,00	0,4459	ns
Error (a)	268,58	12	22,38	21,78	<0,0001	**
Evaluaciones	5740,22	9	637,8	620,67	<0,0001	**
Tratamientos x Evaluaciones	35,69	36	0,99	0,96	0,5332	ns
Error (b)	138,73	135	1,03			
Total	6296,53	199				
CV (a)	38,52					
CV (b)	8,26					
Media cm	12,28					

Cuadro 9. Prueba de Tukey para la evaluaciones en la variable diámetro de planta en cm

Evaluaciones	Medias	Rangos
10ma	20,17	A
9na	18,20	B
8va	16,57	C
7ma	14,67	D
6ta	13,40	E
5ta	12,58	E
4ta	11,17	F
3ra	8,40	G
2da	5,28	H
1ra	2,34	I

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,01646

4.3. Número de hojas

Los tratamientos evaluados no arrojan diferencias estadísticas en la variable número de hojas por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Las evaluaciones presentan diferencias altamente significativas; en este caso se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. No hay diferencias para repeticiones y para la interacción tratamientos x evaluaciones (Cuadro 10).

El Coeficiente de Variación CV (a) de 8,74% y el CV (b) de 6,39% son buenos. La media general del ensayo para la variable Número de hojas es de 7,41 (Cuadro 10).

En el Cuadro 11, se observan siete rangos de significación, el rango A lo conforma la evaluación 7 con 10,22 hojas en promedio y lo comparte con la quinta evaluación que tiene 9,98 hojas en promedio. El rango G que es el de menor número de hojas lo integra la primera evaluación (Cuadro 11).

Cuadro 10. Análisis de Variancia para la variable Número de hojas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	0,1	3	0,03	0,08	0,9706	ns
Tratamientos	1,8	4	0,45	1,06	0,4159	ns
Error (a)	5,08	12	0,42	1,89	0,0414	*
Evaluaciones	1641,29	9	182,37	811,46	<0,0001	**
Tratamientos x Evaluaciones	8,26	36	0,23	1,02	0,4491	ns
Error (b)	30,34	135	0,22			
Total	1686,87	199				
CV (a)	8,74					
CV (b)	6,39					
Media	7,41					

Cuadro 11. Prueba de Tukey al 5% para evaluaciones en la variable número de hojas

Evaluaciones	Medias	Rangos	
7ma	10,22	A	
5ta	9,98	A	B
6ta	9,62		B
8va	9,09		C
4ta	8,92		C
9na	7,98		D
10ma	7,94		D
3ra	5,93		E
2da	3,00		F
1ra	1,47		G

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47535

4.4. Número de manos, promedio por racimo

En el Cuadro 12, se observa que las fuentes de variación no tienen diferencias significativas, por lo que se acepta para tratamientos la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. El coeficiente de variación de 17,29% es aceptable.

Por ser un cultivo orgánico, no se encuentra en la bibliografía reportes de esta variable por lo que se consideraría como valores inéditos los de esta investigación.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable número de manos, promedio por racimo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	6,4	3	2,13	3,2	0,0621	ns
Tratamientos	3,88	4	0,97	1,46	0,2750	ns
Error	7,99	12	0,67			
Total	18,26	19				
CV	17,29%					

4.5. Peso de manos por racimo (kg)

Del análisis de varianza del Cuadro 13, se desprende que no hay significancia para repeticiones y hay diferencias altamente significativas para tratamientos por lo que se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. El coeficiente de variación de 17,91% es aceptable y da confianza a los resultados alcanzados.

En la prueba de Tukey al 5% para las medias de tratamientos del Cuadro 14, se observa que el tratamiento 4 (Control Mecánico + Cobertura vegetal Maní Forrajero, *Arachis pintoi*), es el de mayor peso promedio de 21,83 kg y comparte el rango A con el T5 (Herbicida Orgánico) que tiene un peso promedio de 17,78 kg. En el rango B están los tratamientos T5 y T3 (Control Mecánico + Cobertura vegetal Chonchilla, *Hippeastrum bicolor*), quedando en el rango C los tratamientos T3, T2 y T1 siendo este último el de que menor peso alcanzó con 10,81 kg.

No se ha podido ubicar reportes de este tipo sobre cultivos orgánicos en banano, por lo que se considerarían estos datos como inéditos

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable peso total de manos (kg)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Repeticiones	30,81	3	10,27	1,44	0,2786	ns
Tratamientos	361,40	4	90,35	12,71	0,0003	**
Error	85,31	12	7,11			
Total	477,52	19				
CV %	17,91					

Cuadro 14. Tukey al 5% para tratamientos en la variable peso total de manos (kg)

Tratamientos	Medias	Rangos		
4	21,83	A		
5	17,78	A	B	
3	12,53		B	C
2	11,47			C
1	10,81			C

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,00929

4.6. Análisis Económico

En el Cuadro 15 se observa que al utilizar herbicida orgánico (T5), el costo por hectárea año se incrementa a \$14 389,18; los tratamientos T3 y T4 con coberturas, tienen un costo de \$14 250,05; y, los tratamientos T1 (Control Mecánico) y T2 (Control mecánico + Trichoderma) llegan a un costo ha^{-1} año de \$11 408,54.

Los tratamientos T1 y T2 a pesar de tener el menor costo tienen el menor ingreso bruto y una pérdida, T1 con \$2 910,72 y el T2 con \$2 525,94. El T3 es el de mayor pérdida con \$4 676,13 por su bajo rendimiento; el T4 es el único que arroja una ganancia de \$2 517,34 y el de menor pérdida es el T5 con \$745,70.

El de mejor B/C con 2,31 es el T4 (Control mecánico + Cobertura)

Cuadro 15. Análisis de costos del ensayo

Relación beneficio costo	T1	T2	T3	T4	T5
Costo por tratamiento	873,26	873,26	1 090,76	1 090,76	1 101,41
Costo por ha año	11 408,54	11 408,54	14 250,05	14 250,05	14 389,18
Rendimiento cajas por ha año	999,74	1 045,01	1 126,34	1 972,63	1 605,12
Ingreso bruto por ha año	8 497,83	8 882,61	9 573,91	16 767,39	13 643,48
Beneficio	-2 910,72	-2 525,94	-4 676,13	2 517,34	-745,70
B/C	-3,33	-2,89	-4,29	2,31	-0,68

V. CONCLUSIONES

1. Las coberturas vegetales no influyeron sobre las variables Altura de planta, Diámetro de planta, Número de hojas y Número de manos, aparentemente su aporte nutrimental es utilizado por las plantas de banano en producción, por el incremento del intercambio catiónico, como se puede observar en los respectivos análisis del anexo
2. Las coberturas vegetales tienen influencia altamente significativas sobre el porcentaje de arvenses, siendo más evidente el control en los tratamientos T4 y T3
3. Las coberturas vegetales tienen una influencia altamente significativa sobre el peso de manos por racimo y de éstas el maní forrajero (*Arachis pintoii*), tiene una diferencia altamente significativa sobre las otras coberturas. El análisis de suelo al final del ensayo presenta un incremento en el contenido de potasio K, magnesio Mg y de nitrógeno N, debido a la incorporación de maní forrajero y de esta manera mejorando el intercambio catiónico aumentando la disponibilidad del K y Mg, que se refleja en el incremento de peso de manos.
4. El T1 (Control Mecánico Manejo con Moto guadaña), tiene influencia negativa sobre el peso de manos ya que alcanza el menor peso de todos los tratamientos, al carecer de cobertura vegetal de alguna leguminosa y tener solo arvenses. En el análisis de suelo inicial y final en este tratamiento, el contenido de K no ha variado, y no se ha estimulado un incremento de la capacidad de intercambio catiónico.

VI. RECOMENDACIONES

1. Comprobar si la cobertura con maní forrajero tiene el mismo comportamiento con el manejo tradicional del banano.
2. Considerar las siembras oportunas de las coberturas para mejorar su población, antes de sembrar el banano.
3. Evaluar otras leguminosas, tales como desmodium, pueraria, stizolobium, etc., para tratar de remplazarle al maní forrajero ya que ésta provoca una alta proliferación de serpientes lo que ocasiona que los trabajadores no quieran ingresar a la plantación.
4. Replicar esta investigación en otras zonas especialmente donde haya agricultores pequeños.
5. Evaluar si la calidad del suelo mejora en términos de microorganismos, porosidad, densidad aparente, humedad, materia orgánica y otros nutrimentos.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AEBE. (2010). *Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador*. Retrieved Octubre 12, 2012, from <http://www.aebe.com.ec/Desktop.aspx?Id=6>
- Akobundu. (1987). *Weed science in the tropic. principles and practices*. Retrieved Mayo 16, 2012, from www.musalit.org/pdf/in050327_es.pdf
- Aleman, F. (1997). Manejo en el trópico. *Universidad Nacional Agraria Escuela de Sanidad Vegetal*, 227. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Retrieved Octubre 14, 2012
- Banascopio. (2010). *Guía BANASCOPIO*. (Campo Editorial) Retrieved Diciembre 28, 2014, from Banascopio.com:
http://www.campoeditorial.com/banascopio/ab_guia_tecnica.html
- Bio-Crop. (2013). *Biotecnología y control orgánico de malezas en banano*. Retrieved Marzo 5, 2013, from www.bio-crop.com/trombo.html
- Bolfor, E. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Retrieved Mayo 16, 2012, from www.bio-nica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf
- Chako, E., & Reddy, A. (1981). *Effect of planting distance and intercropping with sowpa on weed growth in banana*. London. Retrieved Mayo 16, 2012
- Cordo, H., Crouzel, L., & De Loach, C. (1989). Control Biológico de Malezas. *El Ataneo*, 226. Argentina.
- Delgado, G. (1991). *Manejo de Malezas en la Finca Pensilvania*. Antioquia, Colombia. Retrieved Febrero 15, 2013
- Deuse, J., & Lavabre, C. (1979). *Le desherbage des cultures sous les tropiques*. Retrieved Mayo 16, 2012, from www.musalit.org/pdf/in050327_es.pdf
- Di Rienzo J.A., C. F. (2014). InfoStat versión 2014. *Grupo InfoStat, FCA*. Córdoba, Argentina. Retrieved from <http://www.infostat.com.ar>
- FAO. (2004). *Depósito de documentos de la FAO*. Retrieved Mayo 16, 2012, from <http://www.fao.org/docrep/007/y5102s/5102s00.htm>.
- Feakin, S. (1971). *Pest control in bananas*. Retrieved Mayo 16, 2012, from www.musalit.org/pdf/in050327_es.pdf
- Figuroa, M. A. (2010). *Biblioteca de fertilidad y fertilizantes*. (FALESA, Editor) Retrieved Febrero 27, 2015, from <http://www.fertilizando.com/articulos/Caracteristicas%20y%20Fertilizacion%20Cultivo%20Banano.asp>
- Herrera, C. (1997). *Uso de coberturas vivas y muertas en el cultivo de banano orgánico*. Retrieved Febrero 3, 2013, from www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_111.pdf
- Hoy, D. (2011). *Producción de Banano Orgánico en El Oro*. Retrieved Noviembre 15, 2011, from El Diario Hoy: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/productores-de-banano-organico-y-su-lucha-contra-goliath-en-ecuador-468280.html>
- Huaman, M. (2009). *El mercado del Banano*. Retrieved Febrero 3, 2013, from <http://www.eumed.net/libros/2009b/536/MERCADO%20DE%20BANANO.HTM>
- INIAP. (2012). *Informaciones agronomicas INIAP*. Retrieved Octubre 12, 2012, from www.crystal-chemical.com/banano.htm
- Ledesma, E. (2012). *PRESIDENTE DE LA ASOCIACION DE EXPORTADORES DE BANANO DEL ECUADOR*. Retrieved Octubre 18, 2012, from

- <http://www.eluniverso.com/2012/05/30/1/1356/20-crece-demanda-banano-organico-ue.html>
- Marin, E., & Veloz, D. (1999). *Establecimiento de especies silvestres como cobertura viva en el cultivo de banano*. Retrieved Diciembre 22, 2012, from www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/efecto_%20cultivo_banano.pdf
- Merino, C. (1991). *Compartimiento ecológico del banco de semillas de malezas en el trópico húmedo*. Retrieved Febrero 15, 2013, from www.em-la.com/archivo-de-usuario/base_datos/efecto_%20cultivo_banano.pdf
- Mueller, D., & Ellenberg, B. (1974). *Formula universal para la medición de las malezas*. Retrieved Enero 5, 2013, from www.cemml.colostate.edu/assets/pdf/methods.pdf
- Perrin, R. K., Winkelmann, D. L., Moscardi, E. R., & Anderson, J. R. (1976). Formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, IV(27)*, 54. Retrieved Noviembre 12, 2012
- Pinilla, C., & Garcia, J. (2001). *Manejo Integrado de Malezas en Plantaciones de Banano*. Antioquia, Colombia. Retrieved Febrero 20, 2013
- Pitty, A., & Muños, R. (1991). *Guia practica de control de malezas*. Retrieved Enero 4, 2013, from www.em-la.com/archivo-de-usuario/bases_datos/efecto_%20cultivo_banano.pdf
- Purseglove, J. (1972). *Tropical crops: monocotyledons*. Retrieved Octubre 12, 2012, from www.fao.org/docrep/T1147S/t1147sok.htm
- Ramon, G. J. (2010). *Producción y Exportación del Banano Orgánico a la Unión Europea, en el período*. Retrieved Octubre 12, 2012, from <http://www.cepra.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2511/1/tesis%20ramon%20jessenia.pdf>
- Rosales, C., & Franklin, R. (2004). *Manual Practico para Productores Orgánicos*. Retrieved Octubre 13, 2012, from www.es.scribd.com/doc/63884152/26/manejo-de-malezas-o-arvenses
- Rosales, T. (1998). *Producción de Banano Orgánico y Ambientalmente Amigable*. Retrieved Mayo 16, 2012, from www.bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/organico_earth_es.pdf
- Seeyave, J., & Phillips, C. (1970). *The effect of weed competition on growth, yield and fruit quality of bananas*. Retrieved Octubre 12, 2012, from www.fao.org/docrep/T1147S/t1147sok.htm
- Simmonds, W. (1959). *Bananas. longmans*. Retrieved from www.musalit.org/pdf/in050327_es.pdf
- Soto, A., Koch, W., Jurgens, G., & Garcia, J. (1983). *Manejo Integrado de Malezas*. San José, Costa Rica. Retrieved Febrero 15, 2013
- Terry, P. (1996). *Manejo de las malezas en banano y plátano*. Retrieved Mayo 30, 2012, from www.fao.org/docrep/T1147S/t1147sok.htm
- Tiscareño, M. (2007). *Manejo de malezas en cultivos tropicales*. Retrieved Mayo 16, 2012, from www.asomecima.org/tapachula/manejo_maleza_tropicales.pdf