

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFICACIA DEL GLIFOSATO CON SULFATO DE AMONIO PARA EL CONTROL DEL HELECHO  
COLA DE QUETZAL (*Neprolepis cardifolia*) EN BANANO; TIQUISATE, ESCUINTLA  
TESIS DE GRADO

**GENAR RUDELSI RAMÍREZ PÉREZ**  
CARNET 29600-05

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFICACIA DEL GLIFOSATO CON SULFATO DE AMONIO PARA EL CONTROL DEL HELECHO  
COLA DE QUETZAL (*Neprolepis cardifolia*) EN BANANO; TIQUISATE, ESCUINTLA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**GENAR RUDELSI RAMÍREZ PÉREZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
ING. ROBERTO CARLOS MONTOYA ROHR

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
MGTR. ALEX SARAEL MONTENEGRO QUINTANA  
LIC. CRISTIAN ROBERTO RETANA PEÑATE  
LIC. EDWIN OSMIN CARRILLO TEO

Guatemala 07 de septiembre de 2018

Consejo de Facultad

Ciencias Ambientales y Agrícolas

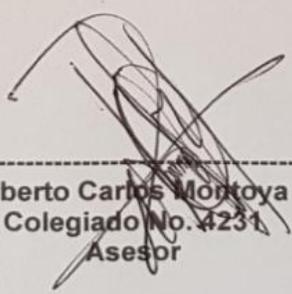
Presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Genar Rudelsi Ramírez Pérez, carne´ 29600-05, titulado: Eficacia del glifosato con sulfato de amonio para el control del helecho cola de quetzal (*Neprolepis Cardifolia*) en banano; Tiquisate, Escuintla.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente



---

Ing. Roberto Carlos Montoya Rohr  
Colegiado No. 4231  
Asesor



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 061011-2018

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante GENAR RUDELSI RAMÍREZ PÉREZ, Carnet 29600-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 06142-2018 de fecha 25 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFICACIA DEL GLIFOSATO CON SULFATO DE AMONIO PARA EL CONTROL DEL HELECHO COLA DE QUETZAL (*Neprolepis cardifolia*) EN BANANO; TIQUÍSATE, ESCUINTLA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 6 días del mes de septiembre del año 2018.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
Universidad Rafael Landívar

## AGRADECIMIENTOS

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme. Al Ing. Rolando Paredes Y Ing. Luis Ligorria por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación. Al Gerente General Wilson Rodríguez de Agropecuaria Bellamar Tiquisate S.A por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Quién me da su infinito amor y fortaleza para superar las diferentes etapas de la vida.

Mis padres: Rodrigo Ramírez y Antonia Pérez a quienes, por su inmenso amor, tiempo y consejos oportunos son ejemplo a seguir.

Mis hijos: Rodrigo y Fátima que los amo mucho, por ser la razón de mi esfuerzo, mi alegría y la motivación constante de superación.

Mi familia: Hermanos los mejores ejemplos de personas a seguir sembradores del fruto que hoy se cosecha.

## ÍNDICE

	Página
RESUMEN	i
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Origen e importancia del cultivo de banano	2
2.2 Productividad del cultivo de banano en el mundo	2
2.3 Morfología de la planta de banano	3
2.3.1 Rizoma	3
2.3.2 Sistema radicular	3
2.3.3 Pseudotallo	3
2.3.4 Sistema foliar	4
2.3.5 Inflorescencia	4
2.3.6 Fruto	4
2.3.7 Clasificación taxonómica cultivo de banano	5
2.3.8 Clasificación taxonómica helecho cola de quetzal	5
2.4 Requerimientos del cultivo de banano	5
2.5 Fertilización en el cultivo de banano	7
2.6 Concepto maleza	8
2.7 Alelopatía	11
2.8 Helechos	11
2.9 Helecho Cola de Quetzal	11
2.10 Como se reproducen los helechos	11
3.0 Helechos como malezas en el cultivo de banano	12
3.1 Control de malezas cultivo de banano	12
3.2 Aspectos de los herbicidas	13
3.3 Orden de mezcla de los herbicidas	13
3.4 Influencia del pH del agua en la aplicación de herbicidas	14
3.5 Herbicida utilizado en finca Bellamar 10	15
3.6 Control químico de malezas	16

3.7 Investigaciones sobre control químico de Helechos Cola de Quetzal	16
3.8 Herbicida Glifosato	17
3.9 Aspectos técnicos del Glifosato	17
3.10 Esquema de modo de acción	18
4.0 Características del Sulfato de amonio como aditivo para Glifosato	19
4.1 Generalidades del Sulfato de amonio	19
4.2 Características físicas y químicas del Sulfato de amonio	20
4.3 Comportamiento del Sulfato de amonio en el suelo y las plantas	20
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	21
IV. OBJETIVOS	22
4.1 Objetivo general	22
4.2 Objetivos específicos	22
V. HIPOTESIS	22
5.1 Hipótesis alterna	22
VI. METODOLOGÍA	23
6.1 Localización de trabajo	23
6.2 Material experimental	24
6.3 Factores a estudiar	25
6.4 Descripción de tratamientos	25
6.5 Diseño experimental	27
6.6 Modelo estadístico	27
6.7 Unidad experimental	28
6.8 Aleatorización de tratamientos	29
6.9 Manejo del experimento	30
6.10 Variable respuesta	32
6.10.1 Porcentaje de efectividad de control	32
6.10.2 Días control de maleza	33
6.10.3 Densidad de helechos	33
6.10.4 Rendimiento de fruta de banano	34

6.11 Análisis de la información	36
6.11.1 Análisis estadístico	36
6.11.2 Análisis económico	36
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	39
7.1 Control helechos	39
7.2 Helechos sobrevivientes	40
7.3 Rendimiento de fruta en kilogramos por tratamiento	41
7.4 Rendimiento de fruta en kilogramos por hectárea	42
7.5 Crecimiento promedio de brotes laterales por semana	43
VIII CONCLUSIONES	45
IX RECOMENDACIONES	47
X BIBLIOGRAFIA	49
XI ANEXOS	52
XII CRONOGRAMA	59

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Malezas que más se presentan en el cultivo de banano	09
Cuadro 2. Descripción de tratamientos a utilizar	25
Cuadro 3. Calibración de tiempo de descarga por minuto	26
Cuadro 4. Programa de fertilización Bellamar 10	30
Cuadro 5. Numero de Helechos por tratamiento	32
Cuadro 6. Helechos sobrevivientes después de aplicación	32
Cuadro 7. Capacidad de control	33
Cuadro 8. Días control obtenidos en tratamientos	33
Cuadro 9. Densidad de Helechos por tratamiento	34
Cuadro 10. Rendimiento de fruta en kilogramos por tratamiento	35
Cuadro 11. Rendimiento en kilogramos por hectárea	35
Cuadro 12. Crecimiento promedio de brotes laterales	36
Cuadro 13. Costo de materiales utilizados	37
Cuadro 14. Costo de mezcla de aplicación	38
Cuadro 15. Análisis de varianza variables evaluadas	39
Cuadro 16. Análisis de varianza para porcentaje de eficacia	39
Cuadro 17. Análisis de varianza para Helechos sobrevivientes	40
Cuadro 18. Análisis de varianza para de rendimiento por tratamiento	41
Cuadro 19. Análisis de varianza de rendimiento por hectárea	42
Cuadro 20. Análisis de varianza para crecimiento de rebrotes	42
Cuadro 21. Relación beneficio costo y rentabilidad de tratamientos	44

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Esquema modo de acción del glifosato	18
Figura 2. Localización geoposicional del estudio	23
Figura 3. Unidad experimental	28
Figura 4. Porcentaje de control helechos	40
Figura 5. Helechos resistentes a la aplicación	41
Figura 6. Rendimiento toneladas de fruta por tratamiento	42
Figura 7. Rendimiento toneladas de fruta por hectárea	43
Figura 8. Crecimiento de retornos por semana	44

# **EFICACIA DEL GLIFOSATO CON SULFATO DE AMONIO PARA EL CONTROL DEL HELECHO COLA DE QUETZAL (*Nephrolepis cordifolia*) EN BANANO; TIQUISATE, ESCUINTLA.**

## **RESUMEN**

El cultivo de banano genera las condiciones nutricionales y edafoclimáticas adecuadas para una mayor germinación del helecho Cola de Quetzal el cual posee un ciclo reproductivo muy particular, ya que, a diferencia de las plantas que se reproducen por semillas, los helechos lo hacen a través de la producción y liberación de miles de esporas, es una planta proveniente de zonas cálidas y húmedas que se han convertido gracias a su adaptabilidad, en una invitada permanente en cultivos con las características de humedad, y acidez por el uso desmedido de fertilizantes como las que genera el cultivo de banano, y por su fácil propagación y excelente adaptación esta planta se incorpora fácilmente a la mesa de siembra del cultivo encontrando su hábitat en los tallos cosechados así como en los cormos de la plantas madres, entrando en una competencia directa por espacio, agua y nutrientes con las raíces de los brotes laterales jóvenes, por lo que su control es de gran importancia, de acuerdo a datos obtenidos a través de la investigación la cual evaluó la eficacia del Glifosato con Sulfato de Amonio para control del helecho Cola de Quetzal (*N. cordifolia*) en el municipio de Tiquisate, Escuintla en donde se utilizó el diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones, y que tuvo como objetivo evaluar las variables de porcentaje de eficacia de control, días control de maleza, rendimiento de fruta en kg/tratamiento, rendimiento de fruta en kg/ha, factor de crecimiento de brotes laterales (hijos de espada) por semana, relación costo por aplicación y de mezcla en semanas efectivas control versus el ciclo de aplicación de una finca bananera que consta de seis semanas. De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que con el tratamiento 3 que está compuesto de una mezcla de 3 litros de Glifosato más 2 kilos de Sulfato de Amonio en 200 litros de agua se obtienen los resultados más significativos tanto de eficacia de control, como de rendimiento en kilogramos de fruta de exportación por hectárea el resultado fue evaluado realizando pesos de racimos en planta de empaque.

## I. INTRODUCCION

El cultivo de banano en Guatemala data de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, similar a lo que ocurrió en otros países centroamericanos. (APIB, 2016)

APIB (2016), menciona que las plantaciones más importantes en el país se ubican en la costa sur, específicamente en Tiquisate, La Gomera, Escuintla y al norte en el municipio de Morales, del departamento de Izabal.

La productividad en Guatemala es notoria ya que, con 30,800 hectáreas cultivadas para exportación, produjo 2.2 millones de toneladas métricas con un rendimiento aproximado de 71.59 toneladas por hectárea. Costa Rica produjo de 2.19 millones de toneladas métricas con 42,410 hectáreas, México con 82,000 hectáreas produjo 1.9 millones de toneladas, pero solo el 5% de exportación. (APIB, 2016)

El cultivo de banano es drásticamente afectado por la presencia de nuevas malezas, ejemplo de ello es el helecho cola de quetzal (*N. cordifolia*) que compite con las plantas jóvenes por los recursos básicos como agua, nutrientes y espacio donde el resultado generalmente se muestra con reducción de crecimiento, rendimiento y calidad de fruta.

En la actualidad se usan diferentes técnicas de control de malezas, desde las recomendadas por casas comerciales fabricantes de herbicidas, hasta técnicas obtenidas por ensayo y error en el campo por los mismos bananeros, entre estas está el uso del Sulfato de Amonio como potencializador de los herbicidas.

Al no existir un estudio que determine una dosis recomendada para el control eficaz del helecho cola de quetzal (*Nephrolepis cordifolia*) utilizando la mezcla de Glifosato más Sulfato de Amonio. Este estudio centrará sus objetivos en evaluar distintas dosis decrecientes de la mezcla y así obtener la dosis de mayor eficacia que permita un buen control expresado no solo en aspectos agroeconómicos sino en días control y porcentajes de malezas controladas.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 ORIGEN E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE BANANO**

Originario de Indonesia y el sureste asiático, hoy día se producen más de 67 millones de toneladas anuales de banano a nivel mundial. (APIB, 2012)

La Asociación de Productores Independientes de Banano- APIB-(2012), menciona que el banano es una planta tropical que crece en los bosques húmedos y regiones del trópico de mediana altura, entre los 0 y los 1,000 metros sobre el nivel del mar. La altura óptima se encuentra entre los 0 y los 300 metros. La temperatura adecuada para su cultivo oscila entre los 21 y los 29.5 grados centígrados. La ideal es de 27 grados °C.

La UFCO (United Fruit Company), inició la primera época del cultivo de banano para el comercio mundial, sustituyendo a los pequeños productores nacionales, quienes no lograron resolver el problema del envío de la fruta a su destino final sin generar grandes pérdidas del producto que se maduraba. (APIB, 2012)

La UFCO logró desarrollar un proceso vertical, desde la producción hasta el consumo final, teniendo control de cada proceso: siembra, cosecha, embalaje, transporte al puerto de salida, transporte hacia su destino final y mercadeo al detallista. (APIB, 2012)

A partir de los años setenta, la realidad fue cambiando en el país, dando origen a la actual época bananera. La UFCO cambió de nombre y dejó de ser el principal productor y exportador de la fruta. En la actualidad, el 80% de la producción y una cuarta parte de la exportación la realizan empresarios guatemaltecos, dentro de un proceso de mejora y fortalecimiento continuo (APIB, 2012)

## **2.2 Productividad de banano en el mundo.**

Algunos países alcanzan mayor rendimiento por hectárea que otros en función de variables climatológicas, control de plagas, enfermedades de las plantas, desperdicio de la fruta, entre otras. (APIB, 2012).

En el 2012 la producción de banano de los países latinoamericanos mejoró. Brasil, con 479,614 hectáreas, produjo 6, 763,460 toneladas, lo que significa un rendimiento de 14.1 toneladas por hectárea. Ecuador con aproximadamente 240 mil hectáreas cultivadas produjo de 7.6 millones de toneladas, que es un rendimiento aproximado de 31.8 toneladas por hectárea. (APIB, 2012)

## **2.3 MORFOLOGÍA DE LA PLANTA DE BANANO**

### **2.3.1 Rizoma**

Llamado comúnmente cepa, produce una yema vegetativa que sale de la planta madre y sufre un cambio anatómico y morfológico de los tejidos y al crecer diametralmente forma el rizoma que alcanza una considerable altura (NATURLAND. 2001).

Al dar origen a la planta, en la zona interna se originan las raíces y 2 a 3 yemas vegetativas que serán los nuevos retoños o hijos. Cada planta nace en forma de brote y crece en la base de la planta madre o tallo principal de la cual depende para su nutrición hasta cuando produce hojas anchas y se autoabastece (Soto, 1991).

### **2.3.2 Sistema radicular**

El sistema radicular es bastante superficial, se distribuye en una capa de suelo con profundidad de 30 a 40 cm. y la mayor concentración de raíces se encuentra en la capa de 15 a 20 cm. Las raíces poseen forma de cordón de color blanco, cuando emergen y se vuelven amarillentas y duras, su diámetro oscila entre 5 y 10 mm, la longitud varía y puede llegar de 2.5 a 3 m en crecimiento lateral y hasta 1.5 m de profundidad (Álvarez, 2006).

### **2.3.3 Pseudotallo**

Álvarez (2006), define que, durante la fase inicial de crecimiento, la llamada parte aérea de la planta, no es en realidad un tallo verdadero. Es un pseudotallo o falso tallo y como en muchas otras monocotiledóneas, consiste en un conjunto de hojas concéntricas superpuestas.

### **2.3.4 Sistema foliar**

Según NATURLAND (2001), las hojas del banano se originan del punto central de crecimiento o meristemo terminal, situado en la parte superior del cormo. Después se nota de forma inmediata la formación del pecíolo y la nervadura central terminada en filamento, lo que posteriormente será la vaina. Según Soto (1991), la hoja se forma en el interior del pseudotallo. Las dimensiones de los limbos varían de 70 a 100 cm de ancho por 3 ó 4 m de largo, su espesor de 0.35 a 1 mm, tiene una cantidad de 11 a 12 hojas, al momento de la emisión floral. Las hojas del banano se encuentran dispuestas en forma helicoidal e imbricada formando el falso tallo (pseudotallo).

### **2.3.5 Inflorescencia**

La inflorescencia es una de las fases intermedias del desarrollo de la planta de banano, parte del punto de crecimiento se transforma en una yema floral para iniciar la inflorescencia. Las células de la yema floral continuarán creciendo longitudinalmente y hacia arriba por la parte central del pseudotallo, para emerger por la parte superior de la planta. (Soto, 1991).

Al momento de la emergencia de la bellota o inflorescencia los brotes florales se diferencian y principian su desarrollo. Cuando las flores femeninas y las flores masculinas quedan expuestas, las flores femeninas se agrupan de tal manera que forman estructuras de dos filas apretadas y superpuestas, lo que se conoce con el nombre de mano y su distribución está en forma helicoidal a lo largo del eje floral (pinzote); al conjunto de flores femeninas agrupadas en manos se lo conoce con el nombre de racimo (NATURLAND, 2001).

### **2.3.6 Fruto**

Se desarrolla de los ovarios de las flores pistiladas, por el aumento del volumen de las tres celdas del ovario, opuestas al eje central. Los ovarios abortan y salen al mismo tiempo los tejidos del pericarpio o cáscara y engrosan. El desarrollo del fruto es mediante partenogénesis, debido a que no se lleva a cabo un proceso de fecundación es probable que la gran mayoría de los frutos comestibles no reciban polen alguno, lo cual significa que son estériles. (Soto, 1991).

### **2.3.7 La clasificación taxonómica del banano según INIBAP (2014).**

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Espermatofitae
Sub División	Angiospermae
Clase	Monocotiledonea
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	M. paradisiaca Sección o Serie Eumusa
Grupo	AAA
Sub Grupo	Cavendish
Clon Enano	Gigante

### **2.3.8 La clasificación taxonómica del Helecho Cola de Quetzal.**

Reino:	Plantae
Filo:	Tracheophyta
Clase:	Equisetopsida
Orden:	Polypodiales
Familia:	Davalliaceae
Genero:	Nephrolepis
Especie:	N. cordifolia

## **2.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO DE BANANO**

### **2.4.1 Requerimientos ecológicos**

#### **2.4.2 Suelo**

El cultivo de banano necesita de suelos planos, con buen drenaje, alta disponibilidad de nutrientes. El banano se cultiva con éxito en un amplio rango de suelos, de

preferencia se establece sin problemas en suelos de textura desde franco arenosa y finas hasta franco arcillosa que no pasen de un 40% de contenido de arcillas, debido a la disponibilidad de raíces que van desde 1.5 metros a más en suelos profundos (NATURLAND. 2001).

El pH de los suelos donde se cultiva banano es de suma importancia, siendo el óptimo 6.5, pudiendo tolerar pH de 5.5 a 7.5 (Custodio, 2009.)

### **2.4.3 Temperatura**

La temperatura tiene un efecto preponderante en el desarrollo y crecimiento del banano, la planta requiere temperaturas que varían entre los 21 y 29.5°C con una media de 27°C, y una mínima de 15.6°C y su máxima 37.8°C, exposiciones a temperaturas mayores o menores causan deterioro y lentitud en el desarrollo, dándose el caso de alargar el periodo de obtener fruta que si bien no tiene el grado solicitado por la compañía exportadora pero su desarrollo fisiológico está en proceso de maduración. (Fernández, 1970).

### **2.4.4 Luminosidad**

Toda planta necesita utilizar la energía solar para su desarrollo, el banano no es una excepción aún más cuando el sombreado causado por falta de sol es muy largo, así como un exceso de unidades de producción por hectárea disminuyendo el ciclo vegetativo. La actividad fotosintética aumenta cuando la iluminación está entre 2,000 y 10,000 horas luz por año y es más lenta cuando se encuentra entre 10,000 a 30,000, en mediciones hechas en la superficie abaxilar, (envés) donde las estomas son más abundantes. (Fernández, 1970).

### **2.4.5 Agua**

Aproximadamente del 85% al 88% del peso de la planta de banano está constituida por agua y requiere de un suministro adecuado durante todo el año, suministrando de 100 a 180 mm de agua por mes. La precipitación óptima para el cultivo de banano está entre los 2,000 y 3,000 milímetros, pero con una buena distribución durante el año. En la zona sur occidente del país se suministra agua por medio de irrigación

en la época seca, que se marca en los meses de diciembre a mayo (aunque puede variar) (Soto, 1991).

Es imposible el establecimiento del cultivo banano, donde no se disponga de agua para riego, los sistemas de riego más utilizados son el riego por aspersión, por gravedad y en algunos casos por goteo. En verano las necesidades hídricas alcanzan aproximadamente 100 m<sup>3</sup> de agua por semana. (Pardo, 1983).

El banano sólo puede aprovechar el agua del suelo cuando tiene a su disposición suficiente cantidad de aire, por tanto, la cantidad de agua y de aire en el suelo deben estar en cierto equilibrio para obtener un alto rendimiento en el cultivo. El drenaje es una de las prácticas más importantes del cultivo. Un buen sistema de drenaje aumenta la producción y la disminución de la incidencia de plagas y enfermedades. (Pardo, 1983).

Las consecuencias de la sequía son la obstrucción floral y foliar, la primera dificulta la salida de la inflorescencia dando por resultado, racimos torcidos y entrenudos muy cortos en el raquis que impiden el enderezamiento de los frutos. La obstrucción foliar provoca problemas en el desarrollo de las hojas. (Pardo, 1983)

## **2.5 Fertilización en el cultivo de banano**

La Fertilización consiste en restituir al suelo una parte y suministrar a la planta los elementos químicos necesarios para su desarrollo, para un crecimiento normal, en el cultivo de banano se requiere que el suelo tenga todos los elementos clasificados como esenciales en la nutrición. Estos elementos se dividen elementos mayores (macronutrientes), los que las plantas consumen en mayor cantidad, estos son: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, y Magnesio, elementos menores (micronutrientes), los que las plantas consumen en pequeñas cantidades, estos son: Azufre, Hierro, Zinc, Manganeso, Cobre, Boro, Molibdeno y Cloro. Para una adecuada nutrición se realizan análisis de suelo, y foliar por año para contar con datos de deficiencias y aportes nutricionales (INIAP. 1985).

## **2.6 Concepto maleza**

Las malezas son aquellas plantas que se desarrollan en espacio y tiempo no deseado, es también toda planta que obstaculice las prácticas agrícolas diarias del hombre en el cultivo, al considerar estas definiciones se puede decir que cualquier planta puede ser maleza y que el hombre es quien determina si una planta es o no una maleza. (Martínez, 1991).

En el cultivo de banano las malezas resultan perjudiciales en diferentes aspectos agrícolas y económicos:

- a) Compiten por agua, luz y nutrientes.
- b) Albergan insectos y patógenos, además de ser refugio de serpientes y ratas.
- c) Dificultan el control de plagas y otras prácticas culturales (embolse, deshoje, etc.)
- d) Elevan los costos de producción por hectárea al requerir el uso de machete o herbicidas para su control.
- e) Interfiere en la irrigación cuando la maleza tiene una altura mayor de 30 cm. cubre mayor superficie de terreno y obstaculiza aspersión.

### **2.6.1 Morfología vegetal de las malezas**

(Leonardo, 1998). Menciona que las malezas se caracterizan morfológicamente en dos grupos:

- a) Maleza de hoja ancha.
- b) Maleza de hoja angosta.

Las malezas de hoja ancha pertenecen a la clase Magnoliopsida (dicotiledóneas) y las malezas de hoja angostas pertenecen a la clase Liliopsida (monocotiledóneas)

### **2.6.2 Malezas en el cultivo de banano**

La competencia de las malezas es uno de los principales factores que reducen el rendimiento de los cultivos y los ingresos de los agricultores en muchos sistemas agrícolas del mundo (Martínez, 1991).

En las bananeras el control de las malas hierbas resulta un grave problema debido al sistema radicular superficial del cultivo del banano, es importante reducir la competencia con las malezas. (Martínez, 1991).

En la lucha química que se libra contra las malezas se utilizan herbicidas de contacto y sistémicos, empleando productos como Glifosato por ser uno de los productos que permiten usar las entidades certificadoras como: GLOBAL G.A.P Y RAINFOREST ALLIANCE (APIB, 2012)

### 2.6.3 Malezas que más atacan al cultivo de banano

**Cuadro 1.** Malezas que más se presentan en el cultivo de banano.

<b>Nombre comun</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>	<b>Ciclo de vida</b>
Gramma o Zacate	<i>Cynodon dactylon (L)</i>	Poaceae	Perenne
Cola de Zorro	<i>Alopercus pratensis</i>	Poaceae	Annual
Gramma de Conejo	<i>Oplismenus burmanni (P)</i>	Poaceae	Annual
Campanilla	<i>Ipomoea nil (L)</i>	Convolvulaceae	Annual
Chinita	<i>Lochnera rosea</i>	Apocynaceae	Annual
Cinco Negritos	<i>Lantana cámara L.</i>	Verbenaceae	Perenne
Hierba Mora	<i>Solanum nodiflorum (J)</i>	Solanaceae	Anual
Siempre Viva	<i>Sepervivum tectorum</i>	Commelinaceae	Annual
Mozote	<i>Bidens pilosa (L)</i>	Asteráceas	Annual
Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Poaceae	Annual
Zacatón, Guinea,	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Perenne
Pasto Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae	Perenne
Botón Blanco	<i>Melanthera nívea</i>	Asteraceae	Annual
Pajilla	<i>Panicum fasciculatum</i>	Poaceae	Perenne
Helecho cola de quetzal	<i>(Nephrolepis cordifolia)</i>	Neprolepidaceae	Perenne

(APIB, 2012)

#### **2.6.4 Competencia directa maleza-cosecha**

Ramos (1982), señala que a pesar de lo extenso que es la biología de las malezas, la ocurrencia de la alelopatía esta probablemente sobre enfatizada, en comparación con la competencia directa maleza-cosecha. Sin embargo, este alto desplazamiento del sistema competitivo puede mantener una gran tendencia en la biología de malezas, en medios ambientes de agricultura manipulada (Martínez, 1991).

#### **2.6.5 Clasificación de malezas basada en el ciclo de vida**

Las malezas se clasifican en Anuales, Bianuales y Perennes.

- a) Malezas Anuales son aquellas que completan su ciclo de vida en un año o en pocos meses.
- b) Malezas Bianuales son aquellas malezas que viven más de un año, pero menos de dos, en el primer año la planta solo crece vegetativamente y el siguiente florece (Leonardo, 1998).
- c) Malezas Perennes son aquellas malezas que viven por más de dos años, se caracterizan por los rebrotes que producen cada año del mismo sistema radicular. (Leonardo, 1998).

#### **2.6.6 Tipos de competencias por las malezas**

Según Martínez, (1,991), competencia no es más que la disputa de dos plantas o más principalmente por luz, agua, nutrientes, espacio y dióxido de carbono.

Los dos tipos de competencias son:

- a) La competencia interespecífica: es la competencia entre plantas de diferente especie, por ejemplo, la que ocurre entre los helechos y el cultivo de banano.
- b) La competencia intraespecífica: es la competencia que existe entre plantas de la misma especie, plantas voluntarias o fuera de surco.

La competencia afecta la tasa de crecimiento del cultivo, su capacidad de producir raíces, flores, en general afecta la productividad, el rendimiento y la calidad de las cosechas, las malezas causan los daños severos en su primer tercio del ciclo vital de la planta (Martínez, 1,991)

## **2.7 Alelopatía**

Martínez (1,991), indica que se refiere a la producción de sustancias químicas por una planta viviente o por residuos de la planta en descomposición, las cuales interfieren en la germinación o en el crecimiento del cultivo.

## **2.8 Helechos**

Los helechos son plantas vivaces, originarias de zonas ecuatoriales y regiones donde el clima es de tipo mediterráneo se trata de las Pteridofitas más abundantes algunos autores las consideran una clase simple dentro de los pterofitinas o pteropsida junto a gimnospermas y angiospermas eran denominadas criptógamas vasculares debido a su carencia de flores (Aguilar, 2006)

## **2.9 Helecho cola de quetzal (*Nephrolepis cordifolia*)**

Esporofito planta perenne, terrestre, rizoma largamente rastrero o erecto, con escamas peltadas, a veces estoloníferos y con tubérculos caulinares, hojas con pecíolos articulados o no al rizoma lámina lineal-lanceolada, membranosa, segmentos subsésiles, levemente serrados, ápice obtuso y base biauriculada. (Aguilar, 2006)

## **2.10 Como se reproducen los helechos**

Estructuras reproductivas los helechos no se reproducen con semillas. Si una persona observa debajo de una hoja de helecho, encontrará muchos puntos cafés si coloca una lupa sobre estos puntos, verá que parecen como muchos gránulos estos gránulos son llamados esporangios. (Ciclo de Vida Anexos) (Aguilar, 2006)

Regularmente, cuando llueve, el agua suelta las esporas de estos gránulos. Tanto el agua como las esporas viajan al suelo, donde echan raíz y crecen. Luego, convierten las esporas en prótalos. Éstos contienen los órganos sexuales. La arquegonia produce en las células de esperma, y el anteridio produce las células del óvulo. (Pacheco, 1981.)

Según Pacheco (1981) citado por Aguilar (2006), el cultivo tiene la capacidad de desarrollarse en una variedad de climas y condiciones edáficas extremas, especialmente suelos pobres y ácidos siendo el medio ideal para su amplitud y persistencia. Y es común encontrarlo abundantemente en suelos de baja fertilidad, ácidos y arcillosos y en zonas de escasa precipitación. Sin embargo, se adapta a una amplia gama de suelos y condiciones ecológicas.

### **3.0 El Helecho como maleza en cultivo de banano**

Los helechos son plantas milenarias y ornamentales con características únicas dentro del reino vegetal. Poseen un ciclo reproductivo muy particular, ya que, a diferencia de casi todas las plantas, los helechos no se reproducen por semillas si no que lo hacen a través de la producción y liberación de miles de esporas. Esta planta proveniente de zonas cálidas y húmedas se ha convertido, gracias a su vistosidad y adaptabilidad, en invitada permanente en cultivos con las características climáticas como el banano. (Aguilar. 2006)

La presencia de las malezas en los cultivos resulta obvia ante los ojos de cualquier observador, pero no así sus daños, pues éstos suelen manifestarse de manera dramática sólo hasta el momento de la cosecha la presencia del helecho (*Neprolepis cordifolia*), en el cultivo de banano ha venido incrementando sus poblaciones hasta llegar al grado de tomarse como maleza de gran importancia, para los productores de banano del área de Tiquisate, Escuintla, por los aspectos perjudiciales que está ocasionando se manifiestan tanto en competencia por agua, luz, nutrientes como en el incrementos en los costos de control así como hospederos de insectos, y plagas para el cultivo tal es el caso de la tortuguilla que daña la fruta al no ser controlada por medio del embolse para protección de la fruta puede llegar a ocasionar un daño del 50% del racimo, otro factor donde interfiere esta maleza es en las labores agrícolas como riego y fertilización, la mayor presencia de esta maleza se presenta en los canales secundarios o gavetas de drenaje ubicadas en la mesa de siembra del cultivo.

### **3.1 Control de malezas cultivo de Banano**

En las fincas bananeras se utiliza un programa de control de las malezas que garantice el desarrollo normal del cultivo, no causando un efecto secundario en la fruta de exportación (APIB, 2012).

Entre las principales malezas que podemos encontrar en la finca bananera Bellamar 10 ubicada en Tiquisate, Escuintla están los helechos cola de quetzal, las gramíneas (zacates) también encontramos las malezas de hojas anchas que son rastreras, trepadoras (bejuco) entre los métodos de control más utilizados en la finca están el control manual y el químico utilizando glifosato a una dosis de 2 L/ha en 200 L/agua (APIB, 2012).

### **3.2 Aspectos de los herbicidas**

Un herbicida es un producto químico o no que se utiliza para inhibir o interrumpir el desarrollo en diferentes etapas de plantas indeseadas, también conocidas como malas hierbas, o malezas en terrenos que han sido o van a ser cultivados. (Espinoza, 2009).

Las gramíneas son más tolerantes a los herbicidas debido a que no tienen cambium, además los nudos y los entrenudos dificultan la llegada del herbicida al sitio de acción es por eso por lo que la finca Bellamar 10, mezcla el Sulfato de Amonio con herbicidas para que el efecto sea más eficiente, ya que se estimula la apertura de las estomas y la absorción por las hojas se mejora considerablemente. (Foragro, 2003).

### **3.3 Orden de Mezcla de Herbicidas.**

Cuando realizamos una mezcla de tanque, nos encontramos con productos que poseen distintas formulaciones y que pueden reaccionar entre ellos y disminuir la eficacia del herbicida. Es importante que tengamos en cuenta el orden adecuado, para la incorporación del herbicida en el tanque, bajo el criterio de agregar al inicio los productos de menor solubilidad y de último los de mayor solubilidad. Cuando es necesario corregir problemas de dureza de agua, se debe de aplicar al inicio el

corrector de dureza y luego los herbicidas. También se debe de considerar que por último agregamos los acidificantes, adherentes y surfactantes. Cuando un coadyuvante, es también un corrector de pH o dureza, se agrega al inicio de la mezcla (Espinoza, 2009).

### **3.4 Influencia del pH del agua en la aplicación de herbicidas.**

#### **3.4.1 Relación Hoja-Herbicida**

Cuando utilizamos productos, los cuales la vía de entrada a la planta es la hoja, debemos de tener en cuenta en buena medida el pH de la mezcla a aplicar.

La hoja, debido a las propiedades lipofílicas, permite el paso de sustancias no iónicas (carga neutra), por lo que se debe de tener en cuenta el pKa, el cual nos indica el pH al cual el herbicida se encuentra 50% ionizado y no ionizado (Espinoza, 2009).

En herbicidas como el Glifosato, a pH 4.5 se encuentra menos ionizado, contrario a un pH mayor, por eso se busca acidificar la mezcla, llevándola a 4.5, para facilitar el paso de la molécula por la cutícula (Espinoza, 2009).

Los herbicidas ácidos con un pKa con valores bajos son electrolitos muy ionizables, esto lo debemos tener en cuenta cuando la vía de entrada a la planta es la hoja. Como ya se mencionó, las formas iónicas son poco afines a la cutícula. De igual forma cuando se tienen productos básicos, con un pKa alto, indica que es altamente ionizable, para lo cual se debe de agregar bases a la mezcla. (Espinoza, 2009).

Es importante que se defina la vía de entrada del herbicida a la planta, por lo general cuando la formulación del herbicida es altamente soluble, es preferible que la ruta de entrada sea por la hoja, pues al ser aplicado al suelo se pierde una gran parte del producto y disminuye la eficiencia del producto. (Espinoza, 2009).

### **3.4.2 Relación Suelo-Planta-Herbicida**

(Arévalo 2008) El pH del suelo, es un factor que se debe de tomar en cuenta, de igual forma que en el caso anterior, los productos al suspenderse en agua se ionizan, y al encontrarse en un suelo ácido o alcalino puede hacer que el producto esté en mayor cantidad de la forma absorbible por la planta. Debemos de tomar en cuenta la cantidad de materia orgánica y la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo. Cuando aplicamos productos en su mayoría no ionizados, este puede ser inmovilizado por la materia orgánica del suelo, y no ser absorbido por la raíz de la maleza. Por el contrario, cuando se tiene un producto ionizado los aniones están disponibles en gran presencia, para la planta, por esto cuando aplicamos un producto que es inmovilizado por la interacción entre el pH del suelo, el herbicida y CIC del suelo, se debe de aumentar la dosis de herbicida.

### **3.4.3 Dureza de agua y residuos de materia orgánica, en la aplicación de herbicidas.**

Cuando hablamos de dureza del agua, hablamos de una alta concentración de carbonatos en el agua (mayor a 120 mg CaCO<sub>3</sub>/l), el agua posee la capacidad, de separar los iones de los compuestos suspendidos en ella (ionización). Por lo que cuando existe gran cantidad de carbonatos, se tiene grandes cantidades de cationes en el agua. Las presentaciones solubles en agua son las que presentan problema con las aguas dura, por ejemplo, cuando utilizamos una sal potásica (K<sup>+</sup>) de Glifosato, tenemos al suspenderlo en agua, catión (K<sup>+</sup>) y un anión (Glifosato<sup>-</sup>), que fácilmente, puede formar un enlace con los cationes de los carbonatos presentes en el agua. Esto provoca que el producto disminuya su capacidad de lograr el efecto en el control de la maleza (Espinoza, 2009).

Es importante que conozcamos la calidad del agua a utilizar en nuestras aplicaciones. Cuando utilizamos aguas superficiales, la conductividad eléctrica (EC<sub>2</sub>), puede ser una medida útil, para determinar la dureza del agua, cuando poseemos aguas con EC mayores a 500 µS/cm, podemos tener problemas con la eficacia de los herbicidas. Pero cuando utilizamos aguas subterráneas, depende

mucho la dureza del agua. Una manera efectiva de contrarrestar los problemas de dureza de agua al aplicar Glifosato es la utilización de Sulfato de Amonio, aplicando 1 a 3 kg por 200 litros de agua. (Arévalo, 2008).

### **3.5 Herbicidas utilizados en fincas Bellamar 10**

Los herbicidas más utilizados en la finca Bellamar 10 son, Glifosato, (2 L/ha) y Diquat. (1L/ha) el combinar Glifosato con Sulfato de Amonio tiene un mejor efecto en el control de las malezas y así han podido minimizar las aplicaciones y reducir costos de herbicida. (APIB 2012)

(Castillo, 2008) El Sulfato de Amonio sirve de vehículo para la molécula del herbicida, el nitrógeno estimula la apertura de las estomas de la planta permitiendo el ingreso más rápido del herbicida, no causando efecto negativo en los frutos y se obtiene el efecto de más días de control que una aplicación solo con herbicida.

### **3.6 Control Químico de las malezas**

Ramos (1982), comenta que las malezas se caracterizan por un rápido desarrollo, fácil propagación, alta agresividad en términos de competencia y adaptabilidad a diversas condiciones ambientales, es por lo que se inventaron los herbicidas de fórmula química para su control.

Ramos (1982), indica que este método consiste en utilizar una sustancia química sintética conocida como herbicida con poder destructivo sobre las malezas, su uso esta forzado por la disponibilidad de mano de obra y los costos de control. (Castillo, 2008).

En la finca Bellamar 10 para el control del complejo de malezas existentes se utiliza la dosis de 2 L/ha de glifosato.

### **3.7 Investigaciones sobre control químico de Helechos Cola de Quetzal**

Diferentes investigadores han probado herbicidas para el control de esta maleza.

Pacheco (1,981) Reporta que los mejores resultados en el control de los helechos se obtuvieron con 2,4,5-T más sal común, en dosis de 5 litros más 160 kg /ha y con producto Glifosato a 5 L por hectárea.

Pinzón, (1986). Ensayo entre Julio y Diciembre con el objeto de evaluar la efectividad de varios herbicidas en el control de esta maleza obteniendo como resultado un rebrote a los 20 días después de la aplicación del tratamiento de 1L de Glifosato disuelto en 200 L de agua.

Pérez (1,990). Evaluó el 2,4-D amina; 2,4-D ester; 2,4,5-T; 2,4-D más 2,4,5-T; dicamba más 2,4-D; azulam y 2,4-D más picloram, en dosis de 0,5; 1 y 2 kg. /ha Los mejores resultados fueron con la mezcla de 1,4-D más picloram, pero sólo a un nivel de 30 a 40% de control. Concluye que ninguno de los productos controla el helecho satisfactoriamente como para recomendarlo a los productores.

Según Monsanto (2014), para el control químico de helechos recomienda una dosificación de Glifosato de 5 L / ha

### **3.8 Herbicida Glifosato n-(fosfometil) glicina**

Glifosato fue descrito como herbicida en 1971, y actualmente es el herbicida más utilizado y conocido del mundo. Se trata de un herbicida de amplio espectro, no selectivo y sistémico. Efectivo para matar todo tipo de plantas, incluyendo gramíneas, perennes y leñosas. Glifosato es absorbido principalmente a través de las hojas, pero también de tallos o zonas verdes. Después de absorbido, es transportado por toda la planta, actuando sobre varios sistemas enzimáticos inhibiendo el metabolismo de varios aminoácidos en lo que es conocido como la ruta del ácido shikímico. Esta ruta existe en plantas superiores y microorganismos, pero no en animales. Las plantas tratadas con Glifosato mueren lentamente en los días o semanas siguientes y gracias al movimiento sistémico la muerte alcanza a todas las partes de la planta. (Espinoza, 2009)

### **3.9 Aspectos Técnicos Del Glifosato N-(fosfometil) glicina**

Herbicida post-emergentes en relación con la maleza, de contacto y se recomiendan dosis que van de 0.5 a 0.8 kilogramos de i.a/ha el agua debe poseer un pH entre 4 y 6, es altamente soluble, es un herbicida recomendado para malezas perennes aplicado de forma dirigida o previa a la emergencia del Banano. (Espinoza, 2009).

#### **3.9.1 Mecanismo de acción**

Espinoza, (2009) Menciona que el Glifosato N-(fosfometil) glicina es un herbicida de post-emergencia que se aplica de forma dirigida a las hojas, de preferencia a las 8 hojas de mayor actividad fisiológica. Este entra a la planta y su translocación hacia adentro es vía apoplasto y simplasto a las zonas de mayor actividad, entre estas a las regiones de meristemas Posee una gran movilidad dentro de la planta y no permanece más de 3 días dentro de la planta como tal.

#### **3.9.2 Modo de Acción del Glifosato**

Glifosato es un herbicida de amplio espectro, sistémico y no selectivo, que básicamente inhibe la ruta del Ácido Shikímico en las plantas. Esta ruta es el primer paso en la síntesis de los aminoácidos aromáticos en las plantas. Esencial para esta síntesis es el enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fostatosintetasa (EPSPS). Este enzima únicamente está presente en las plantas y algunas bacterias, lo que le convierte en un excelente objetivo de la acción del Glifosato. (López, 2009)

Glifosato es un competidor por los mismos sitios que las enzimas, bloqueando de esa forma la biosíntesis de los aminoácidos aromáticos y algunos otros, esenciales todos ellos para la vida de la planta. (López, 2009).



- d) La adición de Sulfato de Amonio al Glifosato en una dosis de 2 kg/ha, crea un efecto sinérgico, debido a que el Sulfato de Amonio acidifica la mezcla y el Glifosato necesita un pH bajo (4.5) en la solución acuosa para encontrarse menos ionizado y facilitar el paso de la molécula por la cutícula, además el alto contenido de nitrógeno estimula la apertura de los estomas en las plantas, la molécula de Sulfato  $-SO_4$  reacciona con los carbonatos del agua evitando que retengan al anión  $-Glifosato$  suspendido en la solución acuosa. (Juárez, 2014)
- e) La mezcla de Sulfato de Amonio y Glifosato proporciona un buen control de malezas en el cultivo de banano al ser utilizado en dosis de 2 kg de Sulfato de Amonio y 1.5 L de Glifosato por tonel de 200 L/ha pero se hace evidente que otras dosis utilizadas también funcionan por lo que es necesario una evaluación de diferentes dosis y épocas de aplicación. (Juárez 2,014)

#### **4.1 Generalidades del Sulfato de Amonio**

El sulfato de amonio (SAM) es un fertilizante químico ampliamente utilizado. Es una de las fuentes de Nitrógeno más comúnmente usadas en las fórmulas de fertilización (mezclas físicas). El SAM es un producto muy versátil para ser utilizado en mezclas con otros fertilizantes, esto debido a su amplia compatibilidad con todos los productos complejos. Además, tiene un efecto acidificante en el suelo y el agua (Disagro, 1994).

#### **4.2 Características físicas y químicas del Sulfato de Amonio**

Nombre Químico: Sulfato de Amonio

Otros Nombres: Sulfato de Amoniaco, Sal de Azufre y Amonio

Fórmula Química:  $((NH_4)_2 SO_4)$

Peso Molecular (g/mol): 132.14

Contenido de Nitrógeno Total (N): 21.0 % de Nitrógeno Amoniacal

Contenido de Azufre Total (S): 24.0 % de Azufre en forma de Sulfato (Disagro 1994)

### **4.3 Comportamiento del Sulfato de Amonio en el suelo y las plantas**

El Sulfato de Amonio (SAM) contiene Amonio ( $\text{NH}_4$ ) y Azufre en forma de Sulfato ( $\text{SO}_4$ ) es un producto de pH ácido y que se recomienda aplicar en suelos calizos y alcalinos por su fuerte efecto acidificante. El Sulfato de Amonio es un producto muy útil como fertilizante, esto debido a que la necesidad de azufre está muy relacionada con cantidad de Nitrógeno disponible para la planta, por lo que el SAM hace un aporte balanceado de ambos nutrientes. El azufre inorgánico del suelo es absorbido por las plantas principalmente como anión sulfato ( $\text{SO}_4$ ). Debido a su carga negativa, el  $\text{SO}_4$  no es atraído por las arcillas del suelo y los coloides inorgánicos, el Azufre se mantiene en la solución del suelo, moviéndose con el flujo de agua y por esto es fácilmente lixiviable. En algunos suelos esta lixiviación acumula azufre en el subsuelo, siendo aprovechable por cultivos de raíces profundas. El riesgo de lixiviación del azufre es mayor en los suelos arenosos que en suelos de textura franca o arcillosa. Los suelos con bajos contenidos de materia orgánica (<2%) comúnmente presentan deficiencias de azufre, cada unidad porcentual de materia orgánica libera aproximadamente 6 Kg de azufre por hectárea por año (Disagro, 1994).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO

El cultivo de banano es uno de los más importantes a nivel mundial, ya que es el alimento básico de millones de personas en los países en vías de desarrollo y se constituye en una fuente de ingreso para los mercados locales e internacionales.

En los últimos años en la Finca Bellamar 10 Tiquisate, Escuintla se ha venido notando la presencia de una nueva maleza, es el caso del Helecho Cola de Quetzal que ha tenido un incremento del 65% en los canales secundarios o gavetas de drenaje que están pobladas por este helecho, con una densidad promedio de 52 plantas /m<sup>2</sup> la invasión de esta maleza no solo se limita a canales de drenaje si no que en las últimas fechas por su fácil propagación y adaptación se está adentrando en la mesa del cultivo encontrando su hábitat en los tallos en estado de pudrición así como en el cormo de la plantas, entrando en una competencia directa por espacio, agua y nutrientes con las raíces de los brotes más jóvenes, además de que juega un papel importante como hospedero de plagas.

En la producción del cultivo de Banano se generan las condiciones adecuadas para una mayor germinación del helecho, por lo que su control es de gran importancia. Las casas comerciales recomiendan el uso de Glifosato a una dosis de 5 L/ha, esto repercute en un alto incremento al costo de control de malezas por cada ciclo, en la Finca Bellamar 10 se utiliza la dosis de 2 litros de Glifosato/ha. Esta dosis no ha generado resultados satisfactorios de control incrementando la frecuencia de aplicaciones y acortando los ciclos de aplicación de seis a cada tres semanas.

Por lo cual se propone realizar la investigación que conlleve a determinar la eficacia de control de Helechos Cola de Quetzal (*N. cordifolia*), partiendo de una dosis decreciente de 5 litros de Glifosato en combinación con una dosis constante de 2 kg. de Sulfato de Amonio como potencializador, que permita determinar la dosis con capacidad de producir el efecto de control satisfactorio enfocada en el beneficio-costos de aplicación en base al ciclo normal de seis semanas de aplicación de la finca bananera.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Evaluar la eficacia del Glifosato con Sulfato de Amonio para el control del Helecho Cola de Quetzal en el cultivo de Banano, Tiquisate, Escuintla.

### **4.2 Objetivos específicos**

Determinar la dosificación de mezcla de Glifosato con Sulfato de Amonio para el control del Helecho Cola Quetzal.

Cuantificar los días control que ejerza cada uno de los tratamientos sobre el Helecho Cola de Quetzal.

Determinar la densidad relativa de helechos para cuantificar número de rebrotes por tratamiento.

Cuantificar el rendimiento total y exportable de fruta de banano para cada uno de los tratamientos.

Realizar el análisis económico para determinar la rentabilidad beneficio-costos para cada uno de los tratamientos a evaluar.

## **V. HIPOTESIS**

### **5.1 Hipótesis alterna**

Ha: Por lo menos uno de los tratamientos de la combinación de cuatro dosis de Glifosato y Sulfato de Amonio será diferente al resto en cuanto a la capacidad de control sobre la maleza Cola de Quetzal (*N. Cordifolia*).

## VI. METODOLOGIA

### 6.1. Localización del trabajo

El municipio de Tiquisate se encuentra ubicado en el paralelo 14, entre las latitudes 14° 00' y 14° 22' norte, longitudes 91° 3 0' y 91° 16' oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 68 metros. La finca Bellamar 10 está ubicada en el kilómetro 147 carretera a La Playa el Semillero.

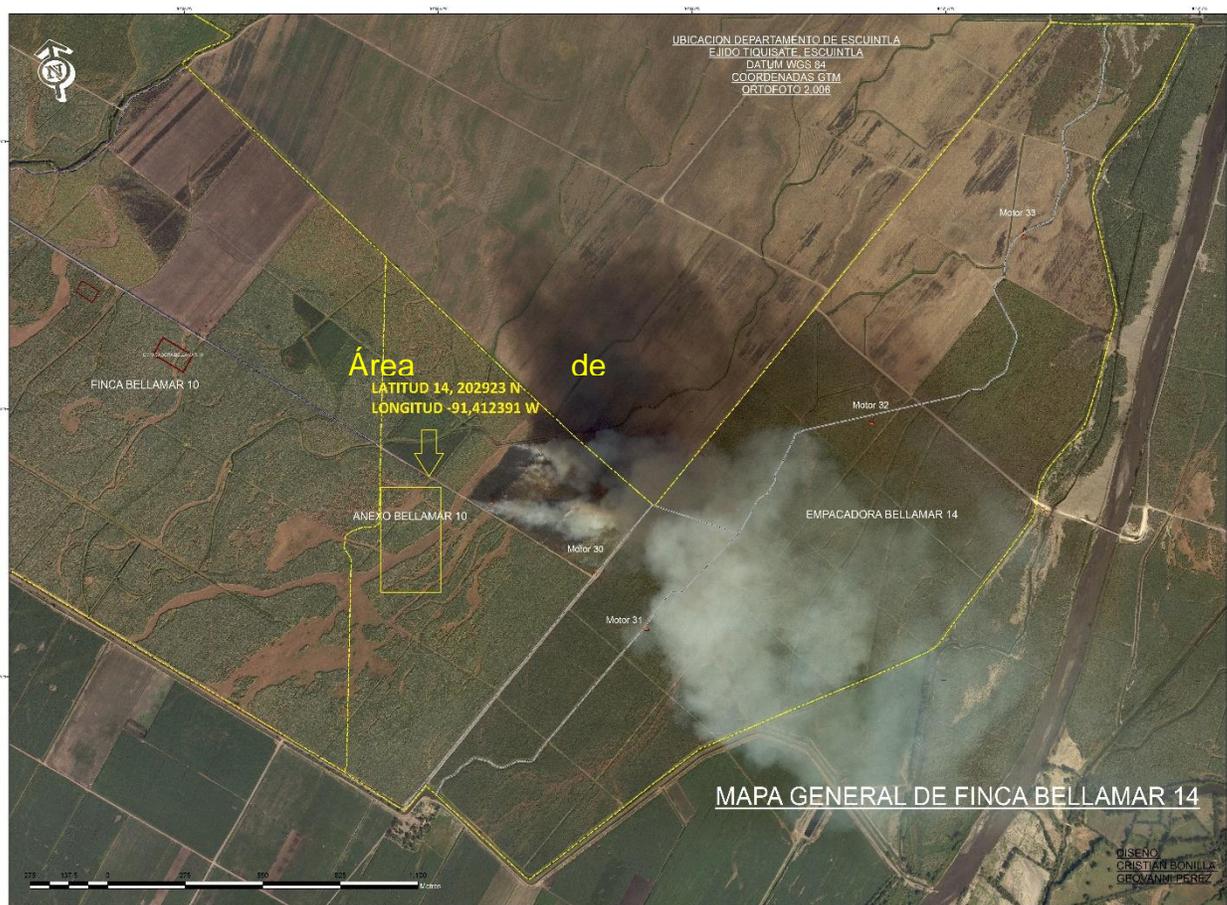


Figura 2. Ubicación geosposicional del lugar del estudio.

### Características Edafoclimáticas del lugar del estudio.

Finca Bellamar 10 posee un clima cálido, las temperaturas oscilan mínima 17°C máxima 35°C

Según Guerra (2,013) los suelos del lugar del experimento son suelos Tiquisate categoría (Ts) Franco Arenoso.

## **6.2 Material experimental**

### **Variedad de banano cultivada en finca Bellamar 10**

Grand Naine o Gran Enano, esta variedad presenta un sistema radicular fibroso, grueso y succulento, alcanzando un largo de 50 a 150 cm, El pseudo tallo alcanza un grosor de 30 a 70 cm siendo de un color café oscuro. La altura de las plantas de esta variedad oscila entre 1.50 a 3.50 m, es una variedad más pequeña en altura que la Valery que alcanza los 4.20 m, por lo que es de mayor anclaje y resistencia al viento. Su inflorescencia alcanza tamaños desde 0.75 a 1.50 m. Una capacidad productiva de 103 toneladas de fruta al año (APIB, 2014).

### **El Glifosato N-fosfonometil glicina**

Es un herbicida post emergente no selectivo ampliamente utilizado. Debido a su capacidad de traslocarse en el floema, es particularmente útil para matar órganos subterráneos de plantas perennes que tienden a prosperar en pasturas y sistemas de agricultura conservacionista. (Espinoza, 2009)

### **Características físicas y químicas del Sulfato de Amonio**

Nombre Químico: Sulfato de Amonio

Otros Nombres: Sulfato de Amoniaco, Sal de Azufre y Amonio

Fórmula Química:  $((\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4)$

Peso Molecular (g/mol): 132.14

Contenido de Nitrógeno Total (N): 21.0 % de Nitrógeno Amoniacal

Contenido de Azufre Total (S): 24.0 % de Azufre en forma de Sulfato (Disagro, 1994)

### 6.3 Factores a estudiar.

Cinco tratamientos, tres con dosis decrecientes de Glifosato y una dosis constante de Sulfato de Amonio como potencializador en mezcla de doscientos litros de agua por hectárea, un tratamiento comercial de 5 L de Glifosato más el testigo absoluto sin ningún control.

### 6.4 Descripción de los tratamientos.

**Cuadro 2.** Descripción de tratamientos utilizados

Tratamientos	Dosis
1	glifosato 05 L/ha testigo comercial
2	glifosato 04 L/ha + sulfato de amonio 02kg
3	glifosato 03 L/ha + sulfato de amonio 02kg
4	glifosato 02 L/ha + sulfato de amonio 02kg
5	Testigo sin tratar

### Cálculo de la dosis utilizada

Para el cálculo de las dosis a utilizar se partió de 5 L/ha que es la dosis comercial para control de helechos cola de quetzal más tres tratamientos con dosis decrecientes de 1L de glifosato entre tratamientos más sulfato de amonio a una dosis constante de 2 kg.

#### Equipo utilizado en la aplicación

- Pulverizadora de mochila de 16 litros de capacidad
- Boquilla de abanico numero 8002
- Overol
- Espaldera
- Botas de hule
- Sombreo
- Lentes de protección
- Mascarilla
- Guates
- Jabón

### Calibración del equipo de aplicación.

Pasos utilizados para calibrar la bomba de mochila en cuanto a tiempo de descarga y cantidad de agua utilizada para aplicación por hectárea.

1. Se marcaron 100 m<sup>2</sup>
2. Se utilizó la boquilla de abanico 8002 en la pulverizadora de 16 L
3. Se llenó el tanque, el embolo y la lanza con 5 L de agua para vaciar posteriormente
4. Aplicando adecuadamente el agua en el área de helechos marcados en los 100 m<sup>2</sup>
5. Se vació y midió la cantidad de agua que sobro dejando el embolo y lanza llena
6. El sobrante se restó de los 5 L iniciales para obtener la cantidad de agua que se utilizó en 100 m<sup>2</sup> el resultado se multiplico por 100 para obtener la cantidad de agua por hectárea
7. Agua utilizada para aplicación en 100 m<sup>2</sup> es de 2 L X 100 = 200 L
8. Cantidad de agua utilizada por hectárea = 200 L

### Cuadro 3. Calibración de tiempo de descarga por minuto de mezcla

NO. DE ASPERJADORA	CODIGO DE APLICADOR	NO. DE BOQUILLA	DESCARGA CC/MINUTO	DESCARGA GLS/MINUTO	PROMEDIO/GLS MINUTO
1	90214	8002	760	0.20	
2	96458	8002	800	0.21	
3	20259	8002	800	0.21	0.21
4	35892	8002	760	0.20	
5	15468	8002	800	0.21	

### Delimitación de área y material de apoyo a utilizados

El área fue delimitada con estacas y plaquetas plásticas que identificaron los tratamientos.

Materiales de apoyo.

- Cinta métrica

- Cámara fotográfica
- Estacas
- Marcadores
- Cinta de colores

### **6.5 Diseño experimental.**

El diseño utilizado en la investigación es el de Bloques Completamente al Azar teniendo en cuenta que las condiciones del suelo, plantación y malezas eran uniformes (DBCA), con cinco tratamientos y cinco repeticiones. (Kuehl, 2,000).

### **6.6 Modelo estadístico.**

El modelo estadístico utilizado para determinar las diferentes variables es el siguiente

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta del i-ésimo tratamiento y la j-ésima repetición.

$U$  = Efecto de la media general.

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$B_j$  = Efecto del i-ésimo bloque.

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

### 6.7 Unidad experimental.

La unidad experimental estuvo constituida por la parcela bruta o unidad experimental y la parcela neta.

#### Parcela bruta

Área total = 500 m<sup>2</sup>

No. de plantas = 72 plantas

No. de surcos =4

Ancho =10 m

Largo =50 m

#### Parcela neta

Área total = 368 m<sup>2</sup>

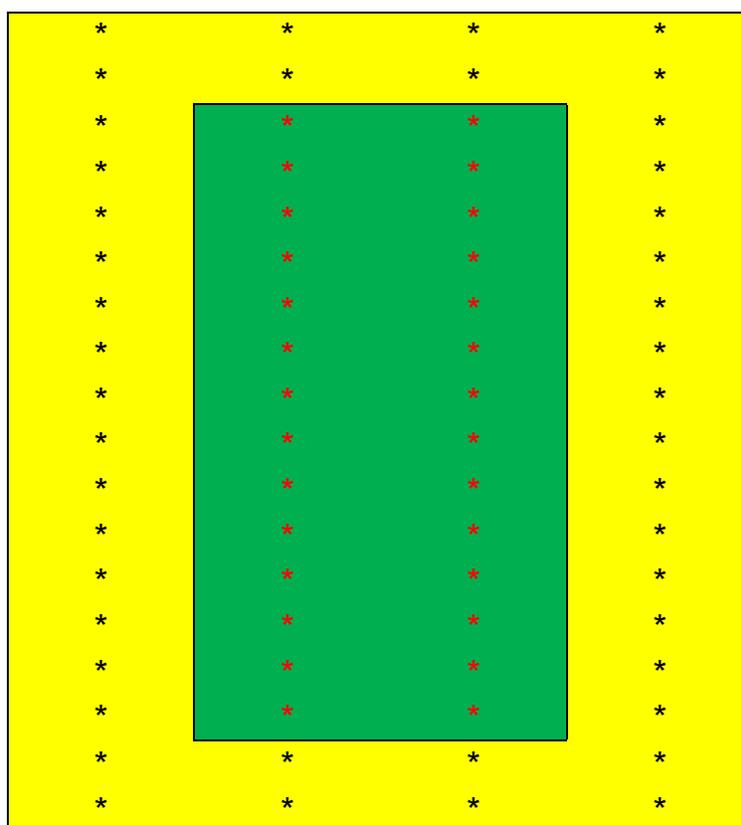
No. de plantas = 28 plantas

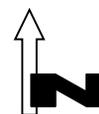
No. de surcos =2

Ancho = 8 m

Largo = 46 m

**Figura 3.** Unidad experimental.





### 6.8 Aleatorización de tratamientos.

T5	T4	T1	T2	T3
501	502	503	504	505

BLOQUE V

T1	T2	T4	T3	T5
405	404	403	402	401

BLOQUE IV

T4	T3	T2	T5	T1
301	302	303	304	305

BLOQUE III

T2	T5	T4	T1	T3
205	204	203	202	201

BLOQUE II

T2	T5	T4	T1	T3
101	105	103	104	102

BLOQUE I

## 6.9 Manejo del experimento

Contando con la calibración de la bomba de 16 L, se realizaron las aplicaciones con las dosis correspondientes a cada tratamiento se tomaron en cuenta los aspectos climáticos, así como la lámina de riego de 7 mm aplicada al cultivo de banano un día antes de la aplicación luego se dejó reposar la aplicación durante 24 horas para aplicación de riego.

### Datos de Finca Bellamar 10

Área total de la finca 316.64 ha

Edad de la plantación 5 años

Densidad por ha. 1,650 plantas

Rendimiento por ha. 3,600 cajas

Variedad cultivada Gran Enano

### Especificaciones de empaque de fruta de Banano para exportación

Cosecha de la fruta dependiendo de las peticiones de los compradores de 70 a 90 días

Calibre 40, 41 mano apical y 49, 50 mano basal.

Peso de la caja. 45.1 libras

Gajos por caja. 16-17 gajos no puede pasar de 18 ni menos de 16.

Dedos por caja. Máximo 101-105 dedos.

### Cuadro 4. Programa de fertilización finca Bellamar 10

El programa de fertilización esta efectuado a partir de la interpretación de análisis de suelo y foliares ejecutadas cada dos meses en las parcelas de muestra.

Foliar	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL	PRECIO UNITARIO	VALOR
Pro Magnesio (10Mg) Lts	1.5	1.5	1.5	1.5		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5		1.5	15.0	3.40	51.00
Pro Boro-Zinc (42n, 2B) Lts	2.0	2.0	2.0	2.0		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		2.0	20.0	4.02	80.40
New Fol Zinc 17% aminoacidos (6.24N-14Zn)					0.70						0.70		1.40	24.67	34.54
															<b>165.94</b>

PROGRAMA	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL	PRECIO UNITARIO	VALOR
<b>MANUAL</b>															
FORMULA (15.79%N-1.05%P2O5-20.48%K2O-3.19%MgO-6.01% S-0.05%Bo-0.05%Zn) qq	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	16.00	960.00
Mano de obra	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	6	17.41	104.46
															<b>1064.46</b>

<b>FERTIRIEGO</b>															
Nitrato de Calcio (15.5%N - 26.3%Ca) qq	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	14	19.82	277.48
Multi Zinc (35%Zn - 44%S) Kgs.	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	15	1.85	27.75
Etibor (14.80%Bo) Kgs	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18	0.98	17.64
Root Feed Dry 18%Ca + 9 %N + 0.5 Bo (Kgs)	3		3		3		3		3		3		18	3.25	58.50
															<b>381.37</b>

Finca Bellamar 10 agropecuarias Bellamar Tiquisate 2,015

## 6.10 Variable respuestas:

### 6.10.1 Porcentaje de efectividad de control

Para calcular el porcentaje de control se estimó la cobertura del helecho (*Nephrolepis cordifolia*) en las áreas con tratamiento y sin tratamiento por medio de la densidad por metro cuadrado y altura de helechos para luego realizar un conteo de helechos sobrevivientes después de la aplicación los cuales sirvieron como datos para ser analizados estadísticamente.

**Cuadro 5.** Numero de helechos por tratamiento antes de aplicación.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5
T1	550	550	550	550	550
T2	550	550	550	550	550
T3	550	550	550	550	550
T4	550	550	550	550	550
T5	550	550	550	550	550

Los datos del cuadro se obtuvieron de realizar un conteo por tratamiento dejando una población uniforme por repetición para hacer un total de 2,750 helechos por tratamiento.

**Cuadro 6.** Helechos sobrevivientes después de aplicación

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	promedio
T1	39	40	35	43	32	37.80
T2	35	38	39	42	31	37.00
T3	36	29	14	36	17	26.40
T4	38	55	41	69	47	50.00
T5	555	555	555	555	555	555.00

Una semana después de aplicación se realizó un conteo de helechos que no fueron controlados por la aplicación de Glifosato más Sulfato de Amonio para luego ser restados del total.

**Cuadro 7.** Capacidad de control expresado en porcentaje.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	promedio
T1	81.52%	80.95%	83.72%	79.23%	85.32%	82.15%
T2	83.72%	82.08%	81.52%	79.81%	85.84%	82.59%
T3	83.18%	86.88%	94.07%	83.18%	92.7%	88.00%
T4	82.08%	71.79%	80.38%	61.88%	76.85%	74.60%
T5	0%	0%	0%	0%	0%	0.00%

Para determinar el porcentaje de control se tomó el dato total de helechos antes de aplicación y sobrevivientes después de la misma.

#### **6.10.2 Días control de maleza Helecho Cola de Quetzal**

Se determinó como aceptable un porcentaje de control del 80% como satisfactorio, el número de días control en cada tratamiento se determinó cuando la parcela evaluada presento un control por debajo de la cifra aceptable. (Tasistro, 2,000).

**Cuadro 8.** Días control obtenidos en los tratamientos después de aplicación

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	promedio	semanas
T1	60	50	47	56	56	53.80	7.69
T2	52	62	54	52	62	56.40	8.06
T3	58	63	63	66	63	62.60	8.94
T4	46	50	49	52	47	48.80	6.97
T5	0	0	0	0	0	0.00	0.00

Para la determinación del dato de días control se inició el conteo de días control después de que el 80% de los helechos tratados estuvieran controlados.

### 6.10.3 Densidad de helechos

**Cuadro 9.** Densidad de helechos por tratamiento.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Total
T1	550	550	550	550	550	2750
T2	550	550	550	550	550	2750
T3	550	550	550	550	550	2750
T4	550	550	550	550	550	2750
T5	550	550	550	550	550	2750

Se realizó un conteo por cada una de las repeticiones del ensayo dejando una población uniforme de 550 helechos por repetición tomando en cuenta la altura con referente para la selección.

### 6.10.4 Rendimiento de fruta de banano.

De los cuatro surcos comprendidos en la unidad experimental se cosecharon los dos del centro dejando los dos surcos de los lados como efecto de borde, para ello se utilizó una pesa tipo romana para realizar los pesos de racimos en campo y una pesa milimétrica para perfilar los racimos en bacadilla (planta de procesamiento o de empaque).

#### **Aprovechamiento kg /ha de fruta de banano de exportación.**

Este dato se refiere al peso de fruta aprovechable en kilogramos por hectárea, este dato se obtuvo al perfilar un racimo (evaluación del racimo para determinar las causas de pérdida de fruta, potencial del racimo y factor de conversión) y multiplicar el peso de fruta aprovechable de ese racimo por el promedio de la densidad de población (número de plantas/hectárea).

**Cuadro 10.** Rendimiento en kilogramos por tratamiento.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	promedio
T1	27.28	28.42	26.45	29.59	26.67	27.68
T2	31.49	24.98	29.82	28.82	28.89	28.80
T3	31.55	29.53	30.46	29.77	27.41	29.74
T4	28.23	28.24	29.82	27.31	27.76	28.27
T5	23.59	24.11	28.17	24.58	25.69	25.23

Para el cálculo de este dato se pesó el total de manos y pinzote de los racimos de cada repetición para sacar un peso promedio del total de los racimos cosechados por tratamiento.

**Cuadro 11.** Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	promedio
T1	45018.37	46889.46	47622.92	48820.42	44000.5	46470.33
T2	51956.36	41208.84	49209.61	47667.83	46088.63	47226.25
T3	49486.53	48730.61	50257.42	49112.31	45295.29	48576.43
T4	46575.12	46590.08	49209.61	45063.28	45811.71	46649.96
T5	38918.62	39779.32	46477.82	40550.21	46253.29	42395.85

El dato fue obtenido de multiplicar el peso promedio de fruta de los tratamientos por la densidad de plantas por hectárea (1,650 plantas) para el análisis estadístico se realizó la conversión a toneladas.

#### **Factor de crecimiento de brotes laterales de banano (hijos) cm/semana.**

Para la estimación de la tasa de rendimiento de racimos por año se tomaron medidas de altura de los brotes laterales (hijos de banano) de plantas en estado de parición (inflorescencia) antes de aplicación de Glifosato más Sulfato de Amonio y durante las semanas de control para verificar el efecto de cada uno de los tratamientos en cuanto a semanas a parición o promedio de crecimiento por semana de los brotes.

**Cuadro 12.** Crecimiento promedio de brotes laterales en centímetros por semana.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	promedio	* 52 Semanas año	tasa de racimos por año
T1	8.67	8.15	10.20	9.45	10.50	9.39	488.49	1.53
T2	9.30	8.30	10.40	10.00	11.00	9.80	509.60	1.59
T3	9.80	8.50	10.00	10.54	11.60	10.09	524.58	1.64
T4	8.11	8.46	9.52	10.00	10.89	9.40	488.59	1.53
T5	7.60	7.85	8.20	8.32	9.45	8.28	430.77	1.35

Para obtener el dato de crecimiento de brotes se tomaron 10 plantas recién paridas (semana 0 de inflorescencia) por repetición dándoles seguimiento de crecimiento por semana hasta llevarlas a parición obteniendo el dato de racimos por año.

\* 52 semanas que comprende el año bananero.

## **6.11 Análisis de la información.**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable bajo estudio; en los casos donde existió significancia estadística entre tratamientos, se realizaron las pruebas múltiples de medias de Tukey para determinar diferencias reales entre tratamientos.

### **6.11.2 Análisis económico**

Para determinar la relación beneficio/costo para cada tratamiento a evaluar se utilizó la metodología de presupuestos parciales.

#### **Presupuesto parcial**

Este método se utilizó para obtener los costos de los datos experimentales y beneficios de los tratamientos alternativos. El presupuesto parcial no incluye todos los costos de producción sino solo los que fueron afectados por los tratamientos alternativos que se consideraron.

### Costo de materiales utilizados

Los implementos utilizados para la investigación fueron proporcionados por la Finca Bellamar 10, tanto equipo de protección personal, químicos y de medición. Para tener referencia de costos de materiales por unidad se solicitó información a la bodega de agricultura.

**Cuadro 13.** Costos de materiales utilizados.

Material	unidad	Precio x unidad
Glifosato	L	Q26.27
Asperjadora	Unidad	Q611.61
Sulfato de Amonio	Kg	Q1.29
Cinta métrica	Unidad	Q22.22
Probeta tipo jarra	Unidad	Q138.00
Boquilla 8002	Unidad	Q50.00
Medidor de ph	Unidad	Q51.00
Adherente	Unidad	Q15.00
Botas hule	Par	Q40.17
Overol	Unidad	Q112.00
Mascarilla	Unidad	Q84.00
Lentes	Unidad	Q8.21
Espaldera	Unidad	Q32.00
Sombrero	Unidad	Q11.60
Jabón	Unidad	Q4.00

Bodega Bellamar 10 (2,015)

### Tasa marginal de retorno a capital. (TMR%)

Puede ser vista como la tasa de descuento que hace que el incremento con los beneficios al final del ciclo de producción sea exactamente igual al incremento de los costos que varían a lo largo de la producción.

$$\text{TMR} = \frac{\text{IN}}{\text{CE}}$$

IN= incremento marginal e ingreso neto

CE= incremento marginal en costos efectivos

Partiendo del precio de compra de cada producto y mano de obra se procedió a calcular el costo total por mezcla o tratamiento, y a su vez el costo por el total de días que el tratamiento ejerció un control bueno a aceptable, el costo por día de cada tratamiento se obtuvo de dividir el costo total de cada mezcla por el total de los días control efectivo obtenidos en cada tratamiento.

**Cuadro 14.** Costos de mezcla de aplicación para control heleichos

Tratamiento	unidad	Cantidad	costo unitario	subtotal	total	días control	costo día
T1	jornal	1	Q 90.50	Q 90.50			
	litros	5	Q 26.27	Q 131.35	Q 221.85	53.8	Q 4.12
	kilos	0	Q 1.29	Q -			
T2	jornal	1	Q 90.50	Q 90.50			
	litros	4	Q 26.27	Q 105.08	Q 198.16	56.4	Q 3.51
	kilos	2	Q 1.29	Q 2.58			
T3	jornal	1	Q 90.50	Q 90.50			
	litros	3	Q 26.27	Q 78.81	Q 171.89	62.6	Q 2.75
	kilos	2	Q 1.29	Q 2.58			
T4	jornal	1	Q 90.50	Q 90.50			
	litros	2	Q 26.27	Q 52.54	Q 145.62	48.8	Q 2.98
	kilos	2	Q 1.29	Q 2.58			
T5	jornal	0	Q 90.50	Q -			
	litros	0	Q 26.27	Q -	Q -	0	Q -
	kilos	0	Q 1.29	Q -			

Finca Bellamar 10 Agropecuarias Bellamar, Tiquisate.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

**Cuadro 15.** Análisis de varianza, variables evaluadas.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Control helechos	Helechos sobrevivientes	Rendimiento kg/tratamiento	Rendimiento kg/ha	Media de crecimiento /cm
Total	24					
Repetición	4	3.15*	3.31*	1.48 NS	1.13 NS	28.9*
tratamientos	4	469.78*	9576.1*	3.72*	5.3*	15.4*
Error	16					

\*= Significancia a la probabilidad de 5% de cometer error tipo I  
 NS= no significancia

Como podemos observar en el cuadro 15 existe significancia estadística entre las variables evaluadas por lo que se realizó la prueba de Tukey para los distintos parámetros evaluados.

### 7.1 Control de helechos

Existe alta significancia estadística entre tratamientos y repeticiones en tal sentido se acepta la hipótesis alternativa y se realiza la prueba múltiple de Tukey.

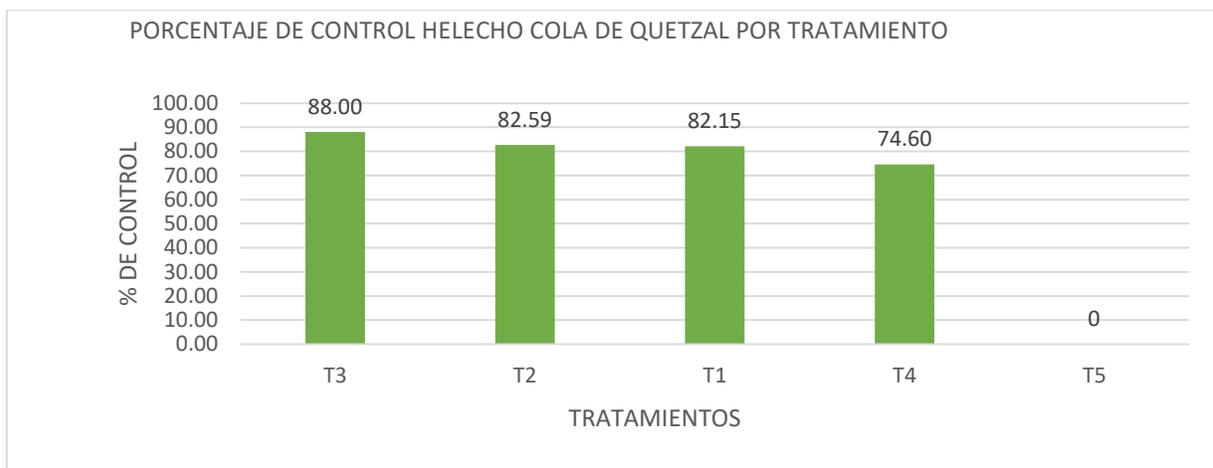
**Cuadro 16.** Análisis de varianza para porcentaje de eficacia de control de helechos

$\bar{X} = 65.47$						Código Tukey		
FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.05			
TOTAL	24	27658.01				T3	88.00	A
REPETICION	4	182.63	45.65	3.15	3.01*	T2	82.59	B
TRATAMIENTO	4	27243.41	6810.85	469.78	3.01*	T1	82.15	B
ERROR	16	231.97	14.498			T4	74.60	C
						T5	0	0

MDS=5.10      CV=5.8

Como se puede observar en el cuadro 16, el control de Helechos Cola de Quetzal fue superado significativamente por el tratamiento 3 obteniendo un 88% de control sobre los demás. No obstante, los tratamientos 2 y 1 obtuvieron un resultado satisfactorio en cuanto a control obteniendo un control arriba del 80%.

**Figura 4.** Porcentaje de control mezcla Glifosato más Sulfato de Amonio.



La grafica 4 muestra el comportamiento de los tratamientos en cuanto a control mostrando como dominante al tratamiento 3.

## 7.2 Helechos sobrevivientes después de aplicación.

Existe significancia estadística entre tratamientos y repeticiones en tal sentido se acepta la hipótesis alternativa y se realiza la prueba múltiple de Tukey para la determinación del mejor tratamiento.

**Cuadro 17.** Análisis de varianza para helechos sobrevivientes a la aplicación.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.05	Código Tukey.		
						T3	T4	T5
TOTAL	24	1072576.6				26.40	37.00	550.00
REPETICIÓN	4	542.2	135.55	3.31	3.01*	37.80		
TRATAMIENTO	4	1570099	392524.7	9576.1	3.01*	50.00		
ERROR	16	655.84	40.99					

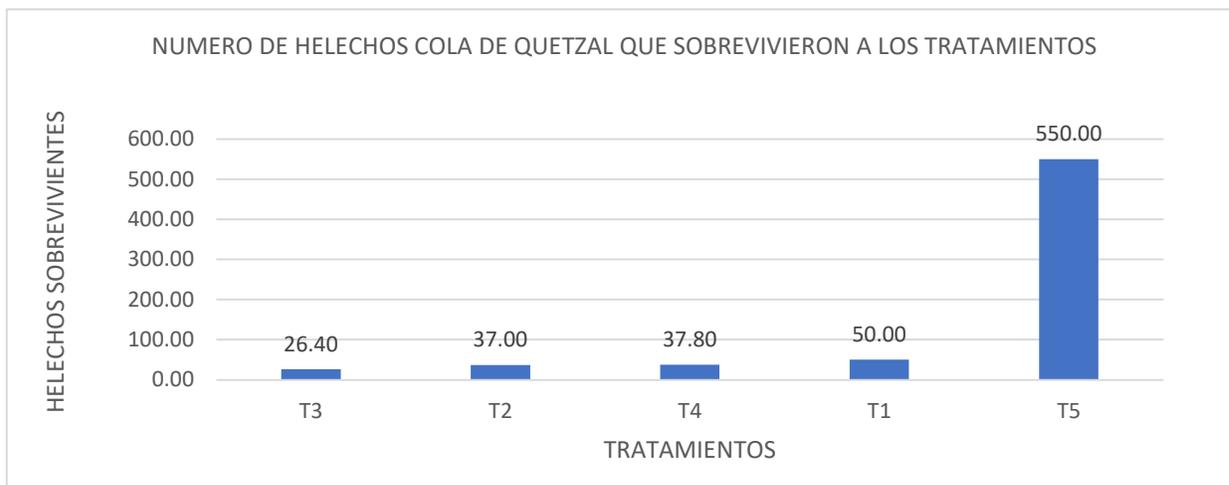
MDS=8.58

CV= 4.5

El resultado estadístico obtenido sobre el análisis de sobrevivencia de helechos después de aplicación muestra claramente que el tratamiento 3 fue el que mostro un porcentaje menor en cuanto a resistencia a la aplicación por arriba de los tratamientos 2 y 4 que mostraron un resultado bastante similar cabe mencionar que

el muestreo se realizó 15 días después de aplicación para mayor efecto de la mezcla aplicada.

**Figura 5.** Número de helechos por tratamiento que mostraron resistencia a la aplicación



### 7.3 Rendimiento de fruta en kg/tratamiento.

Existe significancia estadística entre tratamientos en tal sentido se acepta la hipótesis alternativa.

**Cuadro 18.** Análisis de varianza para determinar rendimiento entre tratamientos.

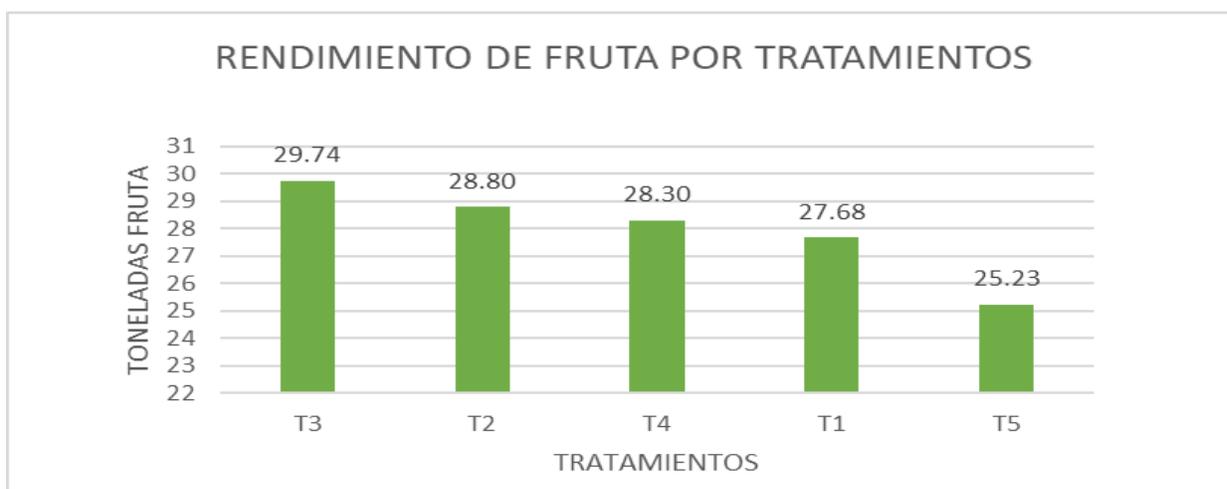
$\bar{X}=27.94$						Código Tukey.	
FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA A 0.05		
TOTAL	24	113.5				T3	29.7
REPETICIÓN	4	12.32	3.08	1.13	3.01 NS	T2	28.8
TRATAMIENTO	4	57.63	14.41	5.3	3.01 *	T4	28.3
ERROR	16	43.5	2.72			T1	27.6
						T5	25.2
							3
							B

MDS=2.2 CV=5.  
1 9

A pesar de que no existe significancia entre repeticiones, pero según la clasificación de Tukey si existe entre tratamientos la cual muestra que el tratamiento

predominante es el número 3 con una diferencia de 0.94 toneladas, con respecto al tratamiento 2 que es el más cercano en cuanto a rendimiento y de 4.51 toneladas con el último tratamiento en este caso el número 5 cabe mencionar que los datos de rendimiento fueron convertidos a toneladas para su análisis por lo que 0.94 toneladas de diferencia equivale a 940 kg de fruta estos es igual a 50 cajas de banano de exportación.

**Figura 6.** Rendimiento en toneladas de fruta de banano por tratamiento



#### 7.4 Rendimiento de fruta en kg/hectárea

Existe significancia estadística entre tratamientos no obstante no existe entre repeticiones.

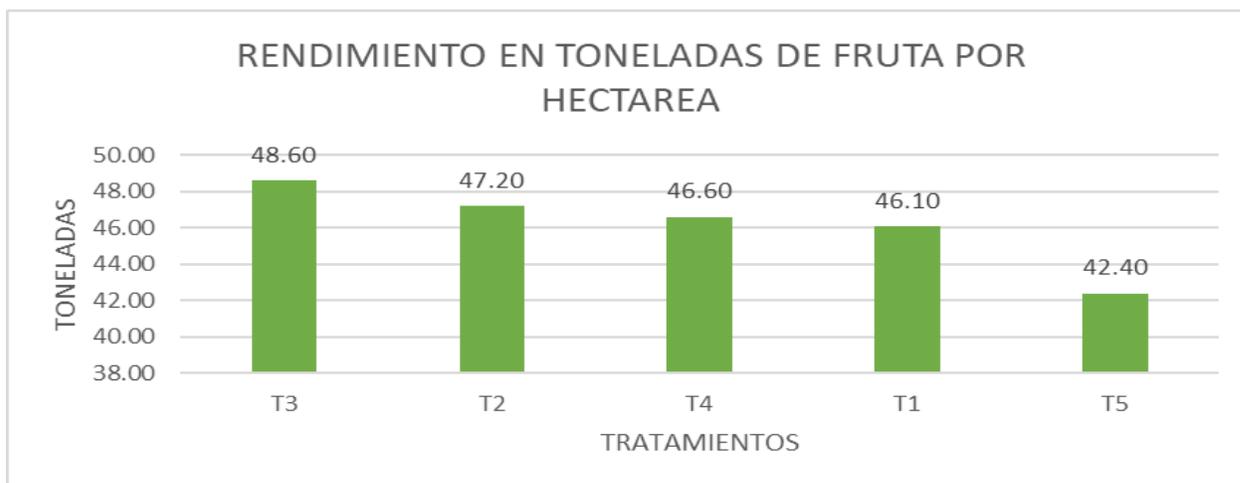
**Cuadro 19.** Análisis de varianza para determinar significancia entre tratamientos en cuanto a rendimiento por hectárea en (kg/Ha.).

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.05	Código Tukey
TOTAL	24	264.8				T3 48.6 A
REPETICIÓN	4	42.52	10.63	1.48	3.01 NS	T2 47.2 A
TRATAMIENTO	4	107.13	26.78	3.72	3.01 *	T4 46.6 A
ERROR	16	115.1	7.19			T1 46.1 A
						T5 42.4 B

$\bar{X} = 46.3$   
MDS=3.6 CV=5.8

Como muestra el cuadro 19 y según la clasificación de Tukey existe significancia entre tratamientos y como en los resultados anteriores de rendimiento por tratamiento el que sigue manifestándose como predominante estadísticamente es el número 3 en este caso con tres tratamientos muy cercanos para lo que se tomara como referencia al más representativo en este caso el número 2 que está a 1.40 toneladas de fruta de diferencia esto equivale a 1,400 kg que transformados a cajas de exportación son 74.39 cajas por hectárea cultivada.

**Figura 7.** Rendimiento en toneladas de fruta por hectárea



### 7.5 Crecimiento promedio de brotes laterales en centímetros por semana.

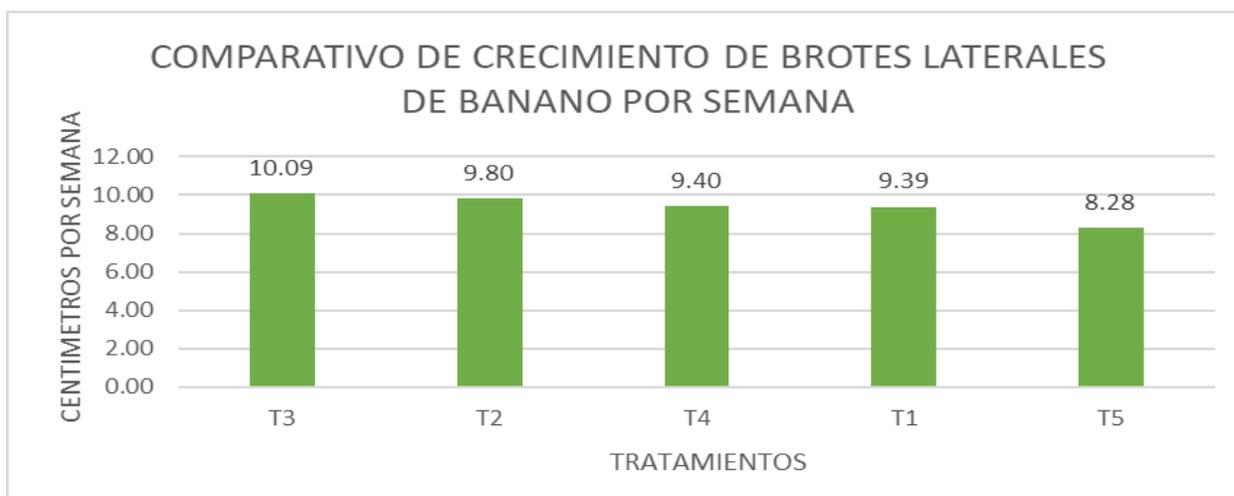
**Cuadro 20.** Análisis de varianza para crecimiento de brotes laterales por semana.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA 0.05	Código Tukey		
						T3	T2	T4
TOTAL	24	29.9				10.09	9.80	9.40
REPETICIÓN	4	18.05	4.51	28.9	3.01*			
TRATAMIENTO	4	9.39	2.35	15.4	3.01*	9.39		
ERROR	16	2.5	0.16			8.28		

Tomando en cuenta los datos obtenidos al realizar los diferentes análisis estadísticos podemos constatar que en cuanto a crecimiento de brotes por tratamiento el que mejor resultado obtuvo es el tratamiento 3 con un promedio de crecimiento 10.09 cm por semana este dato nos hace referencia para calcular la tasa de racimos por año tomando en cuenta que la altura promedio de parición de

la planta de banano variedad gran enano esta en 3.20 metros y considerando las 52 semanas que componen el año bananero se estima que la tasa de racimos del tratamiento 3 es de 1.64 racimos por año.

**Figura 8.** Comparativo de crecimiento de brotes laterales de banano por semana



**7.6** Análisis económico para determinar la rentabilidad beneficio-costo para cada uno de los tratamientos a evaluar.

**Cuadro 21.** Beneficio costo y rentabilidad de tratamientos

T	costo aplicación	semanas control	ciclos año	costo total año	costo testigo	beneficio costo/ha/año	%	rentabilidad
T1	Q 221.00	8.00	6.50	Q 1,436.50	Q 1,820.00	Q 383.50	0.21	21.07 %
T2	Q 198.00	8.00	6.50	Q 1,287.00	Q 1,820.00	Q 533.00	0.29	29.29 %
T3	Q 172.00	9.00	5.78	Q 993.78	Q 1,820.00	Q 826.22	0.45	45.40 %
T4	Q 145.00	7.00	7.43	Q 1,077.14	Q 1,820.00	Q 742.86	0.41	40.82 %
T5	Q 140.00	4.00	13.00	Q 1,820.00	Q 1,820.00	Q -	0.00	0.00

De acuerdo a los datos obtenidos en la relación beneficio-costo de presupuestos parciales de cada tratamiento sometido a diferencias entre costo de aplicación anual y ciclo convencional de finca Bellamar 10 de 4 semanas donde se encontraba la mayor presencia de helecho cola de quetzal dio como resultado que el mejor tratamiento es el 3 con un beneficio costo de 826 quetzales a favor y una rentabilidad de 45.40 % anual al efectuar un control de 9 semanas expresado en 6 ciclos de aplicación.

## VIII CONCLUSIONES

Se concluye que la presencia del helecho cola de quetzal en el cultivo de banano es perjudicial para el desarrollo y producción afectando directamente el peso de racimos.

El tratamiento 3, en cuanto a capacidad para el control del Helecho Cola de Quetzal, estadísticamente fue diferente y mayor a los tratamientos 1, 2, 4, los cuales reflejaron tener cierto grado de eficacia con diferencias significativas entre sí, siendo todos ellos mayores al tratamiento 5 el testigo absoluto.

Días control del Helecho Cola de Quetzal en el cultivo de Banano el tratamiento 3 presentó el mayor número de días control con un promedio de 8.94 semanas controladas sobrepasando el ciclo normal de herbicida de la finca Bellamar 10, que es de 6 semanas por lo que se llegó a la conclusión de que utilizando el tratamiento 3 bajarán los ciclos de control de 8.7 a 5.83 ciclos por año.

Rendimientos obtenidos muestran que el tratamiento con el resultado predominante es el número 3 con una diferencia de 6.2 toneladas de fruta obtenida con respecto al tratamiento 5 que es el testigo absoluto sin ningún tipo de control.

El crecimiento y rendimiento de brotes laterales de banano se ve afectado por la presencia de Helechos Cola de Quetzal en la mesa del cultivo, como lo muestran las mediciones de crecimiento donde el testigo absoluto sin ningún tipo de control obtuvo un promedio de crecimiento por semana de 8.28 cm. mientras que el tratamiento 3 obtuvo un promedio de 10.9 cm. de crecimiento esto nos da una diferencia de 2.6 cm. tomando en cuenta que la altura promedio de parición de la planta de banano variedad gran enano esta en 3.20 m. y considerando las 52 semanas del año se estima que la tasa de racimos por año del tratamiento 3 es de 1.64 comparado con el tratamiento 5 sin ningún tipo de control que es de 1.34 racimos por año.

Todos los tratamientos mostraron un control satisfactorio sobre el helecho cola de quetzal sobrepasando las seis semanas de ciclo normal de aplicación.

Se concluye de acuerdo a la evaluación que no existió resistencia de parte del helecho cola de quetzal sobre ninguna de las dosis aplicadas.

El tratamiento que mostro el mejor beneficio costo obteniendo 826 quetzales de ahorro anual fue el tratamiento 3 con un efecto control de 9 semanas y una rentabilidad de 45.40 %

Debido a que todos los tratamientos fueron sometidos a un beneficio costo el tratamiento 1 obtuvo un 21% fue el que menor rentabilidad obtuvo en cuanto a las variables evaluadas además de ser el tratamiento menos atractivo económicamente por su alto costo.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Para efectos de control del Helecho Cola de Quetzal en el cultivo de Banano se recomienda utilizar el tratamiento número 3 con una dosis de 3 litros de glifosato más 2 kilogramos de sulfato de amonio en mezcla con 200 L de agua.

Teniendo un efecto de control satisfactorio de 9 semanas sobre el helecho Cola de Quetzal en el cultivo de Banano y un costo de Q 2.27 por día se recomienda el tratamiento 3 para la disminuir los ciclos de herbicida por año para el control de malezas.

Se recomienda tomar en cuenta los aspectos climáticos, tales como temperatura, 22 grados centígrados, lluvia al momento de aplicar además de la lámina de riego que para la evaluación fue de 7 mm un día antes y el pH de la mezcla debe de ser de 4.5, se debe utilizar adherente al momento de la aplicación para no tener ningún inconveniente con la efectividad de la aplicación.

La aplicación se debe dejar reposar 24 horas sin aplicar riego para garantizar la efectividad y penetración del producto.

Se recomienda realizar aplicaciones en diferentes etapas de crecimiento del helecho cola de quetzal para encontrar el control más per duradero ya que en esta evaluación se realizó en la etapa de adulto.

El encontrar alternativas de uso en jardinería o comercialización para arreglos florales para el helecho sería una forma más noble de controlarlo y más amigable con el medio ambiente.

Realizar análisis de suelo antes y después de la aplicación de herbicidas para descartar problemas de residuos tóxicos que afecten el desarrollo del cultivo.

Se recomienda generar investigaciones agronómicas sobre distintas dosis y métodos de control donde no sea necesario la utilización de herbicidas químicos, que estas evaluaciones sean con más enfoque orgánico para no generar efectos residuales en la producción y que sean más nobles con el medio ambiente para poder cumplir con los requisitos de certificaciones ambientales y de exportación.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, y E. Rengifo (2006). **Contenido de metales en helechos sobre suelos potencialmente contaminados en Venezuela. Libro de resúmenes del IX Congreso Latinoamericano de Botánica.** Edit. Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael Ma. Moscoso. Santo Domingo. 291 p
- Álvarez, P. (2006). **Evaluación del desmane en el racimo de banano (*Musa sapientum*, var. *grand naine*) para el aprovechamiento de calidad de exportación en la finca Santa Irene,** Santo Domingo, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, URL. 67 Pag.
- APIB **Asociación de Productores Independientes de Banano** [www.APIB.com.GT](http://www.APIB.com.GT) 2014
- Arévalo., G. (2008). **Suelo y Herbicida.** Zamorano. Honduras.
- Azurdia, C. (1981). **Estudio de las malezas en Valles de Oaxaca.** Chapingo,
- Burril L. y Locatelli E. 1977. **Manual de Campo para la Investigación en Control de malezas** Internacional Plant Protection Center Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.
- Castillo, C. (2008). **Control de Malezas** (S. Juárez, Entrevistador)
- Custodio, J. (2009) **Producción de banano en Guatemala** (entrevista). Tiquisate, Escuintla, COBIGUA Costa Sur.
- Chaila, S. (1980). **Métodos de evaluación de malezas para estudios de población y de control.** integración de conocimientos teóricos y prácticos mediante métodos de relevamiento y evaluación de malezas en una práctica a campo revista asam México.
- Disagro (1994). **Suplemento Prensa Libre, beneficios del SAM en el suelo Guatemala.**
- Fernández, e; García, v. (1970). **Contribución al estudio de la fertilidad de los suelos de los banales de Isla Tenerife.** Tenerife, España.
- Foragro. (2003). **Hojas técnicas de manejo de malezas,** Guatemala.
- Gerardo E. (2009). **Catálogos de Herbicidas Zafra 08-09.** Guatemala: Cengicaña.

- Guerra J. (2013). **Comercialización producción de banano y proyecto de producción de rosa de jamayca Tiquisate, Escuintla**. Tesis Lic. Adm. De Empresas, Guatemala. USAC.
- INIBAP, (2001). **Taxonomía de los bananos. (en línea). Montpellier Cedex 5, Francia, consultado 16 jun. 2007.** Disponible en <http://www.inibap.org>
- Juárez S. (2014) **Efectos sinérgicos del sulfato de amonio y el glifosato n-(fosfometil) glicina sobre el control de malezas en el cultivo de banano; ayutla, San Marcos**. Tesis de ingeniero agrónomo Universidad Rafael Landívar.
- Kuehl O. (2000) **principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones** 2da. Edición pag.263
- Leonardo, A. (1998). **Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar** en Guatemala. Guatemala: CENGICAÑA.
- López, R. (2009). **Comportamiento de Herbicidas aplicados a una sola altura en caña de azúcar**. Piracicaba: BASF.
- Martínez, M. (1991). **Taxonomía de malezas. Guatemala**: Monografía Técnica No1 pag 78. [WWW.MONOGRAFIAS.COM](http://WWW.MONOGRAFIAS.COM)
- Monsanto Inc. (2000). **Guía técnica de malezas para el cultivo de Banano**, Guatemala
- NATURLAND. (2001). **Agricultura orgánica en el trópico y subtropico (en línea). 2da. Edición.** Gräfelfing, Alemania, consultado 18 jun. 2007. Disponible en <http://www.naturland.de>
- Pacheco, J. (1981) **Control del helecho (Pteridium aquilinum) en el estado Táchira**. Universidad Nacional Experimental del Táchira.San Cristóbal, Ven. (Mimeografiado).
- Pardo, J. (1983). **El cultivo del banano. Serie cultivos mayor # 7.** EUNED. San José, Costa Rica.
- Pérez, L. y J. J. (1 990). **Control de helechos. localización geográfica del helecho macho Pteridium aquilinum en el estado Táchira**. En Resúmenes Vi Jornadas Técnicas en Biología y Combate de Malezas. San Cristóbal, Venezuela.

- Pinzón A. (1986) **control químico del helecho macho (*Pteridium aquilinum*) en la zona del volcán de panamá pasturas tropicales vol.12 no 3** Panamá 1986
- Ramos, J. (1982). **Estudio Ecológico de las Malezas en el área del Sur-occidente de Guatemala.** Guatemala.
- Rodríguez, J. (1995). **Fisiología da cana de açúcar. Sao Paulo. Universida estadual Paulista.**
- Soto, M. (1992). **Ecología del banano. Cultivo y comercialización.** Editado por Moisés Soto. San José, Costa Rica.
- Tasistro, A. (2000). **Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas.** Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza no. 2000:25-35

# XI ANEXOS

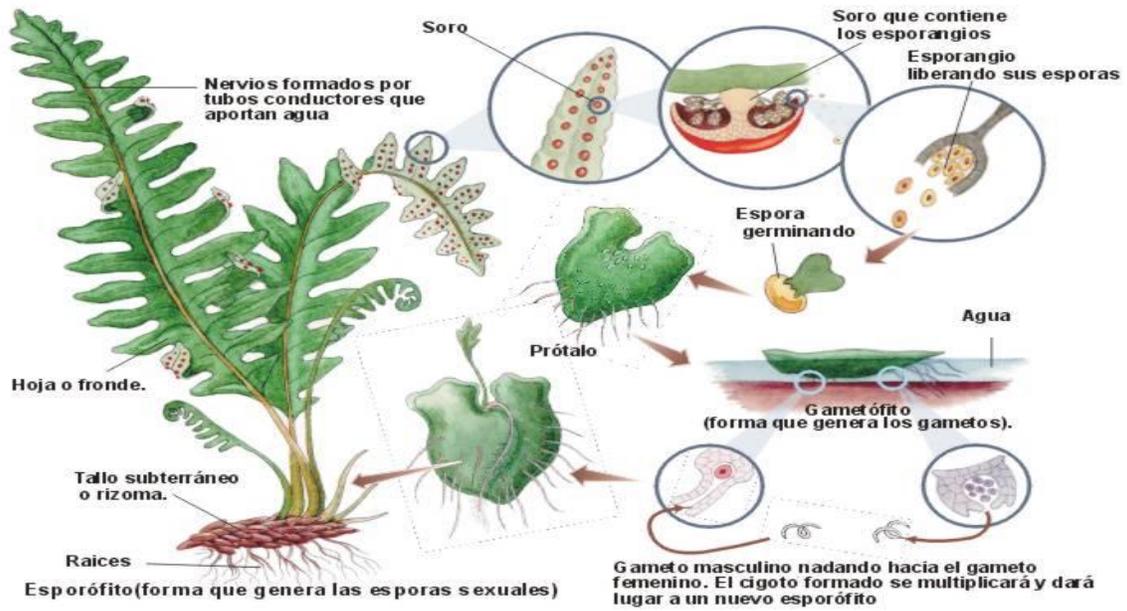
Inicio de problemática

medición de helechos



Helecho compitiendo con brote

Ciclo de vida del Helecho Cola de Quetzal



**DEPARTAMENTO DE NUTRICION VEGETAL  
PROGRAMA DE FERTILIZACION 2015, Actualizado 15 Mayo 2015**

<b>FERTIRIEGO</b>															
<b>FINCAS: BELLAMAR CENTRAL, ESQUIPULAS, POZA VERDE Y ALOTENANGO</b>															
PRODUCTOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$
Nitrato de Amonio (34%N) qq	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50						2.32	2.32	12.14	16.18	196.43
Sulfato de Amonio (21N y 24%S) qq	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50						0.50	0.50	3.50	9.55	33.43
Muriato de Potasio 62% qq	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00						2.00	2.00	14.00	18.35	256.90
Nitrato de Calcio (15.5%N y 26.3% Ca) qq	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50						2.00	2.00	11.50	23.52	270.48
Etibor 14.8%Bo kgs	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25						2.25	2.25	15.75	1.00	15.75
Sulfato de Magnesio (30%MgO, 15%S) Kgs.	27.27	27.27	27.27	27.27	27.27						27.27	27.70	191.32	0.50	95.66
Multi Zinc (35%Zn, 44%S) Kgs	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40						1.40	1.40	9.80	1.83	17.93
Root Feed Dry 18%Ca + 9 %N + 0.5 Bo (Kgs)	3.00		3.00		3.00						3.00		12	3.24	38.88
<b>TOTAL FERTIRIEGO</b>														<b>925.45</b>	

<b>FERTILIZACION MANUAL</b>															
PRODUCTOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$
FORMULA. (11.35%N,2.70%P, 20.20%K, 5% Mg, 2.12% CaO, 7% S, 0.1%Bo., 0.22% Zn.) qq						5	5	5	5	5			25	17.28	432.00
Sulfato de Amonio (21N y 24%S) qq					3						4		7	9.55	66.85
MANO DE OBRA					0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		3.50	14.38	50.33
<b>TOTAL MANUAL</b>														<b>549.18</b>	

<b>FERTILIZACION FOLIAR</b>															
PRODUCTOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$
Pro Magnesio (10N, 12Mg) Lts	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18	3.31	59.58
Pro Boro-Zinc (4Zn, 2B) Lts	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	18	4.03	72.54
Pro Calcio (20Ca) Lts	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	12	3.00	36.00
<b>TOTAL FOLIAR</b>														<b>168.12</b>	

<b>REFUERZOS AREAS POBRES</b>															
PRODUCTOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$
Technigro 20-18-20 + 1% S, 0.01% B, 0.01% Cu, 0.05% Fe, 0.02% Mn, 0.07% Mo, 0.01% Zn (Kgs)	4	4	4	4	4						4	4	28	3.82	106.96
Root Feed Dry 18%Ca + 9 %N + 0.5 Bo (Kgs)	3	3	3	3	3						3	3	21	3.24	68.04
Nutrisorb L (25% ácidos carboxílicos) Lts	1	1	1	1	1						1	1	7	11.42	79.94
Etibor 14.80%Bo kgs	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						0.7	0.7	4.90	1.00	4.90
<b>TOTAL FOLIAR</b>														<b>259.84</b>	

**APORTES NUTRICIONALES (Kilogramos de ingrediente activo/Ha)**

SISTEMA DE APLICACIÓN	N	P	K	Mg	Ca	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn	Mo	Acido Carboxi
FERTIRIEGO	305.79	0.00	394.55	57.40	138.87	71.11	2.37	3.43					
MANUAL	195.39	30.62	229.07	56.70	24.04	155.58	1.13	2.49					
FOLIAR	1.80	0.00	0.00	2.16	2.40	0.00	0.36	0.72					
<b>TOTAL</b>	<b>502.98</b>	<b>30.62</b>	<b>623.62</b>	<b>116.26</b>	<b>165.31</b>	<b>226.70</b>	<b>3.86</b>	<b>6.64</b>					
REFUERZOS AREAS POBRES	7.49	5.04	5.60	0.00	3.78	0.03	0.79	0.03	0.28	0.14	0.56	0.20	1.75
<b>TOTAL NUTRIENTES</b>	<b>510.47</b>	<b>35.66</b>	<b>629.22</b>	<b>116.26</b>	<b>169.09</b>	<b>226.72</b>	<b>4.65</b>	<b>6.67</b>	<b>0.28</b>	<b>0.14</b>	<b>0.56</b>	<b>0.20</b>	<b>1.75</b>

<b>COSTO</b>							
FINCA	AREA POBRE (Has:)	AREA TOTAL DE LA FINCA (Has.)	REFUERZO AREA POBRE (\$)	FERTIRIEGO (\$)	FOLIAR (\$)	MANUAL (\$)	TOTAL (\$)
BELLAMAR 1	30	254.11	30.68	925.45	168.12	549.18	1673.43
BELLAMAR 2	35	271.59	33.49	925.45	168.12	549.18	1676.24
IXTEPEQUE 3	30	193.51	40.28	925.45	168.12	549.18	1683.04
IXTEPEQUE 4	31	207.91	37.49	925.45	168.12	549.18	1680.25
BELLAMAR 6	50	326.63	39.78	925.45	168.12	549.18	1682.53
BELLAMAR 7	45	340.11	34.38	925.45	168.12	549.18	1677.13
BELLAMAR 8	95	311.72	79.19	925.45	168.12	549.18	1721.94
BELLAMAR 9	60	298.46	52.24	925.45	168.12	549.18	1694.99
BELLAMAR 10	70	316.64	57.44	925.45	168.12	549.18	1700.20
BELLAMAR 12	40	308.45	33.70	925.45	168.12	549.18	1676.45
BELLAMAR 14	70	310.52	58.58	925.45	168.12	549.18	1701.33
<b>AREA TOTAL</b>	<b>556</b>	<b>3139.65</b>					1687.96

## Aplicación tratamientos



Área de tratamientos antes de evaluación



Tratamiento 3 helecho controlado



helechos 3 días después de aplicar



Conteo de helechos

Aplicación tratamientos

4 semanas control



Inicio de evaluación

4 días después de aplicación



Helechos controlados



medición de brotes



Pesado de fruta en empacadora



selección de fruta

Inicio de rebrotes de helechos



control no satisfactorio



Altura de helechos



cola de quetzal si no se controla



## XII CRONOGRAMA DE TRABAJO

**Cuadro 21.** Cronograma de actividades.

**X = SEMANAS**

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>MES 1 Agosto</b>	<b>MES 2 Septiembre</b>	<b>MES 3 Octubre</b>	<b>MES 4 Noviembre</b>	<b>MES 5 Diciembre</b>	<b>MES 6 Enero</b>
<b>Preparación de tratamientos conteos de maleza</b>	<b>XX</b>					
<b>Aplicaciones de dosis</b>		<b>X</b>				
<b>Manejo del experimento</b>		<b>XX</b>	<b>XX</b>	<b>XX</b>	<b>XX</b>	
<b>Sondeo de rebrote:</b>		<b>XX</b>	<b>XX</b>	<b>XXXX</b>	<b>XX</b>	
<b>Cosecha de fruta</b>				<b>XX</b>	<b>XXX</b>	
<b>Toma de datos</b>	<b>XXXX</b>	<b>XXXX</b>	<b>XXXX</b>	<b>XXXX</b>	<b>XX</b>	
<b>Análisis de la información</b>					<b>XX</b>	<b>XXXX</b>
<b>Elaboración de informe final</b>						<b>XXXX</b>