

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

USO DEL ACEITE AGRICOLA EN COMBINACION CON HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE
MALEZAS EN BANANO *Musa sapientum* L. IZABAL, GUATEMALA.

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JULIO ALFONSO CORDON CAMBRONERO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2003

DIGITALIZADO

DL
01
T(2012)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERRO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- | | |
|----------------|---|
| DECANO: | Dr. Ariel Abderraman Ortiz López |
| VOCAL PRIMERO: | Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel |
| VOCAL SEGUNDO: | Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle |
| VOCAL TERCERO: | Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz |
| VOCAL CUARTO: | Br. Luis Antonio Raguay Pirique |
| VOCAL QUINTO: | Br. Juan Manuel Corea Ochoa |
| SECRETARIO | Ing. Agr. Pedro Pelaéz Reyes |

Guatemala, julio de 2,003.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguidos señores:

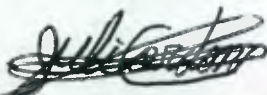
De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

USO DE ACEITE AGRICOLA EN COMBINACION CON HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN BANANO *Musa sapientum* L. IZABAL, GUATEMALA.

Como requisito previo a optar el titulo profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente,



Julio Alfonso Cordón Cambrero
9510308

DIGITALIZADO

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS:** Todopoderoso, por permitirme salir adelante.
- MIS PADRES:** Julio Norberto Cordón Loyo
Rosa Isabel Cambronero Duarte
A ella por su esfuerzo, amor y dedicación.
- MI HERMANA:** Jessica Cordón
Por su amor y apoyo.
- MIS ABUELITOS:** Julio Edmundo Cordón Salguero (QEPD)
Hermelinda Loyo de Cordón
Aníbal Cambronero
Eloisa Duarte de Cambronero
Por sus oraciones y consejos.
- MIS TIOS:** Con mucho cariño.
- MIS PRIMOS:** Con aprecio.
- MI FAMILIA EN GENERAL:** Por el apoyo brindado en el transcurso de mi carrera, especialmente a mi tío Rodolfo Sevillanos.

TESIS QUE DEDICO

A: Dios por darme la fuerza, la sabiduría y la perseverancia para alcanzar las metas propuestas, infinitamente agradecido padre Celestial.

Morales, Izabal.

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Facultad de Agronomía.

Mis amigos en general.

Todas aquellas personas que contribuyeron a mi formación.

AGRADECIMIENTOS

A: Mis asesores de tesis:

Ing. Manuel Martínez

Ing. Pedro Peláez

Por su valiosa colaboración para culminar la presente investigación.

Ings. Juan Herrera, Rolando Aragón, Marvin Salguero por su colaboración indefinida en la investigación.

Finca Agroindustrial Bananera, a todos los trabajadores por su desinteresado apoyo en la realización con éxito de la presente investigación.

INDICE

	PAGINA
Indice	vii
Indice de cuadros	ix
Indice de figuras	xi
Indice de apéndices	xii
Resumen	xiii
1. Introducción	1
2. Definición del problema	3
3. Marco teórico	4
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1. Generalidades de las malezas	4
3.1.1.A. Definición de malezas	4
3.1.1.B. Impacto de las malezas	5
3.1.1.C. Problemas ocasionados por las malezas	5
3.1.2. Generalidades de los herbicidas	6
3.1.2.A. Clasificación por su funcionamiento de los herbicidas	6
3.1.2.B. Por la forma como trabajan los herbicidas	6
3.1.2.C. Clasificación botánica del banano	6
a. Aspectos generales del banano	7
b. Suelos	7
c. Requerimientos climáticos	7
d. Lluvia y humedad	8
e. Luminosidad	8
f. Sistema radicular	8
g. Descripción del cultivo	8
3.1.3. Grupo de herbicidas	9
3.1.3.A. Glufosinato	9
3.1.3.B. Paraquat	9
3.1.3.C. Glifosato	9
3.1.4. Especificaciones de los productos	10
3.1.4.A. Paraquat	10
3.1.4.B. Glifosato	11
3.1.4.C. Glufosinato	12
3.1.4.D. Aceite mineral	13
3.1.5. Tolerancias EPA	17
3.1.6. Definición de variables evaluadas	17
3.1.7. Control de malezas	17
3.1.7.A. Control mecánico	18
3.1.7.B. Control biológico	18
3.1.7.C. Control físico	18
3.1.7. D. Control químico	19
3.2. Marco referencial	19
3.2.1. Parámetros climáticos	19
3.2.2. Parámetros edáficos	20
3.3. Delimitación y vías de acceso	20
4. Objetivos	21

5.	Hipótesis	22
6.	Metodología	23
6.1.	Fase de campo	23
6.1.1.	Fase de reconocimiento	23
6.1.2.	Determinación de especies	23
6.2.	Etapa experimental	23
6.2.1.	Diseño experimental	23
6.2.2.	Unidad experimental	23
6.2.3.	Modelo estadístico	24
6.2.4.	Variables evaluadas	24
6.2.5.	Tratamientos evaluados	25
6.2.6.	Manejo del experimento	26
6.2.7.	Análisis de la información	26
6.2.8.	Análisis económico	26
7.	Resultados	27
7.1.	Primera aplicación de herbicidas	27
7.2.	Segunda aplicación de herbicidas	30
7.3.	Tercera aplicación de herbicidas	34
7.4.	Espectro de control de los herbicidas aplicados	38
7.5.	Período de control de los herbicidas aplicados	39
7.6.	Análisis económico	42
8.	Conclusiones.	44
9.	Recomendaciones.	45
10.	Bibliografía	46
11.	Apéndices	49

INDICE DE CUADROS

1.	Rangos de clasificación de control	25
2.	Descripción de los tratamientos evaluados	25
3.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 1 aplicación	27
4.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 1 aplicación.	28
5.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 1 aplicación	28
6.	Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 1 aplicación	29
7.	Análisis de Varianza para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 1 aplicación	29
8.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 1 aplicación	29
9.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 1 aplicación	30
10.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 1 aplicación	30
11.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 2 aplicación	31
12.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 2 aplicación	31
13.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 2 aplicación	31
14.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 2 aplicación	32
15.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 2 aplicación	32
16.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 2 aplicación	33
17.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 2 aplicación	33
18.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 2 aplicación	33
19.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 3 aplicación	34
20.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 3 aplicación	34
21.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 3 aplicación	35
22.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 3 aplicación	35
23.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 3 aplicación	35

24.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 3 aplicación	36
25.	Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 3 aplicación	36
26.	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 3 aplicación	37
27.	Espectro de control de especies de malezas en el área de ensayo Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal, 2003.	38
28.	Costos variables y presupuesto parcial de los tratamientos evaluados en el control de las malezas en el cultivo de banano <i>Musa sapientum</i> L. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.	42
29.	Análisis de dominancia para los tratamientos bajo estudio, Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal, 2003.	42
30.	Tasa marginal de retorno para los tratamientos seleccionados del análisis de dominancia.	43

INDICE DE FIGURAS

1.	Período de control ejercido por los tratamientos aplicados en la primera aplicación cada 15 días.	39
2.	Período de control ejercido por los tratamientos aplicados en la segunda aplicación cada 15 días	40
3.	Período de control ejercido por los tratamientos aplicados en la tercera aplicación cada 15 días	41

INDICE DE APENDICES

31.A	Resumen para niveles de significancia en los tratamientos de acuerdo al Andeva en el cultivo de banano. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.	50
32.A	Prueba de Medias de Tukey para la variable cobertura de malezas en el cultivo de banano. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.	51
33.A	Distribución de los tratamientos en el campo	52
34. A	Tamaño de la unidad experimental	53
35.A	Ubicación de la Finca Agroindustrial Bananera	54
36.A	Identificación de las malezas en el área de ensayo, Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal, 2003.	55

USO DEL ACEITE AGRICOLA EN COMBINACION CON HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN BANANO *Musa sapientum* L. IZABAL, GUATEMALA.

USE OF AGRICULTURAL OIL IN COMBINATION WITH HERBICIDES FOR WEED CONTROL ON BANANA *Musa sapientum* L. IZABAL, GUATEMALA.

RESUMEN

En el cultivo del banano se llevan una serie de actividades agronómicas como lo es fertilización, deshierpe, control de plagas y enfermedades, dichas actividades se ven obstaculizadas y atrasadas por la presencia de maleza, las cuales compiten con el cultivo por nutrientes, luz, humedad y espacio lo que viene a ocasionar mermas en la producción.

El propósito de la presente investigación fue el uso de aceite agrícola en combinación con herbicidas para el control de malezas en banano *Musa sapientum* L. Izabal, Guatemala. Ya que este proporciono un efecto sinérgico que ayudo a mejorar la adherencia, penetración y translocación, cubrimiento, solubilidad y estabilidad del herbicida en el control de las malezas.

La evaluación se llevó a cabo en la Finca Agroindustrial Bananera, ubicada en la población de Morales, Izabal. Se utilizó para el estudio un diseño en Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones, incluyendo en cada repetición los 6 tratamientos evaluados.

Las variables de respuestas fueron: período de control, espectro de control, tolerancia, período de acción.

Con base en la prueba de medias (Tukey), se determinó que Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, fueron los que reportaron un excelente control. En el análisis económico se encontró que los dos primeros tratamientos mencionados anteriormente proporcionaron una mayor tasa marginal de retorno. Siendo el tratamiento Glufosinato más aceite el que mejor controló eficientemente, un amplio espectro de especies de malezas de hoja ancha y angosta excepto conte *Phyllodemdrom* sp. en el área de estudio mencionada anteriormente, debido a mayor espesor de la cutícula cerosa que posee disminuyendo la penetración del herbicida.

Esto significa que debido al efecto sinérgico permitió controlar un amplio espectro de malezas, tanto de hoja ancha y angosta.

1. INTRODUCCION

Guatemala es un país cuya economía depende básicamente de cultivos de exportación, tales como café, banano, y caña de azúcar, por lo que es importante señalar que hay que producir en forma más rentable para un mejor aprovechamiento de los recursos involucrados en la producción agrícola.

El cultivo del banano se ha venido desarrollando en el departamento de Izabal desde 1935. Actualmente hay cerca de 20 mil has que se cultivan en el país, lo que genera un nivel de exportación de 60 millones de cajas de banano por año, esta actividad proporciona empleo a casi 10 mil personas (11). Las exportaciones de banano representaron en 2002 ingresos de divisas 243 millones de US\$ para el país (11).

Entre las labores claves dentro del cultivo del banano está el control de malezas, debido a que éstas compiten con el cultivo por nutrientes, luminosidad, espacio y agua, además que en algunos casos son hospederos de plagas y enfermedades, influyendo todos estos factores directa o indirectamente en el rendimiento.

El control de malezas se puede realizar en forma manual, pero se limita debido a la gran cantidad de mano de obra necesaria y el, bajo período de control que ejerce sobre las malezas, unido al riesgo de transmisión de enfermedades y dañar a los hijos. Otro método es el control mecánico sin embargo, es inoperante dentro del cultivo. Por último el control químico ha resuelto muchos puntos sobre el control de malezas, pues es fácil, rápido y de largo período de acción.

El presente trabajo estuvo encaminado a describir el comportamiento de cada una de las mezclas, evaluando en el espectro se determinarán las especies que no presentaron síntomas de daño dentro de cada tratamiento (especies resistentes), además el período de control que se refiere al número de días que logró controlar un producto comercial de herbicida en una área determinada, aplicando los herbicidas que tengan control sobre las mismas utilizando en dosis recomendada por el fabricante de Paraquat en dosis de 125cc/bomba, Glifosato en dosis de 100 g /bomba, Glufosinato en dosis de 125cc/bomba, Aceite mineral en dosis de 100cc/bomba, Adherente en dosis de 10cc/bomba en Emulsión brindado un efecto sinérgico con la mayoría de los productos agrícolas registrados, con el propósito de controlar malezas dentro del área de cultivo y en

canales. El desarrollo del trabajo se llevó a cabo en la finca Agroindustrial Bananera, ubicada en el municipio de Morales en el departamento de Izabal.

Para afrontar ésta problemática, se realizó la presente investigación, el uso del aceite agrícola en combinación con herbicidas para el control de malezas en banano *Musa sapientum* L. Izabal, Guatemala. Con el objeto de mejorar su acción de cubrimiento, penetración y translocación, solubilidad, adherencia, y estabilidad.

Sin embargo, la maleza conocida como conte *Phyllodendrom* sp. presentó alta resistencia en todos los tratamientos debido a mayor espesor de la cutícula cerosa que posee disminuyendo la penetración de estos. En cuanto a, el período de control, el tratamiento Glufosinato más aceite proporciono el mejor control.

Para efectos de la evaluación de los tratamientos se estableció un Diseño en Bloques Completos al Azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables de respuesta fueron: período de control, espectro de control, tolerancia, período de acción.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

En Guatemala, principalmente en las zonas bananeras uno de los mayores problemas es la presencia de malezas, las cuales interfieren con el cultivo en la competencia por nutrientes, así como afectan la realización de prácticas agronómicas como fertilización, poda, cosecha y como hospedero de plagas y enfermedades. Además, se busca que se reduzcan los costos de producción y se aumente la rentabilidad.

Las acciones de los productores, ante el problema de la maleza, han sido la mezcla de los herbicidas para aumentar su efecto y ampliar su rango de control, reducir el número de aplicaciones, bajar costos, prolongar su efecto residual. Esto ha generado un alto costo de aplicación, por cantidad de producto, mano de obra, equipo, y otros mas, lo cual ha dado como resultado la necesidad de búsqueda de nuevas alternativas ante esta problemática, resulta necesario experimentar para superar las actuales limitaciones; entre las nuevas opciones tenemos el uso de aceite agrícola en emulsión para aplicaciones más eficientes, menos frecuente hacia el ambiente y en última instancia más económicas.

En base, al establecimiento de restricciones cada vez mayores para el uso de agroquímicos, se han buscado nuevas opciones para el éxito de una buena aplicación para el control de las malezas durante su crecimiento activo, la cual deberá ser: económica, más penetrante, mayor cobertura, mejor adherencia, mayor tiempo de duración, menos tóxica y otros factores más. Y por otro, para brindarle a la emulsión, mejores características al adicionarle un coadyuvante y adherente.

Al alterar el equilibrio ecológico del área por los efectos del monocultivo, esto ha hecho que la acción negativa de las malezas, tengan un efecto cada vez mas frecuente y por lo tanto cada vez más dañino sobre el rendimiento del cultivo.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Generalidades de la maleza

3.1.1.A. Definición de maleza

Para López (1) el término maleza es generalmente conocido en el medio agronómico y se asocia casi siempre a factores indeseables (plagas y enfermedades), que afectan a los cultivos.

Martínez (19) considera que una maleza puede ser definida de diferentes maneras, según la ciencia que la estudie. En criterio agronómico se define como planta no deseable que crece en competencia con el cultivo, ajeno éste. La ecología dice que no hay malezas y botánicamente son plantas que todavía no se les ha dado la oportunidad de ser de alguna utilidad para el hombre.

“Para que una planta sea considerada maleza, tiene que poseer un grado de malherbosidad, que es la habilidad que tienen ciertas plantas de interferir con una planta de importancia económica, en cuanto a luz, nutrientes, agua, espacio, en tal forma que reduce las ganancias que se lograrían si no existiesen” (22).

López (1) menciona que maleza ideal es aquella que reúne las siguientes características:

- a. puede germinar aun bajo condiciones ambientales adversas
- b. sus semillas muestran gran longevidad
- c. muestra un desarrollo vegetativo
- d. tienen un corto período vegetativo antes de iniciar la floración
- e. mantiene una continua producción de semilla
- f. autocompatible pero no obligatoriamente presenta autopolinización
- g. la polinización puede ser realizada por insectos no especializados o por el viento
- h. tiene alta producción de semillas
- i. muestra tolerancia a variaciones climáticas
- j. tiene adaptación especial para poder dispersarse a largas y cortas distancias

Lógicamente no existen malezas con todas esas características pero si hay que presentan la mayoría de ellas lo cual indica su agresividad.

Flores (9) define la maleza o mala hierba, como toda aquella planta o vegetal de cualquier especie que crece en un lugar no deseado y requiere de labores de cultivo para poder exterminarla.

Valenzuela (32) dice que según el manual de la FAO, maleza son todas aquellas plantas que no pertenecen al cultivo.

3.1.1.B. Impacto de las malezas en la agricultura

El control de las malezas en la agricultura es una de las prácticas más antiguas y costosas. Los métodos de control han evolucionado desde control manual o mecánico hasta control químico y finalmente control biológico. A pesar de la implementación de métodos modernos de control las malezas siguen siendo uno de los problemas más serios en la agricultura (25). En los Estados Unidos, se estima que las pérdidas causadas por plagas a la agricultura oscilan alrededor de \$ 35 billones anuales; de los cuales se invierten en el control de malezas \$ 12 billones anuales(25).

3.1.1.C. Problemas ocasionados por malezas

La invasión de la maleza provoca daños a los cultivos al competir por agua, luz, espacio, nutrientes, por lo que los rendimientos se ven disminuidos (17). Las malezas se caracterizan por tener rápido crecimiento debido a la competencia principia en la raíz y continua luego en la parte aérea (1).

Maldonado (18) clasifica los efectos negativos de la maleza en dos tipos:

- a. **Directos:** Son pérdidas debidas a la competencia por el agua, dióxido de carbono, luz, nutrientes y espacio
- b. **Indirectos:** Son pérdidas no debidas a la competencia pero de fácil apreciación y muy pocas veces reconocidas como lo son:

- aumentan el costo de producción
- disminuyen la calidad de las cosechas
- deprecian las tierras
- aumentan el costo de la industria y servicios públicos

3.1.2. Generalidades de los herbicidas

3.1.2.A. Clasificación por su funcionamiento:

Total o no selectivo: es aquel que mata cualquier planta donde se aplica, ya sea de hoja ancha o gramínea, se utiliza generalmente para limpiar carreteras, líneas férreas etc. (2).

Selectivo: el que elimina hierbas indeseables, no ocasionando daño al cultivo que se quiere proteger (2).

3.1.2.B. Por la forma como trabajan

Quemantes o de contacto: son de acción rápida, trabajan sobre las parte verdes de la planta no producen daño a la parte leñosa, pierden su efecto al tocar el suelo (21).

Sistémicos: son productos que penetran a la planta y circulan dentro de ella por medio de la savia y el agua atacando todas sus partes raíz, tallo, hojas (21).

Aplicados al suelo o esterilizadores: como su nombre lo indica se aplican directamente al suelo formando una capa que no permite la germinación de las semillas de la maleza, eliminándola antes que broten (2).

3.1.2.C. Clasificación botánica del banano

El banano según Cronquist (5) y Standley (29) esta clasificado de la siguiente forma:

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Zingiberidae

Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	Musa
Especie	<i>Musa sapientum</i> L.

a. Aspectos generales del cultivo de banano *Musa sapientum* L.

El cultivo del banano tiene ya casi un siglo de sembrarse como cultivo en toda la América Latina. En nuestro medio el banano se encuentra con un sistema intensivo de producción, donde existen variedades mejoradas, que son precoces y de buen rendimiento, pero con mayores exigencias nutricionales, climáticas, edáfica, etc (7).

La planta de banano es herbácea con un tallo verdadero denominado cormo, con ramificación monopódica. El cormo emite ramificaciones laterales a las que se les denomina retoños. Las hojas aparecen dispuestas en forma helicoidal e imbricadas formando el falso tallo, el cual es cilíndrico, recto y rígido, llegando a una altura de hasta los 6 a 8 metros (28).

b. Suelos

Este cultivo necesita de suelos planos, bien drenados, buena disponibilidad de nutrimentos. El banano se cultiva con éxito en un amplio rango de suelos, de preferencia se establece sin problemas en suelos de textura desde franco arenosos y finos hasta franco arcilloso, debido a la disponibilidad de raíces que van desde 1.5m o más en suelos profundos (28).

c. Requerimientos climáticos

En el cultivo del banano la temperatura tiene un efecto preponderante en el desarrollo y crecimiento. Este requiere de temperaturas relativamente altas que varían entre los 21 y los 29.5 C, con una temperatura media de 27 una mínima absoluta de 15.6 y una máxima de 37.8. A temperaturas mayores o menores, causen deterioro y lentitud en el desarrollo de la planta, además de daños en la fruta (28).

d. Lluvia y humedad

La planta de banano, por su estructura botánica, requiere de una gran disponibilidad de agua permanente en los suelos. Para la obtención de cosechas económicamente rentables, se considera suficiente suministrar de 100 a 180 mm de agua por mes para cumplir con los requerimientos necesarios de la planta (28).

Se considera que menos de una pulgada de lluvia (25 mm) a la semana presenta un nivel deficiente para que el cultivo llene sus necesidades, mientras que dos pulgadas (50 mm) puede considerarse satisfactorio (23).

e. Luminosidad

La fuente energética que la planta utiliza es la radiación solar. La radiación solar comprendida entre 0.4 y 0.7 μm del espectro. La duración del día es importante y depende de la latitud, altitud, nubosidad, polvo y cobertura vegetal. El área foliar, el ángulo y la forma de la hoja influyen mucho en el aprovechamiento de la luz, especialmente en condiciones competitivas. Siendo que a mayor número de horas luz la planta acelera su metabolismo por tanto se obtiene un desarrollo más rápido de la planta y así, aumenta sus necesidades hídricas necesitando entonces mayor cantidad de agua en días soleados o días largos (más horas luz) (28).

f. Sistema radicular

Las raíces de banano poseen forma de cordón y aparecen en grupos de 3 a 4, el diámetro oscila entre 5 y 10 mm (26).

g. Descripción del cultivo

El banano comercial a diferencia del banano común, se cultiva con el fin de producir fruta de calidad para exportación (28). El banano es una planta herbácea con pseudo tallo aéreo que se origina de cormos carnosos de los cuales se desarrollan numerosas yemas laterales o hijos. Las hojas tienen una distribución helicoidal (filotáxia espiral) y las bases foliares circundan el tallo o corno dando origen al pseudo tallo hasta alcanzar la superficie (28).

3.1.3 Grupo de herbicidas usados en el cultivo de banano

3.1.3.A. Glufosinato

De Liñan (16) menciona que es un herbicida de post emergencia, no residual y no selectivo. Actúa por contacto ligero efecto sistémico, inhibiendo la síntesis de la glutamina y, simultáneamente, la función clorofílica, no se absorbe por las raíces, la materia orgánica es biodegradada con rapidez en el suelo.

3.1.3.B. Paraquat

De Liñan (16) dice que este es un herbicida de contacto con cierta capacidad de translocación. Se caracteriza por su efecto de choque y nula persistencia en el suelo.

Es absorbido únicamente por los órganos verdes; interfiere las reacciones de oxido-reducción relacionadas con la respiración y la fotosíntesis.

Recomendado en el control de mono y dicotiledóneas anuales y perennes en aplicación localizada. Debe aplicarse en post emergencia de las hierbas, cuando alcanzan unos 5 cm de altura.

3.1.3.C. Glifosato

Pitty (25) menciona que todos los glifosatos son compuestos derivados de los aminoácidos, que interfieren con la síntesis normal de aminoácidos aromáticos.

Son herbicidas sin selectividad, este herbicida se adhiere fuertemente al suelo evitando así la absorción del herbicida por las raíces.

Las aplicaciones deben hacerse al follaje de la planta. La translocación es mayor cuando las plantas están en crecimiento activo. Los síntomas de fitotoxicidad aparecen lentamente. Las hojas se marchitan lentamente, se tornan de color café y mueren. A veces dosis subletales producen síntomas parecidos a los ocasionados por los fenóxidos causando hojas con venas paralelas o con una proliferación vegetativa de las yemas.

3.1.4. Especificaciones de los productos evaluados

3.1.4.A. Paraquat

Nombre químico:	1,1' - dimetil – 4,4' bipyridium.
Nombre común:	Paraquat.
Aspecto:	Cristales sólidos descoloridos.
Punto de fusión:	a 300° C. se descompone.
Presión de vapor:	no medible.
Solubilidad:	estable excepto bajo condiciones alcalinas, fuertemente absorbido e inactivado por las partículas del suelo.
Toxicología en ratas:	Oral: DL50 150mg/kg.
Formulación:	concentración líquida soluble al 24%.

Según la Facultad de Agronomía, USAC, (31) el paraquat es un herbicida de rápida acción en presencia de luz (no se activa en oscuridad) y oxígeno.

Que presenta las siguientes características:

- a. Es un herbicida total, es decir, no selectivo.
- b. En solución se disocia en iones y en los cloroplastos durante el proceso de fotosíntesis, el ion positivo del paraquat es reducido a radicales libres solubles en agua relativamente estables.
- c. En presencia de oxígeno los radicales se reorganizan dando el ion original y peróxido de hidrógeno, el cual es probablemente el tóxico final que destruye el tejido de la planta.
- d. El paraquat es soluble en agua, siendo muy estable excepto bajo condiciones alcalinas; el herbicida es desactivado inmediatamente después de entrar en contacto con el suelo, debido a un intercambio iónico con los componentes de arcilla.

e. Actúa como herbicida de contacto, matando únicamente las partes verdes de la planta.

3.1.4.B. Glifosato

Nombre químico: N – (fosfometil) glicina

Nombre común: Glifosato

Fitotoxicidad: Menor 5000 mg/Kg

Según Monsanto (20) describe el producto de la siguiente manera, posee un sistema de surfactante especializado, que le confiere incomparable efectividad y consistencia en las difíciles condiciones climáticas donde se cultiva el banano. Que presenta las siguientes características:

- a. El ingrediente activo se basa en una sustancia natural sencilla, la glicina, un aminoácido más elemental y básico para la vida.
- b. Está formulado en gránulos altamente solubles en agua, lo cual simplifica la preparación de la mezcla pues no hay necesidad de agitar.
- c. La solución de Ranger Plus al contacto con la tierra, no se lixivia porque queda fuertemente adsorbido en el suelo hasta su degradación microbiológica.
- d. Por no tener afinidad con las sustancias grasas, no se absorbe ni se acumula en los tejidos adiposos del ser humano y animales, ni se transfiere de un nivel a otro en la cadena alimenticia .
- e. El activo de Ranger Plus no se acumula en el cuerpo de peces, aves o mamífero porque es rápidamente expulsado a través de las excretas.
- f. Su higroscopía es insignificante y conserva su estructura granular sin formar grumos.
- g. Por ser un producto no volátil, no produce vapores que puedan afectar al cultivo.
- h. Es inodoro, no produce olores desagradables o irritantes que causen malestar a las personas.

Menciona Monsanto (20) las siguientes características:

Mecanismo de acción

El mecanismo de acción consiste principalmente en impedir la síntesis de 3 aminoácidos esenciales; Fenilalanina, Tirosina, y Triptofano. La carencia de estos aminoácidos impide la formación de las proteínas que los requieren. La planta muere porque no puede realizar las funciones vitales que dependen de la proteína no sintetizada.

Actúa sobre un proceso bioquímico exclusivo de las plantas, puede controlar efectivamente gran cantidad de malas hierbas sin ser tóxico o afectar a los animales ni al ser humano.

Modo de acción: Es un producto sistémico, capaz de controlar el crecimiento de toda clase de maleza. Penetra sólo a través de las hojas y otros tejidos de las plantas que realicen actividad fotosintética.

No es selectivo pues tiene acción sobre diferentes tipos de malezas.

Dentro de la maleza se mueve principalmente a través del tejido de conducción conocido como el floema, desde los sitios donde ocurre la fotosíntesis hacia las raíces y tejidos meristemáticos de la planta.

Esta clasificado según el Sistema de la Agencia para la protección del medio ambiente (EPA) en la Categoría IV, la más favorable: Banda verde permitiendo cumplir con las normativas más exigentes en calidad ambiental.

3.1.4.C. Glufosinato

Nombre químico:	Amonio- DL - homoalanina- 4- il (metil) fosfinato
Nombre común:	Glufosinato de amonio
Solubilidad:	Agua, de buena a muy buena
Presión de vapor:	No volátil
Peso molecular:	198.19
Aspecto:	Líquido cristalino
Características toxicológicas:	Dosis letal media oral DL50 mg/kg .

Aventis (3) define el producto de la siguiente manera: Es un herbicida post – emergente a la maleza de origen biológico, actúa por contacto, está conformado por un grupo Fosfonico o un aminoácido.

Que presenta las siguientes características:

- a. Actúa en los tejidos verdes de las plantas susceptibles, donde penetra principalmente a través de las cutículas.
- b. No es absorbido por las raíces de las plantas debido a su alta adsorción en el suelo.
- c. Interfiere la acción de la enzima glutamina sintetasa.
- d. Esta alteración causa la acumulación del amoníaco, que es una fitotoxina la cual permite el efecto herbicida: inhibición de la síntesis de Glutamina.
- e. Un efecto secundario es la disminución de la tasa fotosintética.
- f. Los síntomas en las malezas susceptibles son: detención del crecimiento, decoloración de los tejidos verdes y por último necrosis de los órganos donde el producto ha sido absorbido.
- g. El producto se recomienda para el control de gramíneas, hojas anchas y ciperáceas, en cultivo establecido o en plantilla, ha sido clasificado como ligeramente tóxico, categoría toxicológica IV, dependiendo de la cobertura y el estado de desarrollo de las malezas, se debe asegurar una cobertura uniforme del follaje, para lograr la máxima eficacia.

3.1.4.D. Aceite mineral o aceite de petróleo

Según De Liñan (16) un aceite mineral está compuesto por: hidrocarburos saturados e hidrocarburos no saturados (ambos pueden ser de cadena abierta o cerrada); los primeros, los saturados, se caracterizan por ser muy estables a la acción del oxígeno, de la luz, etc., además los agrupa de la siguiente forma:

a. **Aceite mineral miscible o emulsionable.** Son productos en los que el emulsificante se encuentra disuelto directamente en el aceite; al añadirlos al agua dan caldos (emulsiones) de aspecto lechoso.

Cuando el resultado de la disolución del emulsificante y aceite es más o menos pastosa se habla de emulsiones concentradas. En el mercado existen formulaciones de aceite miscibles con DNOC. Su empleo está autorizado exclusivamente en el control de estado invernantes de cochinillas y otros insectos y ácaros durante la parada invernal en frutales de hoja caduca.

b. **Aceite emulsionado.** Se trata de productos en los que el emulsificante se encuentra disuelto en el agua; a esta disolución se le agrega aceite mineral para obtener el líquido emulsionable comercial que en realidad es una emulsión concentrada de aceite. Este aceite emulsionado se añade al agua para obtener el caldo fitosanitario; este caldo es una emulsión poco estable lo que hace que, una vez aplicado, se libere el aceite y actúe con mayor rapidez que cuando se aplican caldos (emulsiones) procedentes de aceites minerales miscibles.

El **aceite agrícola** (30) según la Texaco es un producto parafínico altamente refinado que permanece en las plantas suficiente tiempo como para prevenir enfermedades en las mismas, y después evaporarse lo suficientemente rápido para prevenir daños a la planta. (Son terapéuticos para las plantas y exhiben baja toxicidad). Y además tiene las siguientes características:

Es un aceite cuyas propiedades físicas y químicas han demostrado tener éxito en el control de enfermedades de plantas y en la destrucción de plagas y enfermedades.

Las propiedades de un aceite que tienen mayor impacto sobre el control de enfermedades son:

Residuo No Sulfonado

Punto Medio de Destilación

Rango de Destilación

Es recomendado para ser usado en banano puro o en emulsiones que contienen agua, emulsificantes, fungicidas registrados, y otros ingredientes que son mezclados con el aceite agrícola a niveles óptimos para una eficiente y efectiva cobertura y protección de la planta.

El aceite agrícola impide la entrada de enfermedades y plagas al cubrir las hojas de la planta con una capa cerosa y evitar hongos y plagas el acceso a condiciones esenciales para la supervivencia.

Como el modo de protección no es por medio de envenenamiento químico, los hongos y las plagas no desarrollaran una resistencia al aceite agrícola.

Consecuentemente, el aceite agrícola siempre protegerá contra enfermedades y plagas a la planta y al mismo tiempo, normalmente ayudaran a otros fungicidas y pesticidas a ser más efectivos que si fuesen usados solos (los aceites agrícolas son sinérgicos con la mayoría de los fungicidas y pesticidas).

La razón para esto, tiene que ver con el hecho de que los aceites ayudan a los fungicidas y a los pesticidas a mojar y cubrir mejor la superficie de las plantas y facilitar su penetración en la misma.

La combinación de seguridad humana, calidad de producto, bajo costo, y sinergismo con fungicidas registrados hacen al aceite agrícola un ideal componente en los programas de control de enfermedades y plagas en plantas.

Otras características según la Texaco (30) son:

a. Beneficios del aceite agrícola

Registrado como pesticida en el EPA (Siglas en inglés para la Agencia de Protección Ambiental).

Acción fungistática, retarda el desarrollo de los distintos hongos como la sigatoka amarilla y la negra.

Efecto sinérgico con fungicidas, mejora su eficiencia.

Hongos y plagas no pueden desarrollar una resistencia al aceite.

Seguro para plantas, baja toxicidad.

Adaptable a un amplio rango de programas de manejo de enfermedades y plagas.

Puede ser usado puro o en emulsión.

b. Modo de acción del aceite agrícola

Los aceites agrícolas controlan la población de insectos dañinos a las plantas principalmente por "Acción Física de Asfixia", eliminando tanto los insectos adultos como a sus huevos. El mecanismo de asfixia evita que la plaga cree resistencia al aceite, muy diferente es el caso del control de plagas con productos químicos tradicionales que matan por envenenamiento y en los cuales la plaga crea resistencia después de un período prolongado de aplicación (pierde eficacia).

c. Toxicidad del aceite agrícola

Los aceites agrícolas presentan una menor toxicidad comparada a otros productos químicos tradicionales, esta es una razón por la cual se prefieren el uso de aceites agrícola en control de plagas y enfermedades. Adicionalmente a los aceites agrícolas son biodegradables es decir que el aceite en presencia de oxígeno y microbios dan creación a los típicos elementos de descomposición: dióxido de carbono, agua y mas microbios.

d. Ventajas del uso de aceite agrícola

No se conoce aun resistencia por parte de una plaga. Por la forma de acción (asfixia no permite que la plaga cree resistencia al producto).

Baja toxicidad biodegradable.

Los aceites son pesticidas de contacto con un alto valor de DL 50 (dosis que administrada a una población, mata al 50% de la misma) dando un producto de calidad y baja toxicidad.

Economía, tanto por su costo como por su efecto sinérgico al reducir las dosificaciones aplicables de los pesticidas convencionales.

Ofrece un control integrado de plagas.

3.1.5. Tolerancias EPA

Según Epa (8) los productos herbicidas, Glufosinato, Paraquat , Glifosato y el Aceite agrícola han sido aceptados para emplearse en el cultivo de banano, de acuerdo a estos valores:

Producto	Concentración (ppm)
Glufosinato	0.3
Paraquat	0.5
Glifosato	0.2
Aceite	200

Nota de referencia: (PPM) Partes por Millón; este se refiere a la cantidad máxima legalmente permitida por Environment Protection Agency (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, de residuos en plaguicidas en productos frescos comestibles vendidos en los Estados Unidos.

3.1.6. Definición de variables evaluadas

A. Período de Control: Espacio de tiempo durante el cual las malezas se ven mermadas por la utilización de productos químicos (herbicidas).

B. Espectro de control: Son las especies malezas afectadas por la utilización de productos químicos (herbicidas).

C. Tolerancia: Resistencia que han desarrollado las malezas hacia ciertos productos químicos (herbicidas).

D. Período de acción: Espacio de tiempo durante el cual el herbicida ejerce su acción inhibitoria sobre las especies de malezas.

3.1.7. Control de las malezas:

Furtick y Romanowsky (10) indican que "si bien las investigaciones dedicadas al control aplicado de malezas están interesadas principalmente en el desarrollo y determinación de la factibilidad técnica de nuevos productos y prácticas, deben enfocar siempre los aspectos económicos del uso del método de erradicación de malezas. La meta del productor es una mayor retribución por

Inversión y las medidas mejoradas de control de malezas pueden redundar en mejores rendimientos”.

3.1.7.A Control mecánico:

Es la eliminación de las malezas, utilizando las herramientas tradicionales conocidas como el machete, azadón y otras (2).

3.1.7.B Control biológico:

Es el control ejercido por insectos, hongos, virus, algunas especies de animales y algunas especies de malezas (nobles), que restringen el desarrollo de plantas indeseables (2).

3.1.8.C Control físico:

Labranza mecánica: Eficaz para las malezas anuales. Este método puede reducir la cantidad de semilla existente en el suelo.

Las malezas perennes pueden ser controladas con las labores siguientes:

- i) **Agotamiento de los carbohidratos:** cuando se corta el crecimiento de la parte alta, las plantas perennes recurren a las reservas de la raíz para reanudar dicho crecimiento (2).
- ii) **Secado y exposición sobre el suelo de los rizomas, tubérculos y raíces:** Esta operación requiere labores repetidas de cultivo y, en el mejor de los casos, sólo reducirá la población de malezas a un nivel tolerante.

Corta: Eficaz solo para las malezas altas.

Arranque, corta a mano: Este método requiere mucha mano de obra.

Inundado: Puede hacerse solo en las zonas donde hay agua, y ésta puede quedar embalsada.

Cubrimiento con materia orgánica: con partes de plantas, papel, aserrín u otras materias, se puede reducir la germinación y la formación de malezas, limitando al mismo tiempo la erosión y conservando la humedad (2).

Quema selectiva: La planta tiene que ser más alta que la maleza, o estar protegida por un escudo. Se necesita combustible.

Quema no selectiva: Se practica para desbrozar los terrenos y para saneamientos, en terrenos que no son de cultivo (15).

3.1.7.D Control químico:

Este se refiere al empleo de productos agroquímicos conocidos, como herbicidas, para reducir el crecimiento y la población de malezas (2).

3.2 Marco referencial

La investigación se desarrolló en la finca Agroindustrial Bananera que pertenece al municipio de Morales, departamento de Izabal. Se ubica en las coordenadas siguientes: 88° 45' 5" Latitud Norte y 15°21' 5" Latitud Oeste. La extensión aproximada es 100 ha. (Figura 6 A).

3.2.1. Parámetros climáticos

El área experimental se encuentra a una altitud de 45 m.s.n.m.(12).

El clima es cálido húmedo sin estación fría definida, vegetación natural característica, selva la precipitación media anual es alrededor de 1,736 mm (6).

Las condiciones climáticas son variables por la influencia de los vientos, la temperatura promedio anual es de 31° C (6).

Según De La Cruz, el área experimental pertenece a la zona de vida de Bosque muy húmedo subtropical cálido (14).

3.2.2. Parámetros Edáficos

Los suelos son Inca [IN] los cuales se caracterizan por ser suelos aluviales de relieve casi plano y con un drenaje interno malo (27).

El suelo superficial es café grisáceo, la textura y consistencia es franco arcilloso, micacea y friable con un espesor aproximado de 25 a 30 cm. El subsuelo es de color moteado de café grisáceo gris y café óxido de consistencia friable, con textura franco arcilloso o franco arcillo arenosa, con un espesor aproximado de 40 a 50 cm (27).

Según el mapa de capacidad productiva, estos suelos son de clase agrícola III y sus características son las siguientes: tierras cultivables sujetas a medianas limitaciones, aptas para el riego con cultivos muy rentables, con topografía plana a ondulada o suavemente inclinada, con una productividad mediana con prácticas intensivas de manejo (13).

Incluyen suelos pocos profundos en microrelieves o pendientes moderadas (27).

3.3 Delimitación y vías de acceso

Los límites o colindancias de la Finca Agroindustrial Bananera son:

Hacia el Norte: Río Motagua, Hacia el Sur: Finca Mopá, Hacia el Este: Río Motagua, Hacia el Oeste: Finca Trinitaria. El acceso a la finca se puede realizar de la siguiente forma; Por la carretera CA-9 de Guatemala, entrando a Morales CA-13A y a 25 km de Morales luego a través de un camino de terracería de dos vías, llegando a Playitas, pasando campamento Tikal- Sebol, Lanquín, a Tikal No. 2, El Real, Bananera Del Atlántico, Bananera Panorama, Bananera Trinitaria y Bananera Mopá.

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar la acción de los herbicidas Paraquat en dosis de 125 cc/bomba, Glifosato en dosis de 100 g. /bomba, Glufosinato en dosis de 125 cc/bomba de producto comercial combinado con aceite mineral en dosis de 100 cc/bomba para controlar las malezas asociadas al cultivo de banano *Musa sapientum* L. variedad Williams en la finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal, Guatemala.

4.2. ESPECIFICOS

- 4.2.1 Determinar la mejor combinación de herbicida con aceite, que proporcione el mejor control sobre las malezas asociadas al cultivo de banano.
- 4.2.2. Determinar el espectro de control ejercido sobre el complejo de malezas asociadas al cultivo de banano dentro de cada uno de los tratamientos a evaluar.
- 4.2.3. Determinar la tolerancia de algunas especies de malezas difíciles, a las combinaciones con aceite.
- 4.2.4 Determinar la mejor rentabilidad en la aplicación de las combinaciones.

5. HIPOTESIS

Los herbicidas evaluados Glifosato, Paraquat, Glufosinato, con el aceite mineral utilizados tendrán diferente período, espectro, tolerancia y período de acción en el control de las malezas existentes en el área.

Al menos uno de los tratamientos evaluados resultará más económico que los demás en el control de las malezas existentes en el área.

6. METODOLOGÍA

6.1. Fase de campo

6.1.1. Fase de reconocimiento

Se utilizó un sistema llamado colecta dirigida, el cual consistió en recorrer la finca Agroindustrial Bananera. En el área bajo estudio, se colectaron las muestras de la diversidad florística encontradas, para posteriormente ser prensadas en papel periódico en una prensa de madera para su preservación y contar con material adecuado para su determinación.

El recorrido por el área se realizó conjuntamente con personal conocedor de la finca y de las malezas para poder obtener los nombres comunes con que se conocen a esas plantas en esa región.

6.1.2. Determinación de especies

Para determinar la composición florística antes del experimento, como después del mismo, se utilizó el herbario de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, utilizando para ello claves botánicas de la Flora de Guatemala, escrita por Standley.

Además se hicieron consultas con personas conocedoras del ramo, en la Facultad de Agronomía.

6.2 Etapa experimental

6.2.1. Diseño Experimental

Para el experimento en campo, se utilizó Diseño en Bloques Completos al Azar. Y se hicieron 3 repeticiones con 6 tratamiento, además se hizo la determinación de las malezas presentes dentro de una parcela de muestreo, para evaluar el espectro y período de control ejercido sobre las especies de malezas presentes en el área por cada tratamiento herbicida.

6.2.2. Unidad experimental

Se utilizó una parcela experimental con un área bruta de 4,000 m cuadrados. (Figura 4 A). El área neta de cada unidad experimental fue de 166 m cuadrados (20 x 8.3 m cuadrados). Mientras que la parcela neta tendrán un tamaño de 9 m cuadrados, y sus dimensiones serán de 3x3 m cuadrados. (Figura 5 A).

Las aplicaciones se realizaron a los 0, 60, y 120. Debido a que es este periodo de tiempo que interesa, que como mínimo el producto químico herbicida se degrada. Y se evaluaron cada 15 días a partir del día 0.

Las aplicaciones se repitieron en la misma parcela de acuerdo al período de control que se observó en cada uno de los tratamientos, cuando la maleza alcanzó un 20% de cobertura. Entonces al finalizar el período de residualidad del tratamiento aplicado (número de días), se registró este dato para cada una de las unidades experimentales esta información fue sometida a un análisis de varianza (ANDEVA), determinando que si existió diferencia significativas entre tratamientos, efectuando una prueba de medias para obtener el tratamiento más adecuado.

6.2.3. Modelo estadístico

Cada bloque es una repetición, los bloques se colocan de forma perpendicular a una gradiente en el campo (pendiente forma irregular). El modelo estadístico según el diseño es:

$$Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$$

De donde

Y_{ij} = Variable de respuesta medida en la i j-ésima unidad experimental

U = Valor de la media general

t_i = Efecto del i – ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j – ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental asociado a la i j – ésima unidad experimental

6.2.4. Variables evaluadas

A. Período de control: Se refiere al número de días que logro controlar un producto comercial de herbicida en un área determinada utilizando una parcela de muestreo de 3x3 (9 m cuadrados) dentro de cada unidad experimental.

B. Espectro de control: Se determinaron las especies que no presente síntomas de daño de cada tratamiento (especies resistentes).

C. Tolerancia: Se determinó restando el porcentaje del área cubierta del total (%). La estimación de dicho % de cobertura, se hizo en forma visual clasificando en cuatro clases de acuerdo al % del área controlada, tal y como se describe en el cuadro 1.

Cuadro 1. Rangos de clasificación de control que se evaluó de acuerdo a la escala propuesta por la Asociación latinoamericana, citada por Zapparoli (33).

Rango de control	Denominación de control
0-40%	Ninguno o pobre control
41-60%	Regular control
61-80%	Buen control
81-100%	Excelente control

A los datos obtenidos por medio de la escala anterior, rangos de control, se les aplicó la transformación Arc sen x. La variable de respuesta medida en las unidades experimentales es una proporción porcentajes para obtener una distribución normal.

D. Período de acción: Se hicieron lecturas quincenales, para evaluar la población de malezas en una área determinada, en la cual se aplicó un determinado herbicida, dicho lapso fue considerado el período de acción del tratamiento.

6.2.5. Tratamientos evaluados

A continuación en el cuadro 2, se presentan los tratamientos herbicidas que se evaluaron en el experimento.

Cuadro 2: Descripción de los tratamientos evaluados en el experimento Finca Agroindustrial Bananera, Morales Izabal, 2003.

Tratamiento	Herbicida	Dosis
1	Glufosinato+Aceite+Adherente	125cc+100cc+10cc
2	Glufosinato	125cc
3	Glifosato+Aceite+Adherente	100g. +100cc+10cc
4	Glifosato	100g.
5	Paraquat+Aceite+Adherente	125cc+100cc+10cc
6	Paraquat	125cc

Las dosis seleccionadas fueron las recomendadas por las casas productoras de los productos químicos herbicidas evaluados, debido a que únicamente nos interesa saber cual de los productos es el que ejerce un mayor y mejor control de la población de malezas de la zona.

6.2.6. Manejo del experimento

Para la aplicación de los herbicidas se utilizó equipos de aplicación manual (bombas de mochila), el tipo de boquilla utilizada fue la TJ 8004. Se calibró para poder descargar un volumen de 158.14 L/ha. La aplicación se hizo en la mañana. Al determinar las especies presentes dentro de las unidades experimentales se procedió a delimitar sub unidades de muestreo para evaluar la resistencia/control de dichas especies a los herbicidas evaluados.

Se hicieron lecturas quincenales de control ejercido por cada tratamiento.

6.2.7. Análisis de la información

A. Período de control: Se elaboró un listado de las especies controladas y no controladas para cada tratamiento, para determinar cual de estos posee el mayor período de control.

B. Espectro de control: Se aplicó la herramienta estadística del Análisis de Varianza (ANDEVA) a la variable cobertura (ya transformados los datos existió diferencia entre los tratamientos evaluados. Determinadas las diferencias se procedió a realizar una prueba de significancia de medias (Prueba de Tukey al 5 %) para encontrar que tratamiento fue el que presentó el mayor período de cobertura.

6.2.8. Análisis económico

En el análisis económico se realizó el cálculo de las respectivas tasas marginales de retorno para los tratamientos dominantes a través del análisis del presupuesto parcial, se obtuvieron inicialmente los datos del costo variable (CV) y beneficio neto (BN) de cada tratamiento, para obtener al final las tasas marginales de retorno del tratamiento más rentable (4).

7. RESULTADOS

Para la variable cobertura de malezas, por los tratamientos evaluados con lecturas quincenales después de la aplicación, fueron sometidos a un análisis de varianza. Los resultados de las aplicaciones se presentan en los siguientes cuadros.

7.1 Primera aplicación de herbicidas.

Al efectuar el análisis de varianza (Cuadro 3) se encontró diferencia significativa en los tratamientos aplicados. Para lo cual se realizó prueba de medias Tukey (Cuadro 4) y así poder determinar cual o cuales de los tratamientos esta produciendo diferencia significativa.

Cuadro 3. Analisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 1ª aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	39.71			
Tratamientos	5	516.76	103.35	6.55*	3.33
Error	10	157.91	15.79		
Total	17	714.38			

C.V. Coeficiente de Variación = 26.34%

Las diferencias se empezaron a observar a los 15 días después de aplicados los tratamientos, manteniéndose así hasta los 60 y 120 días, que fue cuando se hicieron la segunda y tercera aspersión de herbicidas en sus respectivas unidades experimentales.

En todas las lecturas se procedió a elaborar las respectivas pruebas de medias de Tukey a un nivel de significancia del 5% en las lecturas a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180 días después de la aplicación.

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de medias de Tukey variable % de cobertura para las 3 aplicaciones, lecturas realizadas a los 15 días después de cada aplicación.

Cuadro 4. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 15 días después de la 1ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	8.63	A
Glufosinato	16.56	A
Glifosato+aceite	13.5	A
Glifosato	25.72	A
Paraquat+aceite	11.55	A
Paraquat	14.49	B

Como puede observarse, a los 15 días después de la 1 aplicación, los tratamientos Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Paraquat más aceite y Paraquat solo, presentaron un excelente control (81-91%), (control= 100-cobertura) de acuerdo con la tabla de rangos del cuadro 2, sin embargo el tratamiento Glifosato solo, presento un buen control (74 %).

Cabe mencionar que esta prueba debe de interpretarse de la siguiente forma, el tratamiento con mayor media es el que menor control ejerce sobre las malezas.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza (Cuadro 5) para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 1 aplicación. Puede observarse que existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Por lo que se procedió a realizar prueba de medias Tukey. (Cuadro 6).

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 1ª. aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	61.35			
Tratamientos	5	695.63	139.13	9.3*	3.33
Erro	10	149.77	14.98		
Total	17	906.75			

C.V. Coeficiente de Variación=36.30%

En la lectura realizada a los 30 días después de la 1 aplicación los tratamientos Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo, Paraquat más aceite presentaron un excelente control (84-97%) y el tratamiento Paraquat solo, obtuvo un buen control (60- 80%).

Cuadro 6. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 30 días después de la 1ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	A
Glifosato+aceite	8.63	A
Glifosato	15.55	A
Paraquat+aceite	9.65	B
Paraquat	21.52	C

Los resultados del análisis de varianza a los 45 días después de la 1 aplicación (Cuadro 7) para la variable cobertura de malezas, muestran que entre tratamientos existen diferencias altamente significativas, en tal motivo se realizó prueba de medias Tukey para determinar cual o cuales de los tratamientos esta produciendo diferencias significativas. (Cuadro 8).

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 1ª. aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	154.92			
Tratamientos	5	1937.34	3.87.46	189*	3.33
Error	10	20.55	2.05		
Total	17	2093.95			

Coefficiente de Variación = 8.14%

A los 45 días después de la 1 aplicación, como se puede observar en el cuadro 8, los tratamientos Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo, mantuvieron un excelente control (80-95%) y los 2 tratamientos de Paraquat más aceite, Paraquat solo, tuvieron el % de buen control (60-75%).

Cuadro 8. Prueba de medias de Tukey realizadas a la variable cobertura de malezas a los 45 días después de la 1ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	6.71	A
Glufosinato	9.99	A
Glifosato+aceite	10.57	A
Glifosato	15.49	B
Paraquat+aceite	26.77	C
Paraquat	35.80	D

El análisis estadístico realizado sobre la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 1 aplicación (Cuadro 9) muestran significancia estadísticamente hablando entre los tratamientos.

Por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey que aparece en el cuadro 10, para determinar estadísticamente los mejores tratamientos.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 1ª. aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	557.01			
Tratamientos	5	2236.05	447.21	15.18*	3.33
Error	10	294.61	29.46		
Total	17	2549.52			

C.V. Coeficiente de Variación = 32.61%

A continuación en el (Cuadro 10) se presentan los resultados obtenidos a los 60 días después de la 1 aplicación de los herbicidas, tenemos un excelente control (81-100%) sobre Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo. El Paraquat más aceite y Paraquat solo, tuvieron un buen control (61-80%). De acuerdo con la tabla de rangos del cuadro 2.

Cuadro 10. Prueba de medias de Tukey realizadas a la variable cobertura de malezas a los 60 días después de la 1ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	7.68	A
Glufosinato	8.63	A
Glifosato+aceite	9.60	A
Glifosato	9.82	A
Paraquat+aceite	28.03	B
Paraquat	36.01	C

7.2 Segunda aplicación de herbicidas

El análisis de varianza realizado sobre la variable cobertura de malezas a los 75 días después de la 1 aplicación y 15 días después de la 2 aplicación, (Cuadro 11) muestra que existe diferencias significativas. En el (Cuadro 12) muestra la prueba de medias de Tukey que se efectuaron para determinar estadísticamente cual o cuales de los tratamientos esta produciendo diferencias significativas.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 75 días después de la 1^a. aplicación y 15 días después de la 2^a. aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	22.53			
Tratamientos	5	140.71	28.14	10.39*	3.33
Error	10	27.15	2.71		
Total	17	189.06			

C.V. Coeficiente de Variación = 24.55%

La lectura realizada a los 75 días después de la 1 aplicación y 15 días después de la 2 aplicación (Cuadro 12), para el tratamiento Glufosinato más aceite, presentó el menor promedio (2.87%), seguido de Paraquat más aceite (4.78%), Glifosato más aceite (5.55%), Glufosinato solo (6.70%), Paraquat solo (8.63%), Glifosato solo (11.55%). Todos los tratamientos presentaron un excelente control de acuerdo con la tabla de rangos del cuadro 2.

Cuadro 12. Pruebas de medias de Tukey para la variable de cobertura de malezas a los 75 días después de la 1^a. aplicación y 15 días después de la 2^a. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	6.70	A
Glifosato+aceite	5.55	A
Glifosato	11.55	A
Paraquat+aceite	4.78	B
Paraquat	8.63	C

A los 90 días después de la 1 aplicación y 30 días después de la 2 aplicación, se realizó el análisis de varianza (Cuadro 13), encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. En el cuadro 14 se puede observar la prueba de medias Tukey que se efectuarán para determinar estadísticamente los mejores tratamientos.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 90 días después de la 1^a. aplicación y 30 días después de la 2^a. aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	12.8			
Tratamientos	5	573.7	114.74	67.09*	3.33
Error	10	17.17	1.72		
Total	17	603.37			

C.V. Coeficiente de Variación = 13.80%

Al cabo de 90 días después de la 1 aplicación y 30 días después de la 2 aplicación, el tratamiento Glufosinato más aceite, fue el que presentó la menor media de cobertura (2.87%), por consecuencia el mayor porcentaje de control, seguido por Glufosinato solo (5.74%), Glifosato más aceite (6.70%), Glufosinato solo (9.6%), Paraquat más aceite (11.54). El tratamiento restante Paraquat solo (20.51%), mostro un buen control. Los promedios de cobertura de malezas a los 90 días después de la aplicación, pueden observarse en el cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 90 días después de la 1ª. aplicación y 30 días después de la 2ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	A
Glifosato+aceite	6.70	B
Glifosato	9.6	C
Paraquat+aceite	11.54	D
Paraquat	20.51	E

A los 105 días después de la 1 aplicación y 45 días después de la 2 aplicación, el análisis de varianza realizado sobre la variable cobertura de malezas (Cuadro 15), muestran alta significancia. Por lo anterior se procedió a realizar prueba de medias Tukey (Cuadro 16), para determinar estadísticamente los mejores tratamientos.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 105 días después de la 1 aplicación y 45 días después de la 2ª. Aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	1.24			
Tratamientos	5	1679.66	335.93	533.2*	3.33
Error	10	6.3	0.63		
Total	17	1687.2			

C.V. Coeficiente de Variación = 5.89%

Como puede observarse a los 105 días después de la 1 aplicación y 45 días después de la 2 aplicación, la jerarquía ejercida por los tratamientos se establece de la siguiente forma notándose que los tratamientos Glufosinato mas aceite y Glufosinato solo, tienen la menor media de cobertura, por ende el mayor control sobre las malezas. De acuerdo con la clasificación del cuadro 2. Los tratamientos con mayor promedio fueron Paraquat más aceite y Paraquat solo, los resultados pueden apreciarse en el cuadro 16.

Cuadro 16. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 105 días después de la 1ª aplicación y 45 días después de la 2ª aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	B
Glifosato+aceite	8.63	C
Glifosato	11.54	D
Paraquat+aceite	20.48	E
Paraquat	31.12	F

El análisis de varianza realizado sobre la variable cobertura de maleza a los 120 días después de la 1 aplicación y 60 días después de la 2 aplicación (Cuadro 17), muestran alta significancia. En el cuadro 18 muestra la prueba de medias Tukey que se efectuaron para determinar cual o cuales de los tratamientos esta produciendo diferencias significativas.

Cuadro 17. Análisis de varianza de los promedios de cobertura de malezas a los 120 días después de la 1 aplicación y 60 días después de la 2ª aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	4.4			
Tratamientos	5	2667.02	533.49	79.97*	3.33
Error	10	66.77	6.67		
Total	17	2738.23			

C.V. Coeficiente de Variación = 15.79%

Puede notarse que el tratamiento Glufosinato más aceite presentó el menor promedio de cobertura de malezas (mayor control), seguido por los tratamientos Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo, como excelente control (81-100%) , y los tratamientos restantes Paraquat solo y Paraquat más aceite tuvieron un buen control (61-80%). Los promedios de cobertura de maleza de los tratamientos a los 120 días después de la 1 aplicación (60 días después de la segunda aplicación), puede observarse en el cuadro 18.

Cuadro 18. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 120 días después de la 1ª aplicación y 60 días de la 2ª aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	3.83	A
Glufosinato	7.67	A
Glifosato+aceite	9.6	B
Glifosato	13.51	B
Paraquat+aceite	23.57	C
Paraquat	39.83	D

7.3 Tercera aplicación de herbicidas

Al efectuar el análisis de varianza a los 135 días después de la 1 aplicación y 15 días después de la 3 aplicación (Cuadro 19), se encontró diferencia significativa en los tratamientos aplicados. Para lo cual se realizó prueba de medias Tukey, y así poder determinar cual o cuales de los tratamientos esta produciendo diferencias significativas.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 135 días después de la 1 aplicación y 15 días después de la 3 aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	4.01			
Tratamientos	5	521.08	104.22	130.2*	3.33
Error	10	8.05	0.80		
Total	17	533.14			

C.V. Coeficiente de Variación = 8.51%

La lectura realizada a los 135 días después de la 1 aplicación (15 días después de la 3 aplicación), se obtuvo un excelente control sobre los tratamientos Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo, Paraquat más aceite, Paraquat solo. El tratamiento Glufosinato más aceite presentó el menor promedio (2.87%), y a la vez mantiene el % de control excelente, estos resultados se pueden observar en el cuadro 20.

Cuadro 20. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 135 días después de la 1 aplicación y 15 días después de la 3ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	B
Glifosato+aceite	8.63	C
Glifosato	11.54	D
Paraquat+aceite	15.47	E
Paraquat	18.47	F

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 150 días después de la 1 aplicación y 30 días después de la 3 aplicación (Cuadro 21), puede observarse que existe diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Por lo que se procedió a realizar prueba de medias de Tukey.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 150 días después de la 1 aplicación y 30 días después de la 3 aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	3.32			
Tratamientos	5	1458.96	291.79	79.50*	3.33
Error	10	36.7	3.67		
Total	17	1498.98			

C.V. Coeficiente de Variación = 11.90%

A los 150 días después de la 1ª. aplicación y 30 días después de la 3ª. aplicación se observó un excelente control de Glufosinato solo, Glifosato más aceite , Glifosato solo, Paraquat más aceite. El tratamiento Paraquat solo, presentaron un buen control, sin embargo el Glufosinato más aceite se obtuvo la menor cobertura por ende el mejor control. Estos resultados pueden observarse en el cuadro 22.

Cuadro 22. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas a los 150 días después de la 1ª. aplicación y 30 días después de la 3ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	A
Glifosato+aceite	8.63	A
Glifosato	11.54	B
Paraquat+aceite	17.47	C
Paraquat	30.04	D

Los resultados del análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 165 días después de la 1 aplicación y 45 días después de la 3 aplicación (Cuadro 23), que muestran que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas en tal motivo se hizo la prueba de medias de Tukey.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 165 días después de la 1 aplicación y 45 días después de la 3 aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	24.40			
Tratamientos	5	1783.51	356.70	36.84*	3.33
Error	10	96.83	9.68		
Total	17	1904.74			

C.V. Coeficiente de Variación = 23.03%

En la lectura realizada a los 165 días después de la 1 aplicación y 45 días después de la 3 aplicación, los tratamientos Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo, presentaron un excelente control (81- 100%). El Paraquat más aceite y Paraquat solo, tuvieron un buen control (60 – 80%) y el tratamiento de Glufosinato más aceite mantiene el % de control (excelente > 90%) de acuerdo con el cuadro 2. Los resultados pueden observarse en el cuadro 24.

Cuadro 24. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura a los 165 días después de la 1ª. aplicación y 45 días después de la 3ª. aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	A
Glifosato+aceite	8.63	A
Glifosato	11.54	A
Paraquat+aceite	20.00	B
Paraquat	32.25	C

Se realizó análisis de varianza sobre la variable cobertura a los 180 días después de la 1 aplicación y 60 días después de la 3 aplicación (Cuadro 25), muestran alta significancia. Por lo anterior se procedió a realizar prueba de medias Tukey para determinar estadísticamente los mejores tratamientos.

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable cobertura de malezas a los 180 días después de la 1 aplicación y 60 días después de la 3 aplicación.

FV	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Bloque	2	1.32			
Tratamientos	5	1945.74	389.14	209.2*	3.33
Error	10	18.68	1.86		
Total	17	1965.74			

C.V. Coeficiente de Variación = 9.75%

Como puede notarse, a los 180 días después de la 1 aplicación y 60 días después de la 3 aplicación en el cuadro 26 el tratamiento Glufosinato más aceite presentó el menor promedio de cobertura. Debe recalarse que el tratamiento que tiene el menor promedio de cobertura es el que mejor control ejerce sobre la malezas, seguido por los tratamientos Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo. El Paraquat más aceite y Paraquat solo, tuvieron buen control.

Cuadro 26. Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura a los 180 días después de la 1ª. aplicación y 60 días después de la 3 aplicación.

Tratamiento	Media cobertura (%)	Grupo Tukey
Glufosinato+aceite	2.87	A
Glufosinato	5.74	B
Glifosato+aceite	8.63	C
Glifosato	11.54	D
Paraquat+aceite	21.93	E
Paraquat	32.94	F

Con aceite agrícola se mejoro la acción de los herbicidas para el control de las malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo. Y en términos generales se puede decir que proporcionaron a éstos mayor capacidad de penetración y translocación logrando controlar eficientemente un gran número de especies de malezas mencionadas anteriormente en el cultivo. Los herbicidas sistémicos Glifosato más aceite y Glufosinato más aceite debido a su modo de acción controlaron la mayoría de las malezas en el cultivo, siendo el último mas efectivo que el de contacto (Quemante) Paraquat más aceite.

7.4. ESPECTRO DE CONTROL

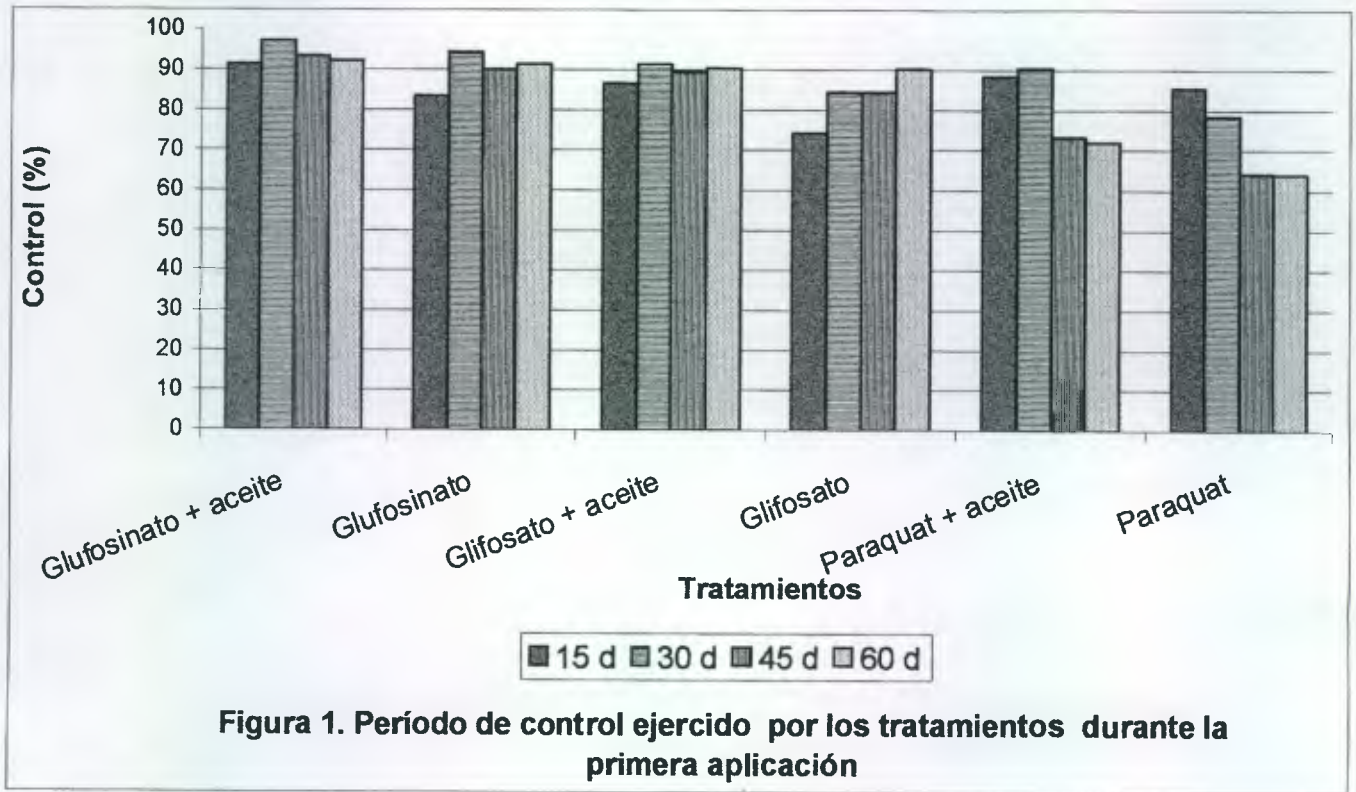
Cuadro 27. Espectro de control de especies de malezas en el área de ensayo, Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.

ESPECIE	Primera aplicación						Segunda aplicación						Tercera aplicación																	
	30 días			60 días			30 días			60 días			30 días			60 días														
	Tratamientos						Tratamientos						Tratamientos																	
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
<i>Ipomoea triloba</i>	EC	EC	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	BC	BC
<i>Momordica charantia</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Sida acuta</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Melampodium perfoliatum</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Fleurya aestuans</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Euphorbia hirta</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Lippia dulcis</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Phyllodendrom sp</i>	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
<i>Cyperus sp</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Cynodon dactylon</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Commelina difusa</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Eleusine indica</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Ixophorus unisetus</i>	EC	EC	EC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	BC	BC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
<i>Xanthosoma robustum</i>	EC	EC	EC	BC	PC	PC	EC	EC	EC	PC	PC	EC	EC	EC	EC	PC	PC	EC	EC	EC	EC	PC	PC	EC	EC	EC	EC	PC	PC	

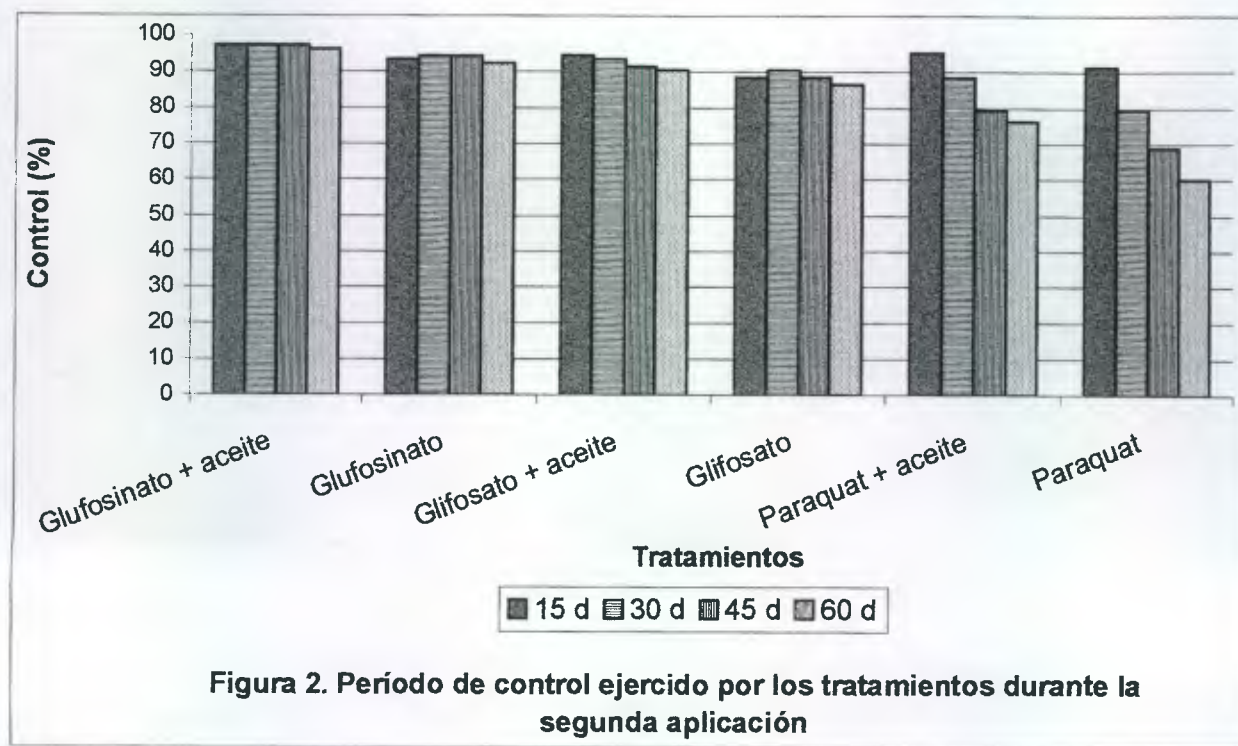
Referencia 1= Glufosinato + aceite 2= Glufosinato 3= Glifosato + aceite 4= Glifosato 5= Paraquat + aceite 6= Paraquat EC= Excelente control PC= Pobre control NC= Ningún control BC= Buen control.

El Glufosinato más aceite fue el que proporcionó el mejor Espectro de Control, sobre mayor número de especies de malezas de hoja ancha y angosta en el transcurso del ensayo.

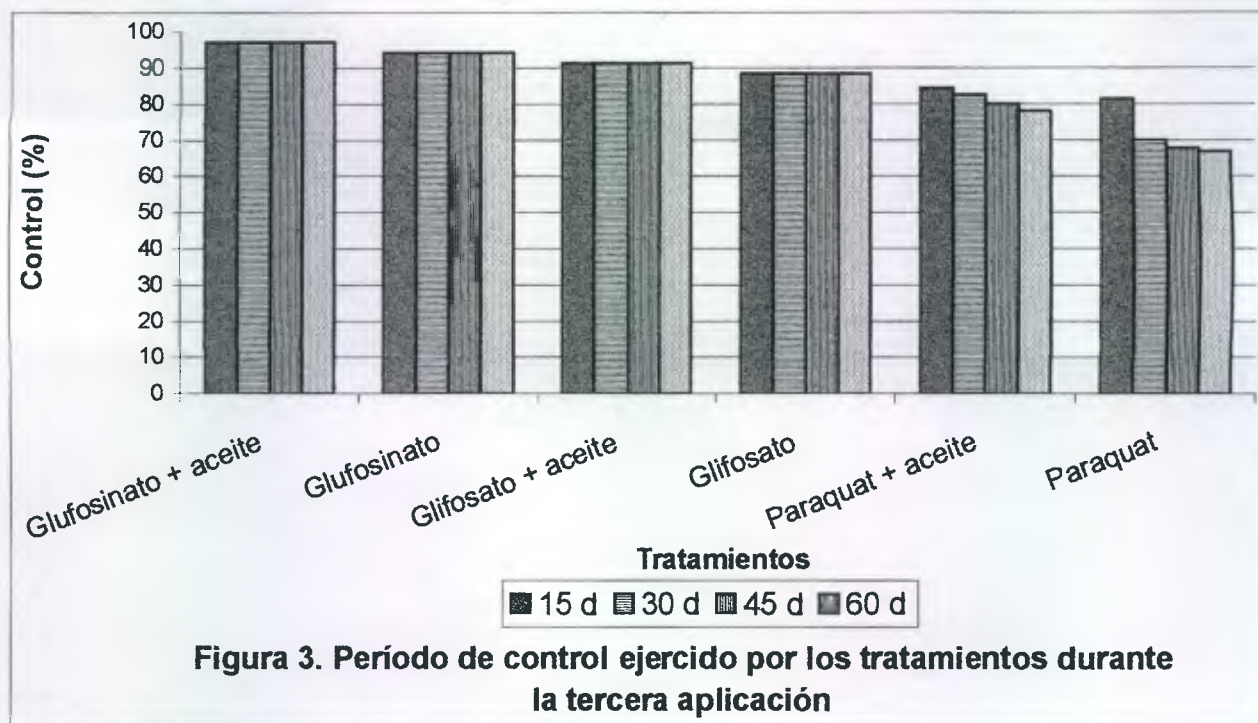
7.5. Período de control de los herbicidas



Al agregar aceite a la mezcla con los herbicidas sus propiedades se aprovecharon más rápidamente y proporcionó mayor eficacia a esta, la que a su vez indujo a una mayor cantidad de herbicida absorbido por las malezas, que usarlos separadamente. La acción del Paraquat es sumamente ligera quemando al entrar en contacto con los tejidos verdes, siendo sus efectos totales al inicio y conforme transcurren los días este es parcial. Debido a que Glufosinato solo y Glifosato solo actúan por translocación, el control es más lento en comparación con la opción de contacto de las malezas de hoja ancha y angosta presentes en el cultivo.



El efecto de los tratamientos sobre el control de las malezas fue que Glufosinato más aceite supero a los demás ya que sus propiedades acrecentaron su fitotoxicidad de la gran mayoría de las malezas anuales como perennes en el ensayo seguido de Glufosinato solo, Glifosato más aceite, Glifosato solo. Es evidente que al utilizar Paraquat solo, la acción de este es inmediata, ya que elimina las hojas de las malezas, declinando conforme pasan los días y luego decrece. En cambio los translocables Glifosato solo, Glufosinato solo, por su modo de acción penetran dentro de toda la maleza, su control es más duradero ya que controlaron eficientemente un mayor número de malezas de hoja ancha y angosta.



Aquí se muestra que la continuidad de las aplicaciones de los herbicidas de translocación el tiempo de control de las malezas tienen una mayor duración en comparación con las alternativas basadas en herbicidas de contacto (Quemantes). Las mezclas de aceite y los herbicidas hacen más eficiente y efectiva las propiedades de esta, proporcionando un efecto sinérgico que incrementa la acción del herbicida sobre las malezas de hoja ancha y angosta presentes en el cultivo.

7.6. Análisis económico

Cuadro 28. Costos variables y presupuesto parcial de los tratamientos evaluados en el control de las malezas en el cultivo de banano *Musa sapientum* L. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal, 2003.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6
M.O.	Q31.90	Q31.90	Q31.90	Q31.90	Q31.90	Q31.90
Herbicida	Q50.548	Q46	Q41.745	Q36.06	Q51.708	Q43.75
C.V.T.	Q146.24	Q141.7	Q137.44	Q131.76	Q147.408	Q139.45
Rend. caja/ha	85	83	82	80	79	75
B.B.	Q3060	Q2988	Q2952	Q2880	Q2844	Q2700
B.N.	Q2913.76	Q2846.3	Q2814.56	Q2748.24	Q2696.59	Q2560.55

Referencia: MO= Mano de obra REN= Rendimiento B.B.= Beneficio bruto B.N.= Beneficio bruto

C.V.T.= Costo variable total

En el cuadro 28 se presentan los costos variables y presupuesto parcial de los tratamientos aplicados. Como puede observarse en dicho cuadro, los tratamientos que presentaron el costo mas elevado fue Paraquat más aceite, Glufosinato más aceite y el tratamiento Glifosato solo, fue el que presentó el costo mas bajo. También se observa que el tratamiento con mayor Beneficio Neto es el Glufosinato más aceite, seguido por el Glufosinato solo, mientras que el Paraquat solo, presento el Beneficio Neto mas bajo.

Cuadro 29. Análisis de dominancia para los tratamientos bajo estudio, Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.

TRATAMIENTO	BENEFICIO NETO	COSTO VARIABLE	DOMINANCIA
Glifosato	Q2748.24	Q131.76	D
Glifosato + aceite	Q2814.56	Q137.44	ND
Paraquat	Q2560.55	Q139.45	D
Glufosinato	Q2846.3	Q141.7	ND
Paraquat+ aceite	Q2696.59	Q147.408	D
Glufosinato + aceite	Q2913.76	Q146.24	ND

ND= Tratamientos no dominados, los cuales pasan a la determinación de la tasa marginal de retorno. D= Dominados

Los tratamientos Glifosato solo, Paraquat más aceite, Paraquat solo, fueron superados o dominados, mientras que los tratamientos que salieron no dominados después del mencionado

análisis fueron Glufosinato más aceite, Glufosinato solo, Glifosato más aceite, procediéndose a efectuar el análisis de Tasa Marginal de retorno el cual se encuentra en el cuadro 30.

Cuadro 30. Tasa marginal de retorno para los tratamientos seleccionados del análisis de dominancia. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.

Tratamiento	Beneficio neto	Costo variable	[^] B. N.	[^] C.V.	TMR %
Glifosato + aceite	2814.56	137.44			
Glufosinato	2846.3	141.7	31.74	4.26	745.07
Glufosinato + aceite	2913.76	146.24	67.46	4.54	1485.90

Referencia: [^]B.N.= Incremento beneficio neto [^]C.V.= Incremento costos que varían
TMR %= Tasa marginal de retorno en porcentaje

Como puede observarse en el cuadro 30, se resume los resultados de la Tasa Marginal de Retorno para los diferentes tratamientos no dominados, indica que al utilizar el tratamiento Glufosinato más aceite que tiene un valor de 1485.90% lo cual representa una proporción 14.85/1. Lo cual significa que por cada quetzal invertido se recupera Q1.00 y además se obtiene Q14.85 de Ingreso. Seguido por el Glufosinato, presentando este una Tasa Marginal de Retorno con valor de 745.07% representando una proporción 7.45/1 lo que significa que por cada quetzal invertido se recupera Q1.00 y además se obtiene Q7.45 de ingreso.

8. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos herbicidas, glufosinato más aceite, glufosinato solo y glifosato más aceite, presentaron un control mayor del 80% al finalizar el experimento. Siendo los dos primeros los que nos proporcionan la mejor alternativa económica en la tasa marginal de retorno (1485.9% y 745.07%, respectivamente).
2. Con glufosinato más aceite se logró un mayor espectro de control de especies de malezas de hoja ancha y angosta presentes en el ensayo.
3. La maleza denominada conte *Phyllodemdrom* sp. presentó un alto grado de resistencia mayor del 70% a todos los tratamientos aplicados.
4. Los tratamientos herbicidas al ser combinados con aceite agrícola, mejoran su acción ya que el aceite agrícola le proporciona mejores propiedades tales como cubrimiento, penetración, translocación, solubilidad, adherencia y estabilidad.

9. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la investigación utilizando glufosinato más aceite en diferentes dosis para el manejo de malezas en las plantaciones de banano.
2. Asperjar sobre las áreas infestadas de conte *Phyllodendrom sp.* cuando las plantas se encuentren en el período de crecimiento activo, ya que dicha etapa podría ser más susceptible.
3. Utilizar el aceite agrícola en las aplicaciones de herbicidas, ya que mejoró el control de malezas que presentó cada herbicida por separado.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Alvarado López, WE. 1988. Determinación del período crítico de interferencia de maleza en papa (Solanum tuberosus L.) sembrada en la aldea Paquixic, Comalapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 1991. Manual de caficultura. Guatemala. 167 p.
3. Aventis Cropscience. s.f. Manual técnico. Guatemala. 21 p.
4. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica. México. 57 p.
5. Cronquist, A. 1995. The evolution and classification of flowering plants. 2 ed. New York, US, The New York Botanical Garden. 555 p.
6. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. Chibarro, A. 1986. La actividad bananera y los mercados no tradicionales; experiencia latinoamericana en la expansión de las exportaciones bananeras. Panamá, Unión de Países Exportadores de Banano. 391 p.
8. EPA (Environmental Protection Agency, US). 1998. Pesticide tolerance listing for selected commodities. US. s.p.
9. Flores, S. 1978. Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación. 172 p.
10. Furtick, WR; Romanowsky, RR. 1973. Manual de métodos de investigación de malezas. Estados Unidos, Universidad de Óregon, Centro Internacional de Protección de Plantas. 64 p.
11. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2002. Estadísticas de producción, exportación, importación y precios de los principales productos agrícolas de Guatemala. Guatemala. 32 p.
12. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. t. 2, p. 683-687.
13. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Mapa de capacidad productiva. Guatemala. Esc. 1:500,000. Color.

14. INAFOR (Instituto Nacional Forestal, GT). 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala. Esc. 1:600,000.
15. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala, Productos Superb. 393 p.
16. Liñan Vicente, C. De. 1998. Vademecum de producto fitosanitarios y nutricionales. 14 ed. España, Ediciones Agrotécnicas. 628 p.
17. López Godínez, AE. 1987. Determinación del período crítico de las malezas en el cultivo de ajo (*Allium sativa*) en el municipio de Aguacatán, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 50 p.
18. Maldonado A, MA. 1983. Combate de malezas en hortalizas de clima frío. *In* Curso de Producción de Hortalizas para el Altiplano de Guatemala (1., 1983, Guatemala). Informe. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 103-108.
19. Martínez Ovalle, M. 1984. Control de malezas. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 64 p.
20. Monsanto, CR. s.f. Manual informativo de Ranger Plus. Costa Rica. 21 p.
21. Monsanto, GT. 1994. Boletín informativo de Roundup. Guatemala. 6 p.
22. National Academy of Science, US. 1980. Plantas nocivas y cómo combatirlas; control de plantas y animales. 3 ed. México, Limusa. 574 p.
23. Pérez, LE. 1980. Aspectos generales sobre el cultivo de banano. *Agronomía (GT)* 3(24):5-10.
24. Perfil de la actividad bananera de América Latina. 1994. Informe UPEB (Pan.) no. 99:24-42.
25. Pitty, A. 1991. Guía práctica para el manejo de malezas. Zamorano, Honduras, Escuela Panamericana de Agricultura. 223 p.
26. Rodríguez, GM; Barrich, O. 1979. Manual sobre el cultivo de plátano en la costa norte de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, SIATSA. Boletín no. 7, 54 p.
27. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado. Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
28. Soto, M. 1985. Bananos cultivos y comercialización. San José, Costa Rica, Editorial Lil. 627 p.
29. Standley, PC; Steyermark, JA. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, US, Botany v. 24, pte. 3, 431 p.
30. Texaco, División Agrícola, GT. s.f. Aceites agrícolas. Guatemala. s.p.

31. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 1988. El uso del Paraquat en Guatemala; un enfoque agroquímico y ecológico. Guatemala. Cuadernos Chac. 14 p.
32. Valenzuela Morales, VA. 1987. Determinación del período crítico de interferencia malezas-arroz (Oryza sativa L.) en Chiquimulilla, Santa Rosa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 44 p.
33. Zaparolli Torres, ER. 1983. Comparación de once métodos para determinar el grado de control de malezas a través de la evaluación de seis herbicidas en caña de azúcar (Saccharum officinarum). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 30 p.



11. APENDICES

Cuadro 31.A Resumen para niveles de significancia en los tratamientos de acuerdo al Andeva en el cultivo de banano. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.

	GL	SC	CM	FC	FT (0.05)
Aplicación 1					
15 DDA	5	516.76	103.35	6.55*	3.33
30 DDA	5	695.63	139.13	9.3*	3.33
45 DDA	5	1937.34	387.46	189*	3.33
60 DDA	5	2236.05	447.21	15.18*	3.33
Aplicación 2					
15 DDA	5	140.71	28.14	10.39*	3.33
30 DDA	5	573.7	114.74	67.09*	3.33
45 DDA	5	1679.66	335.93	533.2*	3.33
60 DDA	5	2667.02	533.49	79.97*	3.33
Aplicación 3					
15 DDA	5	521.08	104.22	130.2*	3.33
30 DDA	5	1458.96	291.79	79.50*	3.33
45 DDA	5	1783.51	356.70	36.84*	3.33
60 DDA	5	1945.74	389.14	209.2*	3.33

Referencia DDA= Días después de la aplicación GI= Grados de libertad SC= Suma de cuadrados
 CM= Cuadrados medios FC= F calculada FT= F tabulada.

Cuadro 32.A Prueba de medias de Tukey para la variable cobertura de malezas en el cultivo de banano. Finca Agroindustrial Bananera, Morales, Izabal 2003.

	Trat	MCL 1	MCL 2	MCL 3	MCL 4	GT L 1 T 15	GT L 2 T 30	GT L 3 T 45	GT L 4 T 60
Ap 1	1	8.63	2.87	6.71	7.68	A	A	A	A
	2	16.56	5.74	9.99	8.63	A	A	A	A
	3	13.5	8.63	10.57	9.60	A	A	A	A
	4	25.72	15.55	15.49	9.82	A	A	B	A
	5	11.55	9.65	26.77	28.03	A	B	C	B
	6	14.49	21.52	35.80	36.01	B	C	D	C
Ap 2	1	2.87	2.87	2.87	3.83	A	A	A	A
	2	6.70	5.74	5.74	7.67	A	A	B	A
	3	5.55	6.70	8.63	9.6	A	B	C	B
	4	11.55	9.6	11.54	13.51	A	C	D	B
	5	4.78	11.54	20.48	23.57	B	D	E	C
	6	8.63	20.51	31.12	39.83	C	E	F	D
Ap 3	1	2.87	2.87	2.87	2.87	A	A	A	A
	2	5.74	5.74	5.74	5.74	B	A	A	B
	3	8.63	8.63	8.63	8.63	C	A	A	C
	4	11.54	11.54	11.54	11.54	D	B	A	D
	5	15.47	17.47	20.00	21.93	E	C	B	E
	6	18.47	30.04	32.25	32.94	F	D	C	F

Referencia Ap= Aplicación Mc= Media cobertura (%) Gt= Grupo Tukey L= Lectura Trat= Tratamiento
T=Tratamiento cada 15 días después de la aplicación. 1 Glufosinato + aceite + adherente. 2 Glufosinato. 3 Glifosato + aceite + adherente. 4 Glifosato. 5 Paraquat + aceite + adherente 6 Paraquat.

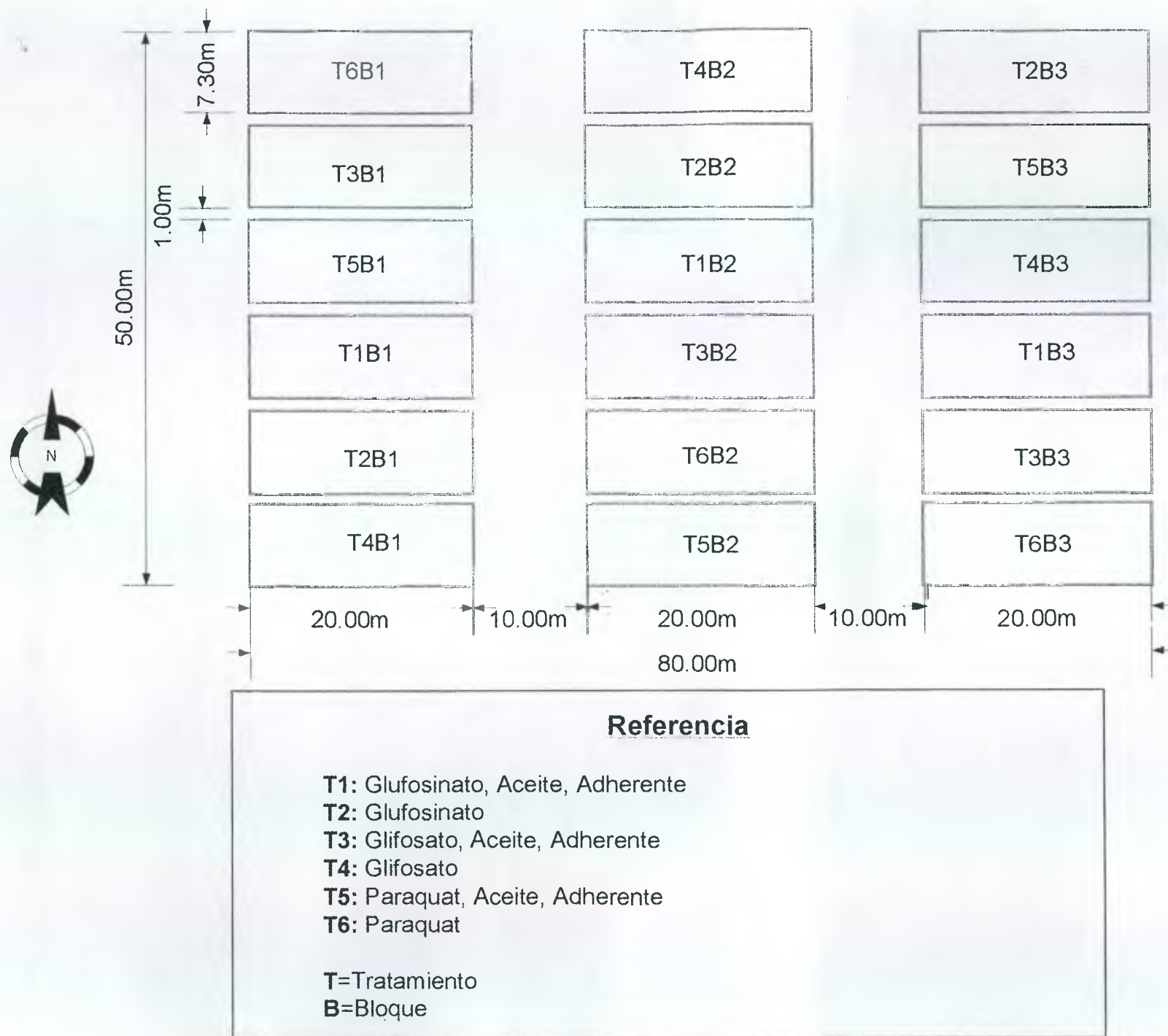


Figura 33"A": Dimensiones del Area Experimental y Distribución de los Tratamientos en el Campo

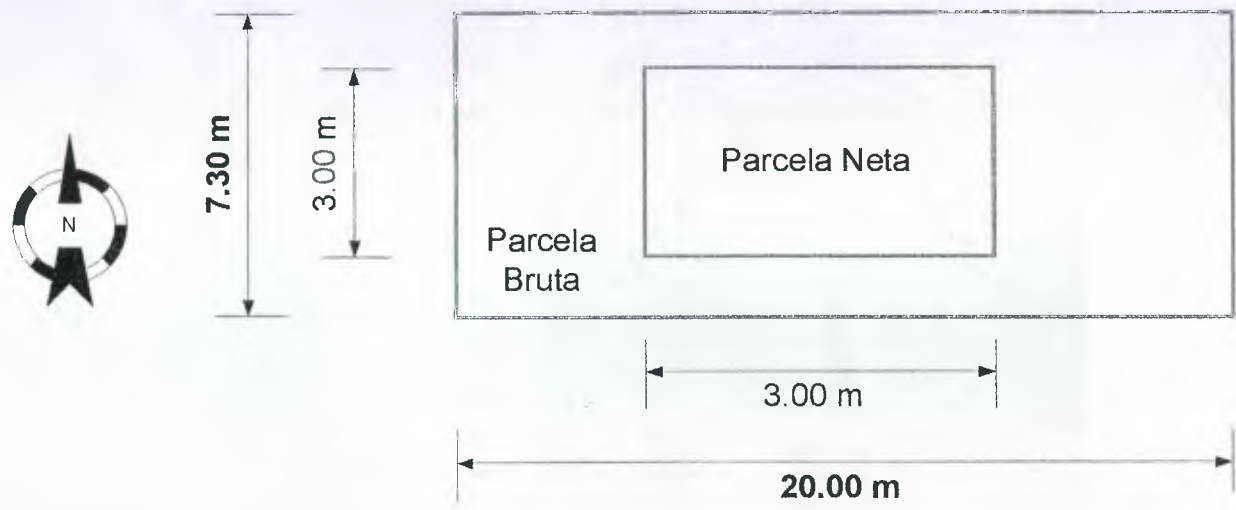


Figura 34"A": Tamaño de la unidad experimental

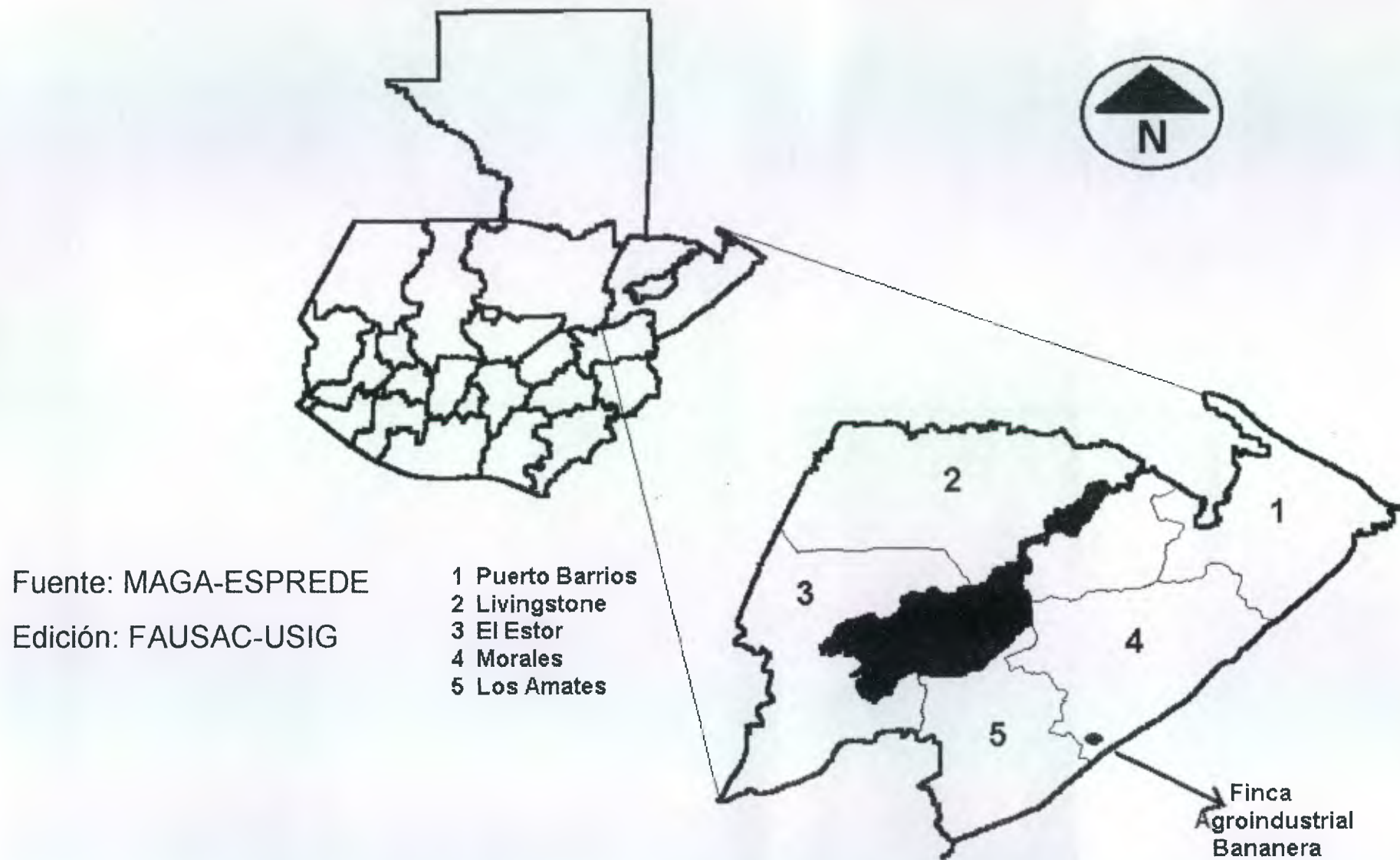


Figura 35 "A": Ubicación de la Finca Agroindustrial Bananera

CUADRO 36 "A" : Identificación de las malezas asociadas al cultivo del banano en el área donde se estableció el experimento.

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMUN	HOJA											
		FAMILIA	ORDEN	CLASE	GRUPO	FILOTAXIA	ESTRUCTURA	ESTIPULA	HABITO	TALLO	FRUTO	REPRODUCCION	CICLO
<i>Ipomoea triloba</i>	Campañilla	C	S	M	ANC	AL	SI	SE	T	H	C	S	A
<i>Momordica charantia</i>	Sorosí	CU	VI	M	ANC	AL	Z	SE	T	H	PC	S	A
<i>Sida acuta</i>	Escobillo	M	MA	M	ANC	AL	SI	CE	A	L	C	S	A
<i>Spilantes americanum</i>	Flor amarilla	A	AS	M	ANC	AL	C	SE	A	H	A	S	A
<i>Fleurya aestuans</i>	Chichicaste	U	UR	M	ANC	AL	SI	CE	A	H	A	S	A
<i>Euphorbia hirta</i>	Lechosa	E	EU	M	ANC	AL	SI	CE	A	H	C	S	A
<i>Lippia dulcis</i>	Lippia	V	LAM	M	ANC	AL	SI	SE	A	L	D	S	A
<i>Phyllocladom sp</i>	Conte	A	AR	L	ANG	AL	E	SE	R	H	C	V	P
<i>Cyperus sp</i>	Coyolillo	P	CYP	L	ANG	AL	SE	SE	A	H	A	V	P
<i>Cynododon dactylon</i>	Gramma	P	CYP	L	ANG	AL	SE	SE	A	H	CA	V	P
<i>Commelina difusa</i>	Tripa de pollo	CO	COM	L	ANG	AL	SI	SE	A	H	C	V	P
<i>Eleusine indica</i>	Pata de gallina	P	CYP	L	ANG	AL	SE	SE	R	H	C	V	P
<i>Ixophorus unisetus</i>	Meshmete	P	CYP	L	ANG	AL	SE	SE	A	H	CA	V	P
<i>Xanthosoma robustum</i>	Quequeshque	A	AR	L	ANG	AL	E	SE	A	H	C	V	P

REFERENCIA				
FAMILIA	ORDEN	CLASE	GRUPO	
C = Convolvulaceae	S = Solanales	M= Magnolopsida	ANC= Ancha	
CU = Cucurbitaceae	VI = Violales	L= Liliopsida	ANG= Angosta	
M = Malvaceae	MA = Malvales			
A = Asteraceae	AS = Asterales	FILOTAXIA	ESTRUCTURA	FRUTO
U = Urticaceae	UR = Urticales	AL= Alterna	C= Compuesta	A= Aquenio
A = Araceae	AR = Arales		E= Espata	PC= Pepo canoso
CY = Cyperaceae	CYP = Cyperales	ESTIPULA	SE= Sesil	C= Cápsula
CO = Commelinaceae	COM = Commelinales	CE= Con estípulas	SI= Simple	D= Drupa
P = Poaceae	CYP = Cyperales	SE= Sin estípulas		CA= Cariopsis
V = Verbenaceae	LAM = Lamiales			B= Baya
E = Euphorbiaceae	EU = Euphorbiales			
	HABITO	TALLO	CICLO	REPRODUCCION
	A= Arbustivo	H= Herbáceo	A= Anual	S= Semilla
	R= Rastrero	L= Leñoso	P= Perenne	V= Vegetativa
	T= Trepador			



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

" USO DEL ACEITE AGRICOLA EN
COMBINACION CON HERBICIDAS PARA
EL CONTROL DE MALEZAS EN BANANA
(Musa sapientum L.) IZABAL, GUA
TEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE:

JULIO ALFONSO CORDON CAMBRONERO

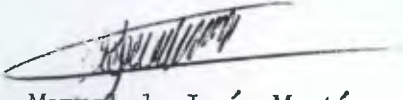
CARNET:

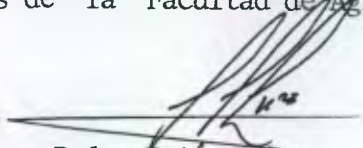
9510308

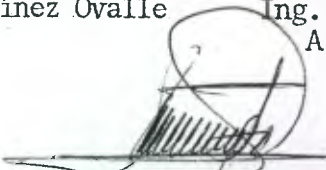
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Miguel Angel Morales Cayax
Lic. Julio Gerardo Chinchilla V.

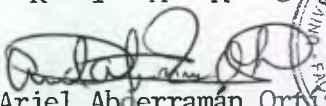
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Mannel de Jesús Martínez Ovalle
A S E S O R


Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes
A S E S O R


Dr. David Monterroso Salvatierra
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S


Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
D E C A N O

