

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS

DETERMINACIÓN DE MATERIALES PARA SUJETAR LOS  
GLOMÉRULOS FLORALES DEL BANANO *Musa sp.* PARA REDUCIR  
LOS DAÑOS MECÁNICOS Y MALFORMACIONES DE LA FRUTA

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

POR

JOSE RICARDO HERNANDEZ ORELLANA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, Noviembre del 2004

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
TC/143

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR**

**Dr. M. V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

<b>DECANO</b>	<b>Dr. Ariel Abderramán Ortiz López</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel Ovalle</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Prof. Juvencio Chom Canil</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Prof. Bayron Geovany González Chavajay</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes</b>

Guatemala, Noviembre del 2,004

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

Honorables Miembros:

De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de tesis titulado:

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES PARA SUJETAR LOS  
GLOMÉRULOS FLORALES DEL BANANO *Musa sp.* PARA REDUCIR  
LOS DAÑOS MECÁNICOS Y MALFORMACIONES DE LA FRUTA**

Trabajo que presento como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación, agradezco la atención al presente.

Atentamente,

  
José Ricardo Hernández Orellana

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Todo poderoso, de quien tantas bendiciones he recibido a lo largo de mi existencia

**MIS PADRES:** Obed Hernández López y Amalia Orellana Acevedo.

Como una pequeña muestra de lo mucho que los amo, un reconocimiento a sus años de esfuerzo en mi formación y un homenaje de agradecimiento por todos los valores, principios y orientaciones recibidas antes, hoy y siempre. Mil gracias de todo corazón.

**MIS HERMANOS:** Walter Obed e Ingrid Nineth Hernández Orellana e Ícela Hernández por el cariño y apoyo incondicional que siempre me han brindado.

**MIS ABUELOS:** Como veneración y agradecimiento a sus enseñanzas y sabios consejos.

**MIS SOBRINAS:** Joseline Andrea y Evelyn Sujey Hernández Sagastume con todo mi amor.

**MIS TIOS, PRIMOS,  
Y FAMILIA EN  
GENERAL:** Por su amistad y apoyo brindado en todos los años de estudio, en especial a mis tías Ilda y Elizabeth Hernández.

**MIS CUÑADOS:** Melvín Saúl Acevedo y Berta Alicia Sagastume.

**MIS COMPAÑEROS  
Y AMIGOS:** Por el momento que he compartido con ustedes.

## **TESIS QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

**MI PATRIA GUATEMALA**

**MORALES, IZABAL**

**MIS PADRES**

**MIS HERMANOS**

**MI FAMILIA EN GENERAL**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**MIS ASESORES**

**COBIGUA**

**FINCA KICKAPOO**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:**

### **MIS PADRES**

Por su valiosa ayuda en la dura tarea de guiarme por el sendero firme de la vida.

### **MIS ASESORES**

Ing. Francisco Javier Vásquez e Ing. Arturo Cortez Vanegas por su valiosa asesoría brindada en la ejecución de la presente tesis.

### **COBIGUA, S.A.**

Por brindarme la oportunidad de realizar mi EPS y tesis de grado.

### **FINCA KICKAPOO Y FINCA OMAGUA 2**

En especial al Ing. Romaldo Lewis, Ing. Rene Solís, Br. Gustavo Salguero y a Sonia Orellana, por el apoyo brindado durante el EPS.

### **MI ASESOR DE EPS**

Ing. Fredy Hernández Ola por su valioso tiempo e incondicional apoyo durante la ejecución de EPS.

### **MIS AMIGOS EN GENERAL**

En especial a mis compañeros de estudios, mis compañeros de EPS, mis compañeros del comité de huelga de todos los santos dolores de agronomía, mis compañeros Q-18, mis compañeros de finca Lanquin 1, a E. Gabriela con mucho amor y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis.

## INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pag
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	ix
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
<b>3. MARCO TEORICO</b>	<b>4</b>
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Aspectos generales del cultivo de banano	4
3.1.2 Descripción botánica	5
3.1.3 Taxonomía	5
3.1.4 Morfología de las estructuras vegetativas	5
A. Sistema radicular	5
B. Cormo	6
C. Pseudotallos y hojas	7
a. Fase infantil	8
b. Fase juvenil	8
c. Fase reproductiva	8
D. Inflorescencia y racimo	8
E. Desarrollo del fruto	9
F. Longitud de los dedos	10
G. Numero de dedos	10
H. Curvatura de dedos	10
3.1.5 Requerimientos climáticos	11
A. Humedad	11
B. Temperatura	11
C. Altitud	11
D. Luminosidad	12
3.1.6 Requerimientos del suelo	12
3.1.7 Siembra o establecimiento	13
3.1.8 Formas de propagación del banano	13
A. Micropropagación	13
B. Método convencional	13
3.1.9 Tipos de materiales de propagación	14
A. Cormos de plantas maduras paridas	14
B. Cormos de plantas maduras sin parir	14

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

C. Material de hijo de espada	14
D. Material de hijo de agua	14
E. Material de hijo recortado	15
3.1.10 Especies y variedades	15
A. Gran enano	15
B. Valery	16
C. Willians	17
3.1.11 Comercialización del banano	18
3.2 Marco referencial	20
3.2.1 Ubicación geográfica y política del área experimental	20
3.2.2 Material genético experimental	20
3.2.3 Vías de acceso	20
3.2.4 Suelos	21
3.2.5 Zona de vida	21
3.2.6 Clima	21
<b>4. OBJETIVOS</b>	
4.1 General	23
4.2 Específicos	23
<b>5. HIPÓTESIS</b>	24
<b>6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b>	
6.1 Ubicación del ensayo	25
6.2 Tratamientos	25
6.3 Diseño experimental	26
A. Modelo estadístico diseño completamente al azar	26
B. Modelo estadístico diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 3 X 2	26
6.4 Unidad experimental	27
6.5 Manejo experimental	28
6.5.1 Ubicación y desarrollo	28
6.5.2 Aleatorización	29
6.5.3 Marcaje del experimento	29
6.5.4 Croquis de campo	30
6.6 Variables de respuesta	31
6.6.1 En el campo	31
6.6.2 En la empacadora	32
6.7 Análisis de la información	33
A. Campo	33
B. Empacadora	33
6.8 Manejo agronómico del cultivo	35
A. Fertilización	35
B. Deshoje combinado o de sigatoca o sanidad	35
C. Control de malezas	36
D. Reguie y desvío de hijos	37
E. Embolse	38
F. Cosecha	38

7.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	40
7.1	<b>Campo</b>	40
7.2	<b>Empacadora</b>	40
7.2.1	<b>Diseño completamente al azar</b>	40
7.2.1.1	Calibración de la fruta	40
7.2.1.2	Índice de curvatura	41
7.2.1.3	Cicatriz de crecimiento (CC)	42
7.2.1.4	Mal formación de la fruta (ML)	43
7.2.1.5	Combinación de CC + ML	44
7.2.1.6	Puntos de proporción perdidos por CC	46
7.2.1.7	Puntos de proporción perdidos por ML	47
7.2.2	<b>D.C.A. con arreglo combinatorio de 3 X 2</b>	48
7.2.2.1	Calibración de la fruta	48
7.2.2.2	Índice de curvatura	49
7.2.2.3	Cicatriz de crecimiento (CC)	50
7.2.2.4	Dedos mal formados	51
7.2.2.5	Combinación de CC + ML	52
7.2.2.6	Proporción perdida por el defecto de CC	53
7.2.2.7	Proporción perdida por el defecto de ML	54
8.	<b>CONCLUSIONES</b>	56
9.	<b>RECOMENDACIONES</b>	57
10.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	58
11.	<b>ANEXOS</b>	60

**INDICE DE CUADROS**

<b>CUADROS</b>	<b>Pag</b>
Cuadro 1. Descripción de los materiales evaluados en el ensayo con D.C.A.	25
Cuadro 2. Descripción de los materiales evaluados en el ensayo con D.C.A. con arreglo combinatorio de 3 X 2	26
Cuadro 3. Formato de recolección de datos de las variables en el campo	31
Cuadro 4. Formato de recolección de datos del perfil del racimo en planta empacadora	32
Cuadro 5. Análisis de varianza para la calibración de la fruta	41
Cuadro 6. Pruebas de medias de Duncan para la calibración de la fruta	41
Cuadro 7. Análisis de varianza para el índice de curvatura	42
Cuadro 8. Análisis de varianza para el defecto de CC	42
Cuadro 9. Análisis de varianza para el defecto de ML	43
Cuadro 10. Prueba de medias de Duncan para el defecto de ML	44
Cuadro 11. Análisis de varianza de la combinación de CC + ML	45
Cuadro 12. Prueba de medias de Duncan para la combinación de los kilogramos perdidos por los defectos CC + ML	45
Cuadro 13. Análisis de varianza de los puntos de proporción perdidos por el defecto de CC	46
Cuadro 14. Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados	47
Cuadro 15. Pruebas de medias de Duncan para los puntos de proporción perdidos por el defecto de ML	48
Cuadro 16. Análisis de varianza para la calibración de la fruta	49

Cuadro 17.	Pruebas de medias de Duncan para la calibración de la fruta	49
Cuadro 18.	Análisis de varianza para el índice de curvatura	50
Cuadro 19.	Análisis de varianza para los Kgs. perdidos por CC	50
Cuadro 20.	Análisis de varianza para los Kgs. perdidos por ML	51
Cuadro 21.	Pruebas de medias para los Kgs. perdidos por ML	52
Cuadro 22.	Análisis de varianza para la combinación de CC + ML	52
Cuadro 23.	Prueba de medias para la combinación de CC + ML	53
Cuadro 24.	Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento	53
Cuadro 25.	Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados	54
Cuadro 26.	Prueba de medias para los puntos de proporción perdidos por el defecto de ML	55
Cuadro 27.	Resultados de la calibración de la fruta en D.C.A.	68
Cuadro 28.	Resultados para del índice de curvatura en D. C. A.	69
Cuadro 29.	Resultados del defecto cicatriz de crecimiento en D.C.A.	70
Cuadro 30.	Resultados de fruta mal formada en D.C.A.	71
Cuadro 31.	Combinación de los defectos de CC + ML en D. C. A.	72
Cuadro 32.	Puntos de proporción perdidos por CC en D. C. A.	73
Cuadro 33.	Puntos de proporción perdidos por el defectos de dedos mal formados en D. C. A.	74
Cuadro 34.	Resultados de calibración de la fruta en D.C.A. con arreglo combinatorio de 3 X 2	75
Cuadro 35.	Media de la interacción de A x B de la calibración de la fruta	75
Cuadro 36.	Resultados obtenidos en la planta empacadora, sobre el índice de curvatura obtenido del dedo medio de la mano sub-basal	76

Cuadro 37.	Media de la interacción A x B del índice de curvatura	76
Cuadro 38.	Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento	77
Cuadro 39.	Media de la interacción de A x B para la CC	77
Cuadro 40.	Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por el defecto de dedos mal formados	78
Cuadro 41.	Media de la interacción A x B de Kgs. perdidos por ML	78
Cuadro 42.	Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por la combinación de CC + ML	79
Cuadro 43.	Media de la interacción de A x B de la combinación de CC + ML	79
Cuadro 44.	Puntos de proporción perdidos por el defecto de CC	80
Cuadro 45.	Media de la interacción A x B para los puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (CC)	80
Cuadro 46.	Puntos de proporción perdidos por el defecto de ML	81
Cuadro 47.	Media de la interacción de A x B de los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados	81

**INDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURAS</b>	<b>Pag.</b>
Figura 1. Aspecto general de la variedad comercial Gran Enano	16
Figura 2. Aspecto general de la variedad comercial Valery	17
Figura 3. Aspecto general de la variedad comercial Williams	18
Figura 4. Mapa de ubicación de la finca	22
Figura 5. Plantación de banano de doble surco	27
Figura 6. Croquis de campo	30
Figura 7. Zona de aplicación de fertilizantes	35
Figura 8. Labor de deshoje de sanidad	36
Figura 9. Labor de deshoje de quema de sigatoca y hoja doblada	36
Figura 10. Control de malezas con bomba de mochila	36
Figura 11. Anclaje de la mata de banano con pita (nylon)	37
Figura 12. Colocación de la bolsa para protección del racimo	38
Figura 13. Despuntando mata	39
Figura 14. Esponjeando el racimo	39
Figura 15. Racimo conchado	39
Figura 16. Transporte de fruta con motor aéreo	39
Figura 17. Mapa de Ubicación de Puerto Barrios, Izabal	60
Figura 18. Mapa de la división Maya-Guatemala	61
Figura 19. Descripción de la planta de banano	62
Figura 20. Materiales experimentales	63
Figura 21. Racimos; semanas después de reventar los materiales, hule de 2 mm de espesor	63

Figura 22	Racimos; semanas después de reventar los materiales, hule de 1.5 mm de espesor	63
Figura 23	Racimos; semanas después de reventar los materiales, hule de 0.80 mm de espesor	64
Figura 24	Racimos de banano sin ningún material experimental	64

**DETERMINACIÓN DE MATERIALES PARA SUJETAR LOS GLOMÉRULOS FLORALES DEL  
BANANO *Musa sp.* PARA REDUCIR LOS DAÑOS MECÁNICOS Y MALFORMACIONES DE LA  
FRUTA**

**DETERMINATION OF MATERIALS TO HOLD THE FLORAL GLOMERULOS OF BANANA  
TREE (*Musa sp.*) TO REDUCE MECHANICAL DAMAGES AND FRUIT MALFORMATIONS  
FRUIT**

**RESUMEN**

En el norte del país, en el departamento de Izabal se encuentra ubicada la Compañía Bananera Guatemalteca Independiente (COBIGUA, S.A.), la cual se dedica a la producción y exportación de banano *Musa sp.*, cuenta con nueve fincas que hacen un total de 2,141.39 hectáreas dedicadas exclusivamente a la producción del cultivo de banano.

La búsqueda de opciones que mejoren la calidad y el aprovechamiento de la fruta es una necesidad valiosa, es por ello que se busca mediante nuevas alternativas el mejoramiento de la calidad de la fruta con la implementación de bandas elásticas de hule y laminillas de nylon (daipa). Esta técnica podría reducir las incidencias de lesiones mecánicas y malformaciones en los frutos.

Los objetivos de la investigación fueron: Determinar que material presenta menor daño mecánico y malformación en la fruta y estimar los puntos de proporción perdidos por los daños mecánicos y dedos mal formados.

Se utilizaron 2 diseños estadísticos, el primero consistió en un diseño completamente al azar en donde se incluyeron los 2 testigos, el material que mejores resultados proporcionó en comparación con los testigos fue el tratamiento 3 (banda elástica de hule de 1.5 mm de espesor con desde), debido a que reduce los daños mecánicos y malformaciones en la fruta; así como obtener una mejor calidad y compactación de la fruta y con el que se gana mayor puntos de proporción (relación caja/racimo).

En el segundo diseño utilizado que fue un completamente al azar con arreglo combinatorio de 3 x 2 se evaluaron los factores A (espesor de bandas elásticas de hule) y el factor B (modalidades de desdede). Donde se observó que no existe diferencia significativas para el factor (espesor de bandas elásticas) y los tratamientos que fueron estadísticamente mejores en la reducción de los daños mecánicos y malformación en la fruta fueron: el de 2 mm de espesor con desdede, el de 1.5 mm de espesor con desdede y el de 0.80 mm de espesor con desdede. El factor mas significativo fue la aplicación del desdede sin importar el espesor de la banda elástica de hule.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el norte del país, en el departamento de Izabal se encuentra ubicada la Compañía Bananera Guatemalteca Independiente (COBIGUA, S.A.), la cual se dedica a la producción y exportación de banano *Musa sp.*, cuenta con nueve fincas que hacen un total de 2,141.39 hectáreas dedicadas exclusivamente a la producción del cultivo antes mencionado (4).

El banano es el fruto más importante en comercio internacional, después de los cítricos. Se trata casi exclusivamente de comercio de fruta fresca, ya que su transformación tiene tan solo una importancia limitada. En Guatemala el banano se cultiva todo el año, se obtienen cosechas continuas que aseguran el empleo y flujo de ingresos constantes al trabajador; así en el año 2002 la compañía COBIGUA exportó hacia los Estados Unidos 3, 924,513 cajas de banano y lo que va de enero a abril del año 2003 ha exportado 1, 332,295 cajas de banano, el cual a generado divisas para el país por ser uno de los productos más importantes de exportación (5).

La búsqueda de opciones que mejoren la calidad y el aprovechamiento de la fruta es una necesidad valiosa, es por ello que se busca mediante nuevas alternativas el mejoramiento de la calidad de la fruta con la implementación de bandas elásticas de hule y laminillas de nylon (Daipa). Esta técnica podría reducir las incidencias de lesiones mecánicas y malformaciones en los frutos. Las condiciones favorables del clima en la época de principio de año (marzo, abril, mayo y junio) debido a los aumentos en la temperatura ambiente, especialmente durante la noche facilitan el llenado de los frutos de banano.

Los frutos que se deforman provocan lesiones en frutos vecinos, a esto se le ha denominado cicatriz de crecimiento, las mismas se pueden producir en los frutos de la serie superior del glomérulo floral (mano), túnel (entre frutos o dedos) y entre manos. Los frutos que presentan estas características no califican para exportarse según las especificaciones actuales exigidas por el mercado. En esta oportunidad el uso de un material que modifique la morfología de las manos en las primeras etapas de crecimiento del racimo es el tema de estudio y el cual se desarrolló en la finca Kickapoo, propiedad de la empresa COBIGUA, S.A.

En este ensayo se utilizaron 2 diseños estadísticos para su ejecución y análisis. En el primer diseño se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A.) que constó de 8 tratamientos, de los cuales los primeros 6 son del mismo material (banda elástica de hule) con espesores de 2, 1.5 y 0.80 mm de espesor con y sin desdede, el tratamiento 7 que es una laminilla de nylon o daipa (testigo 1) y el tratamiento 8 que no lleva ningún material (testigo 2), cada uno con 25 repeticiones. En el segundo diseño se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A.) con arreglo combinatorio de 3 X 2, donde el factor A son los espesores de las bandas elásticas de hule (2, 1.5 y 0.80 mm de espesor) y el factor B son las modalidades de desdede (con y sin desdede) y cada uno con 25 repeticiones.

Como resultado de la investigación, se observó que en el primer diseño completamente al azar en donde se incluyeron los 2 testigos, el material que mejores resultados proporcionaron en comparación con los testigos fue el tratamiento 3 (banda elástica de hule de 1.5 mm de espesor con desdede), debido a que reduce los daños mecánicos y malformaciones en la fruta. También nos permite obtener una mejor calidad y compactación de la fruta y es el tratamiento con que se gana mayor puntos de proporción (relación caja / racimo).

En el segundo diseño utilizado que fue un completamente al azar con arreglo combinatorio de 3 x 2 se evaluaron los factores A (espesor de bandas elásticas de hule) y el factor B (modalidades de desdede). Donde se observó que no existe diferencia significativas para el factor (espesor de bandas elásticas) y los tratamientos que fueron estadísticamente mejores en la reducción de los daños mecánicos y malformación en la fruta fueron: el de 2 mm de espesor con desdede, el de 1.5 mm de espesor con desdede y el de 0.80 mm de espesor con desdede, esto indica que el factor más significativo fue la aplicación del desdede sin importar el espesor de la banda elástica de hule.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región norte de Guatemala el banano *Musa sp.*, se ha constituido en uno de los principales cultivos de exportación y una fuente de trabajo que genera miles de empleos para nuestro país. Actualmente hay 19,390 hectáreas cultivadas con banano, en todo el país, lo que genera un nivel de exportación aproximado de 90 millones de cajas de banano al año.

Actualmente, el mercado exige una calidad de la fruta aún mayor que debe ser suplida por los productores. Además de mejorar el manejo agronómico para conservar la calidad natural de la fruta se implementan otras prácticas que cambian la morfología de los frutos. Es conocido que los frutos que se deforman, debido a la cercanía tanto de las manos (glomérulos florales) entre sí como de los frutos de las series de una misma mano, provocan lesiones de orden mecánico. A esto se le ha dado el nombre de cicatriz de crecimiento (CC). Muchos de los frutos que presentan estas lesiones no califican para exportarse según las especificaciones vigentes en el mercado.

Las lesiones de orden mecánico en la fruta son un factor que interviene económicamente en la producción agrícola en forma comercial, específicamente el caso de la cicatriz de crecimiento (CC) y dedos mal formados (ML); ambas, son causa de gran parte del desperdicio. Es por ello que el uso de una banda elástica de hule y una laminilla de nylon que modifique la morfología de las manos, en combinación con el uso del desdese en las primeras etapas de crecimiento del racimo, fue el tema a investigar. Adicionalmente condiciones climáticas adversas favorecen la presencia de las lesiones mecánicas debidas a malformaciones, bajo grado, dedos cortos y curvaturas mayores en los frutos, bajo estas condiciones atmosféricas la realización de prácticas culturales que reduzcan el impacto del clima es una tarea que también debe llevarse a cabo.

Según el departamento de servicios técnicos de la empresa COBIGUA S.A. estima que en el año 2002 se perdieron un total de 500,000 cajas / año lo que representa una perdida de 47,400,000.00 quetzales en la división Maya-Guatemala esto debido a los defectos de cicatriz de crecimiento y dedos mal formados. Es por ello que en este trabajo se busca determinar materiales para reducir los daños mecánicos y malformaciones en la fruta y así incrementar la fruta exportable.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Aspectos generales del cultivo de banano *Musa sp.*

Aunque se le llama árbol, esta planta perteneciente a la familia de las musáceas, es en realidad una gigantesca hierba, que puede alcanzar una altura de 15 metros. Al igual que el plátano, el banano es una fruta tropical originada en el sudoeste asiático, probablemente de Malasia, China Meridional e Indonesia. Desde allí fue llevado a Madagascar en el siglo XV, y luego difundido en la costa oriental y central de África, aunque algunos lo sitúan en ese continente desde hace unos 8000 años. En el siglo XV los portugueses lo encontraron en la costa occidental africana, en la región de Guinea, llamándolo guineo. Hacia 1516 el padre Tomás de Berlanga lo introdujo en la isla La Española, en el Caribe, probablemente llevándolo desde las islas Canarias, donde se cultiva desde 1450 (3).

Parece ser que el comercio del banano en el mundo, realmente comenzó al final del siglo XIX. En 1915, Europa importó más de 100.000 toneladas de bananos de la variedad *Gross Michel*, pero posteriormente, en 1940, la llamada enfermedad de Panamá diezmó las plantaciones y esta variedad fue desapareciendo progresivamente. A partir de 1960, esta variedad ha sido reemplazada por variedades resistentes producidas por el grupo *Cavendish*, aunque existen otras como las aromadas de Martinica y Guadalupe, algunas de las Islas Canarias, y las variedades largas africanas (3).

El banano es un cultivo permanente que se auto reemplaza con un pequeño retoño que crece al lado de la planta que muere al ser cosechada. Las dos especies más conocidas en nuestro medio son: la *Musa paradisiaca* que corresponde al plátano para cocción, y la *Musa sapientum* o banano. La Cadena del banano, objeto de este documento, se refiere a la segunda de estas especies (3).

### 3.1.2 Descripción botánica

El banano es una planta herbácea, de tamaño variable entre dos y cinco metros de altura. De tallos subterráneos brotan tallos aéreos formados por las vainas envolventes de las hojas, por cuyo centro crecen los ejes florales. Las hojas funcionales varían entre 15 y 25, constan de lámina, pecíolo, vaina y apéndice, cuyo desarrollo varía según la edad; la lámina puede alcanzar hasta 4 metros de largo \* 0.5 metros de ancho y la nervadura central es una continuación del pecíolo. El eje de la inflorescencia es la continuación del escapo floral y, en él las hojas están sustituidas por brácteas; es cilíndrico en la parte superior y aristado en el resto, el cual después de la salida sufre un encorvamiento negativo, las brácteas caen y los frutos se desarrollan durante 66 a 95 días, a partir de los ovarios de las flores pistiladas. Cuando se cosecha el fruto, se corta el falso tallo a nivel del suelo, asegurando la supervivencia de la planta por el crecimiento de nuevos retoños (12).

### 3.1.3 Taxonomía

El banano está clasificado de la siguiente manera: (17)

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Zingiberidae
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Genero	<i>Musa</i>
Especie	<i>Musa sp.</i>

### 3.1.4 Morfología de las estructuras vegetativas

#### A. Sistema radicular

El sistema radicular de las plantas de banano es adventicio, o sea, la mayor parte se encuentra creciendo cerca de la superficie del suelo (primeros 50 cm aproximadamente). Está compuesto por un eje radicular, de la cual se producen las raíces laterales primarias (de primer

orden); a partir de las primarias se desarrollan las raíces laterales secundarias (de segundo orden). Grupos de tres o cuatro ejes de raíces blancas y carnosas de 5 a 8 mm de grosor emergen usualmente de un primordio común en la llamada zona marginal y atraviesan la corteza para emerger por el cormo. Estas raíces pueden llegar a medir hasta 5 o 10 metros, pero generalmente solo miden entre uno y dos metros (12).

Los pelos radiculares se desarrollan a partir de los extremos del eje radicular y son los principales responsables de la absorción de agua y nutrientes. La planta de banano sigue produciendo raíces hasta la floración o el momento en que emerge la inflorescencia. Sin embargo las raíces pueden permanecer vivas y funcionales después de la floración. La planta de banano saludable debe producir entre doscientas y quinientas raíces (12).

Las principales funciones de la raíz son el anclaje, la absorción de agua y nutrientes, la síntesis de hormonas y el almacenamiento. El crecimiento y funcionamiento de las raíces puede verse afectado de acuerdo con el tipo de suelo. En general, las plantas ubicados en suelos pesados poseen un sistema radicular más pobre que las ubicadas en suelos de textura livianas. El sistema radicular suele encontrarse concentrado principalmente entre los 20 y 50 cm superficiales de suelo, dependiendo de las condiciones físicas y químicas de éste. El crecimiento radicular depende principalmente de las condiciones de textura y estructura del suelo, de las condiciones de aeración y humedad (drenaje y riego), de la compactación de suelos, de la fertilidad del suelo y de la aplicación de productos químicos. Cuando el sistema radicular se afecta negativamente, la producción decrece (12).

## **B. Cormo**

Morfológicamente el cormo se define como un tallo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior o rizomorfo. Skutch (1962) consideran que la evidencia morfológica indica que el tallo (cormo) es monopodico. Ciertamente, en los bananos y plátanos comestibles hay un eje mayor dominante y las yemas laterales (retoños) se originan a cierta distancia del meristemo apical; estas características corresponden a un tallo de ramificación monopodica (18).

Los entrenudos son muy cortos por lo que el cormo crece poco en altura; sin embargo, es grueso y carnoso debido a la gran cantidad de parénquima los nudos están bien agrupados y en cada uno de ellos hay una hoja cuya base foliar se extiende lateralmente hasta circundar el cormo. Tanto las hojas bien desarrolladas como las escamiformes de lamina foliar reducida que las anteceden, subtienden una sola yema lateral (futuro retoño) esta se encuentra encerrada por los márgenes de la base foliar que se traslapan, usualmente 2 o 3 yemas laterales de la parte media o superior del cormo son las que desarrollan nuevos retoños, por lo que estos tienden a salir cada vez mas cerca de las superficie (18).

El cormo esta constituido en su mayor parte por parénquima amiláceo. De acuerdo con Subra y Guillemont (1961), se pueden distinguir 2 zonas: a) la externa o cortical, que en apariencia, desempeña un papel de protección y b) la parte central o activa de la cual sale el sistema aéreo, el sistema radical y los retoños. Conforme la planta se acerca a la etapa de floración la parte central del cormo se empieza a esclerotizar de la base hacia el ápice. Este fenómeno inactiva las raíces basales y limita la emisión de nuevos retoños y raíces en esas áreas. De acuerdo con Champión (1961) en esta fase de crecimiento solo se origina raíces del cuello o parte superior del cormo. Es significativo que para entonces ya hay retoños bien desarrollados en la parte media o superior del cormo, con un sistema radical funcional bien constituido. Estos hijos están en capacidad de abastecer la planta madre y de mantener su comunicación con ella gracias a la posición en que se originan (18).

### **C. Pseudo tallo y hojas**

El pseudo tallo esta formado por las vainas envolventes de las hojas. Las primeras hojas del hijo se producen partiendo del meristemo central y se conocen como hojas escala, seguidas por las hojas angostas (de espada) y finalmente se forman las hojas maduras de tamaño completo, cerca de los seis meses de edad de la planta. Las hojas de mayor tamaño se producen al momento de la floración. Estas constituyen una estructura fuerte y resistente que permite soportar el peso de las hojas y las inflorescencia (racimo) que pueden llegar a pesar hasta 75 Kg (12).

El verdadero tallo aéreo se inicia a partir del cormo y termina en la inflorescencia. Su función es de conexión vascular entre las hojas y las raíces, y los frutos y las hojas. Por otra parte, las hojas se componen de cuatro partes: vaina, peciolo, lamina y apéndice, que se desarrollan de

modo distinto de acuerdo con la edad de la planta. La vaina es la parte inferior y envolvente de la hoja. El pecíolo es redondeado y acanalado y se extiende en la parte central de la lamina formando la nervadura. La lamina se desarrollan en el centro del pseudo tallo como un cilindro enrollado y puede llegar a medir entre 1.5 y 2.8 metros de largo por entre 0.7 y 1.0 metros de ancho (12).

Soto (1990) resumió el desarrollo del retoño en tres fases, de la siguiente manera (17):

**a. Fase infantil**

Incluye el periodo desde la aparición de la yema lateral hasta la independencia de la planta madre (17).

**b. Fase juvenil**

Cubre el intervalo desde la independencia del hijo de la planta madre en la emisión de la primera hoja normal y la diferenciación floral.

**c. Fase reproductiva**

Es el lapso entre el inicio de la diferenciación floral y la cosecha del fruto.

**D. Inflorescencia y racimo**

En determinado momento del desarrollo, de acuerdo con un estímulo todavía no dilucidado, el meristemo apical de la base del pseudo tallo deja de producir hojas e inicia la producción de una inflorescencia. Cuando se han producido cerca de veinte hojas, surge el tallo floral, cuya continuación forma el eje de la inflorescencia. En este eje las hojas son reemplazadas por brácteas; aparecen las brácteas femeninas seguidas de las brácteas masculinas. Las tres o cuatro primeras brácteas no cubren ninguna flor. Las brácteas son hojas modificadas cuyo ápice muestra prolongaciones similares en color y estructuras a las laminar foliares. En el extremo superior de los cojines florales salen algunas brácteas caedizas. El resto de ellos forma una masa compacta y permanece conocida como la bellota (12).

La inflorescencia esta formada por glomérulos florales (manos) o grupos de flores dispuestas en dos hileras e insertadas en abultamiento del raquis conocido como corona. En

términos comerciales, a esto se le conoce como manos. Por su parte, las flores corresponden a tres clases que son: a) pistiladas, en las manos superiores; b) neutras, en la sección central; y c) estaminadas, en el punto terminal del racimo. Después de las flores pistiladas hay una zona de flores neutras o hermafroditas que son eliminadas en las plantaciones comerciales durante la operación conocida como desmane (12).

El perianto de la flor se forma en dos pétalos (mayor y menor). El ovario es un cuerpo alargado y angosto en la base, generalmente curvo. El ápice es plano y ancho y, en él, se inserta el perianto, el pistilo y los estambres. El ovario es trilobular con óvulos en filas longitudinales, los frutos individuales que se desarrollan en las zonas femeninas se conocen como "dedos" (12).

#### **E. Desarrollo del fruto**

El desarrollo del fruto o banano es partenocarpio, esto es, sin polinización. Al inicio, el ovario crece en longitud y en diámetro. El tejido del pericarpio (pared ovárica) que está sobre los lóculos se invagina sobre los mismos; al eje floral, la placenta y los septos se dividen mitóticamente y se expanden. Al final, toda la cavidad ovárica está completamente obliterada y la porción central del fruto se llena con un tejido carnoso y suave. Los rudimentos seminales no desarrollan semillas. La epidermis del fruto consta de células cuadrangulares, estomas y una bien definida cutícula. Bajo la epidermis hay de 6 a 11 capas de parénquima hipodérmico, usualmente con cloroplastos y rafidios (16).

Durante la primera semana de desarrollo del fruto hay poco aumento en la pulpa. Sin embargo, dos semanas más tarde el número de células en la pulpa va aumentando mucho mediante divisiones mitóticas. El aumento de la pulpa se relaciona con aumento del pericarpio y del diámetro de la fruta. La epidermis externa del pericarpio se divide activamente tratando de mantener el equilibrio entre superficie y volumen.

Al mismo tiempo se inicia el acumulo de almidón en el parénquima de la pulpa, y con cierta disminución progresiva, continúa hasta la maduración. El desarrollo dentro del lóculo es irregular pero finalmente se llena de pulpa comestible entre las 8 y 12 semanas, los rudimentos seminales se atrofian pronto, pero pueden reconocerse en la fase adulta, como diminutos puntos pardos incluidos en la pulpa comestible. La polinización no tiene efecto alguno sobre el desarrollo del

ovario. Es probable que la gran mayoría de los frutos comestibles de banano no reciban polen alguno. Así, la partenocarpia y la esterilidad son fenómenos diferentes, causados por mecanismos genéticos parcialmente independientes. El hecho de que la mayoría de frutos de banano sean estériles (esto es sin semillas), se debe a un complejo de causas; es probable que los genes específicos de esterilidad femenina, la triploidia y el cambio estructural cromosómico, sean todos responsables en distintos grados de esta condición dependiendo de la importancia relativa de los mismos en los diferentes cultivares (16).

#### **F. Longitud de los frutos (dedos)**

El crecimiento de los frutos (dedos) por alargamiento de los ovarios se inicia a partir del cuarto día antes de la floración. El mayor crecimiento se opera en el intervalo que va desde 4 días antes de la floración a 6 días después; en ese lapso, la longitud pasa de 5 cm. a la salida de la inflorescencia a 7 cm. al sexto día de la floración (Hernández 1983). Luego se mantiene constante hasta los 30 o 40 días, etapa en la cual se determina la longitud del dedo. Este crecimiento puede retardarse por un exceso o deficiencia de agua en el suelo con baja luminosidad (16).

La longitud final de los frutos (dedos) casi se alcanza en un periodo de 30 a 35 días después de la floración y las condiciones ecológicas adversas que puedan detenerla, no pueden compensarse con condiciones óptimas desde ese momento hasta la cosecha (16).

#### **G. Numero de frutos (dedos)**

El número de frutos (dedos) por mano y por racimo, se da en el momento de la diferenciación floral, mayor o menor numero de dedos será consecuencia del desarrollo de la planta y de las condiciones ecológicas y de cultivo que imperen en periodos anteriores a esta diferenciación. El número de frutos (dedos) por mano o por racimo, determina su tamaño y peso, en el momento de la cosecha (16).

#### **H. Curvatura de los frutos (dedos)**

El alargamiento de los frutos (dedos) es ligeramente superior en la cara externa con respecto a la interna; como consecuencia se opera una curvatura en el dedo que se define al

terminar el crecimiento del mismo. La máxima curvatura de los dedos de banano Gran Enano, se observa a la quinta semana (35 días), después de la floración donde el índice de curvatura es dado por la relación (19).

$$\text{Índice de curvatura} = \frac{\text{LE (longitud externa)}}{\text{LI (longitud interna)}}$$

### 3.1.5 Requerimientos climáticos del cultivo de banano

#### A. Humedad

El banano es una especie muy exigente en agua; en zonas de clima cálido necesita entre 125 y 150 mm mensuales, siendo superiores en zonas secas y con mucho viento (16).

#### B. Temperatura

Este cultivo requiere temperaturas relativamente altas, que varían entre 21 y 29.5 grados centígrados, con una media de 27 grados centígrados. Su mínima absoluta es de 15.6 grados centígrados y su máxima de 37.8 grados centígrados. Exposiciones mayores o menores causan lentitud en el desarrollo, además de causar daños a la fruta (16).

#### C. Altitud

El banano es una planta tropical que se desarrolla mejor en las áreas tropicales húmedas y cálidas, y puede crecer entre los 0 y 1000 msnm en la zona tropical, tomando en cuenta, el principio que a mayor altura menos temperatura, se ha notado que entre 0 y 300 msnm es lo ideal para un adecuado crecimiento para producir fruta con calidad de exportación. La latitud en que normalmente se puede cultivar esta entre los 0 y 30° N y 15° S (2).

## **D. Luminosidad**

La fuente que utilizan las plantas verdes es la radiación solar, comprendida entre 0.4 y 0.7 un del espectro de luz. La duración del día es de gran importancia y depende de la latitud, altitud, nubosidad, polvo y cobertura vegetal. El área foliar, el ángulo y forma de la hoja influyen mucho en el aprovechamiento de la luz, especialmente en condiciones competitivas (16).

La ausencia total de luz no interrumpe la salida de hojas ni su desarrollo, pero los limbos quedan blanquecinos, y las vainas foliares se alargan mucho. Los pseudo tallos en las plantas sombreadas, se alargan, ya que los retoños buscan luz, se de sincroniza el crecimiento con el desarrollo del sistema foliar y radicular, con consecuencias graves para el tamaño y calidad del fruto (16).

### **3.1.6 Requerimientos del suelo**

El banano se cultiva con éxito en un amplio rango de suelos aun cuando se ha hecho poca experimentación para definir exactamente las condiciones de suelo necesarias para obtener altos rendimientos. Los rendimientos pueden deprimirse en suelos con alto contenido de arcilla, o donde se encuentra una capa compacta o pedregosa a 30 – 60 cm de profundidad. El mal drenaje puede ser un problema en algunas de estas situaciones (11).

El sistema radicular del banano es no superficial por naturaleza y la profundidad de sus raíces es una función de las condiciones del suelo. Niveles freáticos poco profundos significan sistemas radiculares superficiales pero por otro lado, niveles profundos permiten que las raíces penetren 1.5 metros o más, por lo que los métodos de irrigación influyen la distribución de raíces.

El efecto del pH del suelo en la producción del banano no ha sido estudiado ampliamente, pero el banano crece en suelos con pH extremos de 3.5 a 9.0, aun cuando el rango de pH de 5.5 a 8.0 es el ideal (11).

### **3.1.7 Siembra o establecimiento del cultivo del banano**

El banano es multiplicado normalmente por vía vegetativa a través de esquejes. Se da el nombre de esqueje a una parte de la planta de banano provisto de una o más yemas vegetativas cuyo desarrollo dará formación a una nueva planta (19).

La yema apical de crecimiento genera simultáneamente una hoja y una yema lateral de brotación, la que inicialmente es visible apenas con el auxilio de una lente, se desarrolla y disloca para la periferia del tallo o rizoma. Las yemas laterales pertenecientes a los arcos de círculos más extensos son descritos por la fijación de las hojas más viejas en el rizoma (19).

### **3.1.8 Formas de propagación del banano**

#### **A. Micropropagación**

Sandoval (14) indica que el cultivo de tejidos consiste en lograr el desarrollo de nuevas plantas en un medio artificial utilizando condiciones asépticas a partir de partes muy pequeñas. Estas provienen de varias partes de la planta, permitiendo el desarrollo y generación debido a la totipotencia inherente en las células vegetales. El cultivo *in vitro* de yemas laterales constituye una metodología de propagación asexual eficaz, que permite obtener una rápida multiplicación en gran escala a partir de una sola planta. Para su obtención se necesita de gran inversión, porque el costo por planta es relativamente alto en comparación con el método de vivero. Las plantas propagadas *in vitro* son fuente de material sano, libre de insectos, bacterias, hongos y nematodos.

#### **B. Método convencional**

El sistema de reproducción convencional de materiales, se basa principalmente en el establecimiento de viveros. Esto implica tener un lugar proporcional al área de la plantación comercial a sembrar, incurriendo así en los costos de preparación del terreno, obtención de los materiales de propagación, siembra, aplicación de plaguicidas, fertilizantes, control de malezas y todo lo concerniente al mantenimiento de una plantación de banano (10).

### **3.1.9 Tipos de materiales de propagación**

Por sus características de vitalidad y potencial de desarrollo, los materiales de propagación se clasifican en:

#### **A. Cormos de plantas maduras paridas**

Es material de producción de gran tamaño cuyas yemas se ubican en la parte más alta y como consecuencia conserva poca vitalidad. Este material no tiene capacidad para emitir nuevas raíces y se muere pronto, dejando los brotes que pudieron haberse producido sin nutrición auxiliar (13).

#### **B. Cormos de plantas maduras sin parir**

Al igual que el anterior, son de gran tamaño pero las yemas conservan su vitalidad, con un meristemo principal activo que prosigue su crecimiento con la emisión de hojas y raíces, que dan origen a una nueva planta (13).

#### **C. Material de hijo de espada**

Se entiende por hijo de espada aquel material reproductivo proveniente de brotes bien desarrollados y sincronizados, que cuando tienen el tamaño apropiado producen una planta de 3 - 5 kilogramos de peso de gran vitalidad. Este material reproductivo es aconsejable por su vigor, facilidad de transporte y manejo. Es el sistema utilizado tradicionalmente como material de propagación en banano (17).

#### **D. Material de hijo de Agua**

Es el material vegetativo proveniente de retoños mal formados de poca vitalidad y crecimiento no sincronizado, son provenientes de cormos de plantas cosechadas. Se reconocen por su tamaño pequeño, de forma alargada, hojas anchas y yemas con poca vitalidad (17).

## **E. Material de Hijo Recortados**

Es el material reproductivo proveniente de buenos retoños, que por no haber sido marcados en él deshije fueron cortados, pero por su vitalidad mantienen su crecimiento. Produce una semilla tan buena como la del hijo de espada y algunos agricultores aseguran que su tamaño y peso es mayor, no obstante lo anterior, solo es aconsejable usar material de retoños recortados por una sola vez, con riesgos de perder vitalidad con recortes sucesivos (17).

### **3.1.10 Especies y variedades comerciales de banano**

La mayoría de los bananos comestibles tienen sus orígenes en dos especies silvestres: *M. Acuminata* y *M. Balbisiana* que en cruzamiento ínter específico han segregado caracteres, formando una amplia gama de cultivares con características de ambas especies en diferentes grados. Los cultivares más comunes que se siembran en Guatemala y el resto de Centroamérica son: Gran Enano, Valery, Williams, Gross Michel, Dwarf Cavendish, Lacatan, Green Red, Lady's Finger (5).

Las variedades más comunes que siembran en la compañía COBIGUA en el norte de Guatemala para fines comerciales son:

#### **A. Gran Enano**

Es una planta semi-enana de gran vigor, con un área foliar muy extensa, posiblemente la mayor del subgrupo Cavendish. El Pseudo tallo posee un grosor considerable y es muy resistente, el corno es grande con un sistema radical extenso, las raíces son gruesas y fuertes, lo que le permite anclarse muy bien al suelo. Este cultivar por sus características tienen un alto potencial de producción que raras veces alcanza, debido a las condiciones ecológicas adversas al cultivo (5).

Las plantas de Gran Enano, son poco susceptibles al volcamiento, por lo que este clon ha sustituido a la Robusta en las plantaciones comerciales de Guatemala, Colombia; y ha comenzado a reemplazar al mismo en Honduras, Costa Rica, Ecuador a paso acelerado. Las plantas de gran enano son muy susceptibles al ataque de nematodos y al de Sigatoca Negra, por lo que necesitan un control sistematizado (Simmons, 1973). (Ver Figura 1a)



Figura 1. Aspecto general de la variedad comercial Gran Enano

Fuente: COBIGUA 2,004

## B. Valery

El clon Valery, desplazó al Gross Michel como principal fuente de las exportaciones mundiales, a finales de la década de los años 60; debido a que las plantaciones comerciales más importantes del mundo (de Gross Michel), fueron eliminadas por la sigatoca negra, a la cual es relativamente resistente la variedad Valery. Aunque éste es más susceptible a la sigatoca que el Gross Michel, esta enfermedad es controlable a un costo variable pero económico; para la enfermedad de Panamá no hay control económico conocido (5).

Los frutos de Valery se caracterizan por ser de mayor tamaño que los de Gross Michel, pero son menos cilíndricos. Debido a esta circunstancia el tamaño de las manos es muy variable, ya que los dedos de las primeras manos son mucho más largos que los de las manos inferiores. Esto dificulta el transporte de banano en racimo, por lo que se hizo indispensable el empaque en cajas de cartón a partir de 1960 (5).

La fruta es más susceptible al maltrato que la de Gross Michel, debido a que la cáscara es más delgada; por este motivo, el manejo tiene que ser más cuidadoso. Las operaciones de cultivo tradicionales de Gross Michel, debieron cambiarse por otras mucho más sofisticadas y de mayor costo, tales como cobertura de la fruta con bolsa de polietileno, apuntalamiento de las plantas, fertilización sistemática con altos contenidos de potasio y manejo cuidadoso de la fruta durante la

cosecha, haciendo uso de un cable carril para el transporte de la misma desde la plantación hasta la planta de empaque (5).

La exportación de esta fruta en racimo es prácticamente imposible por el deterioro que ocasiona el transporte. El fruto es de lenta maduración y requiere una atmósfera de gas etileno al uno por mil para hacerlo en forma normal. Por su porte y vigor la planta es cultivada a distancias de siembra más cortas que Gross Michel, lo que permite una población hasta 1800 unidades por hectáreas (Ver Figura 2a) (Simmons, 1973).



**Figura 2.** Aspecto general de la variedad comercial Valery.

Fuente: COBIGUA 2,004

### **C. Williams**

Esta variedad pertenece al género *Musa* del grupo AAA y del subgrupo Cavendish. Las plantas de éste, se adaptan a diversas condiciones climáticas, ya que poseen un sistema radicular extenso, por lo tanto es poco susceptible al volcamiento. Además poseen un pseudo tallo con una altura menor de 2 metros, con un color verde oscuro brillante, esta variedad por lo general tiene un promedio de 3 hijos, con un desarrollo de  $\frac{3}{4}$  de altura de la planta madre y la posición del hijo es cerca de la madre (5).

Su fruta tiene una posición curvada hacia arriba a  $45^\circ$  y su forma es curvada, con una sección transversal redonda y su ápice es puntudo en forma alargado. Sus flores masculinas son de color crema, con una pigmentación de manchas de color café.

Esta variedad tiene un alto potencial de producción y está sustituyendo a las variedades anteriores, es resistente a los nematodos pero susceptibles a la sigatoca negra (Ver Figura 3a).



**Figura 3.** Aspecto general de la variedad comercial Williams

Fuente: COBIGUA 2,004

### **3.1.11 Comercialización del banano**

El banano se cultiva en casi todos los países tropicales, donde el fruto constituye un elemento básico del régimen alimenticio. El banano es producido y exportado principalmente por países en desarrollo, e importados por los países con economías de mercado desarrollados, ejemplo: América del Norte, Europa Occidental y el Japón. Las exportaciones de banano constituyen una de las principales fuentes de divisas de un número considerable de países en desarrollo (5).

Los volúmenes exportados de banano a los Estados Unidos en dólares, durante los últimos años son: en 1998 exporto 190,411.60 dólares, en 1999 exporto 132,506.30 dólares, en el año 2000 exporto 162,980.00 dólares, en el 2001 exporto 182,619.30 dólares, en el 2002 exporto 216,939.00 dólares y a finales de mayo del 2003 exporto 100,221.20 dólares. Y el volumen en kilos de banano exportado a los Estados Unidos en el año 1998 fue de 770,394.0, en 1999 exporto 581,718.90 kilos, en el 2000 exporto 665,429.4 kilos, y el 2001 exporto 776,636.0 kilos de banano (5).

Estados Unidos es el importador más importante de banano, cerca del 32% del volumen total de las importaciones mundiales son absorbidas por ese país. Además de la Compañía COBIGUA, existen otras en nuestro país, como compañía DEL MONTE y DOLE (5).

Por diversos fenómenos climáticos o condiciones naturales no controlables han afectado las fincas bananeras de la región norte de Izabal, donde las exportaciones han descendido y actualmente empiezan a recuperarse dichas fincas. Entre estos fenómenos están: huracanes, como el Mitch, las sequías, etc (5).

Como tendencia general, el banano sigue el mismo patrón de comportamiento que las economías de los productos básicos tales como: una gran inestabilidad en los precios, una tendencia persistente y progresiva al deterioro en los términos de intercambio (debido a la alta incidencia del banano en el ingreso de divisas de los principales países exportadores) y un bajo ritmo de crecimiento de su demanda (5).

La economía bananera tiene otros problemas como son, las restricciones de acceso a los mercados y la carencia de un mercado claramente competitivo. Además existen otras barreras, unas de índole fiscal, como los gravámenes arancelarios y demás impuestos y otras de carácter cuantitativo, dirigidas a proteger la producción propia de banano o de otra fruta (5).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Ubicación geográfica y política del área experimental

El área donde será desarrollada la investigación, se encuentra en la finca Kickapoo propiedad de la Compañía Bananera Independiente Guatemalteca (COBIGUA S.A.), la cual se encuentra localizada al noroeste del departamento de Izabal, perteneciendo al municipio de Puerto Barrios. Dicha finca se encuentra a una latitud norte de 15° 37' 05" y una longitud oeste de 88° 27' 33" y a una altitud de 26 msnm(Ver Figura 4A) (7).

### 3.2.2 Material genético experimental

Se trabajara con la variedad Williams la cual pertenece al género *Musa* del grupo AAA y del subgrupo Cavendish. Poseen un Pseudo tallo con una altura menor de 2 metros, con un color verde oscuro brillante, esta variedad por lo general tiene un promedio de 3 hijos, con un desarrollo de  $\frac{3}{4}$  de altura de la planta madre y la posición del hijo es cerca de la madre. Su fruta tiene una posición curvada hacia arriba a 45° y su forma es curvada, con una sección transversal redonda y su ápice es puntudo en forma alargado. Sus flores masculinas son de color crema, con una pigmentación de manchas de color café. Esta variedad tiene un alto potencial de producción y esta sustituyendo a las variedades anteriores, es resistente a los nematodos y susceptibles a la sigatoca negra (5).

### 3.2.3 Vías de acceso

Desde la ciudad capital se llega por medio de la carretera interoceánica CA-9, que en dirección Noroeste va hacia Entre Ríos, perteneciente al municipio de Puerto Barrios. Luego se toma la carretera CA-13, que va hacia frontera con Honduras la cual tiene una longitud de 12 Km. Para llegar a la finca Kickapoo (Ver Figura 17A) (8).

### **3.2.4 Suelos**

Según Simmons et al, los suelos predominantes de la zona corresponden a la serie inca, suelos aluviales profundos, mal drenados, por lo que se requiere de drenaje artificial, que están desarrollados en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves planos a elevaciones bajas al Este de Guatemala. Se asemejan a los suelos Polochic que se encuentran en el valle del mismo nombre, pero estos son calcáreos a diferencia de los inca. La vegetación consiste en un bosque alto con maleza baja y densa. Los suelos del área pertenecen a las tierras bajas del Petén-Caribe y dentro de éstos predominan los suelos aluviales no diferenciados con texturas que varían de franco-arcilloso-arenoso. Son suelos profundos con pH que oscila entre 5.5 y 7.0 (15).

### **3.2.5 Zona de Vida**

De la Cruz, clasifica la zona donde se encuentra la finca Kickapoo dentro del bosque muy húmedo tropical, el cual esta representado por las letras bmh-T (6).

### **3.2.6 Clima**

Según la clasificación de Thronthwaite esta zona se ubica en una región con clima cálido, sin estación fría bien definida y muy húmedo sin estación seca bien definida, vegetación bosque natural, temperatura promedio de 26 grados centígrados, la precipitación pluvial oscila entre 2500 a 3000 milímetros por año distribuida en doce meses. La humedad relativa promedio anual es de 85 %(9).

# KICKAPOO

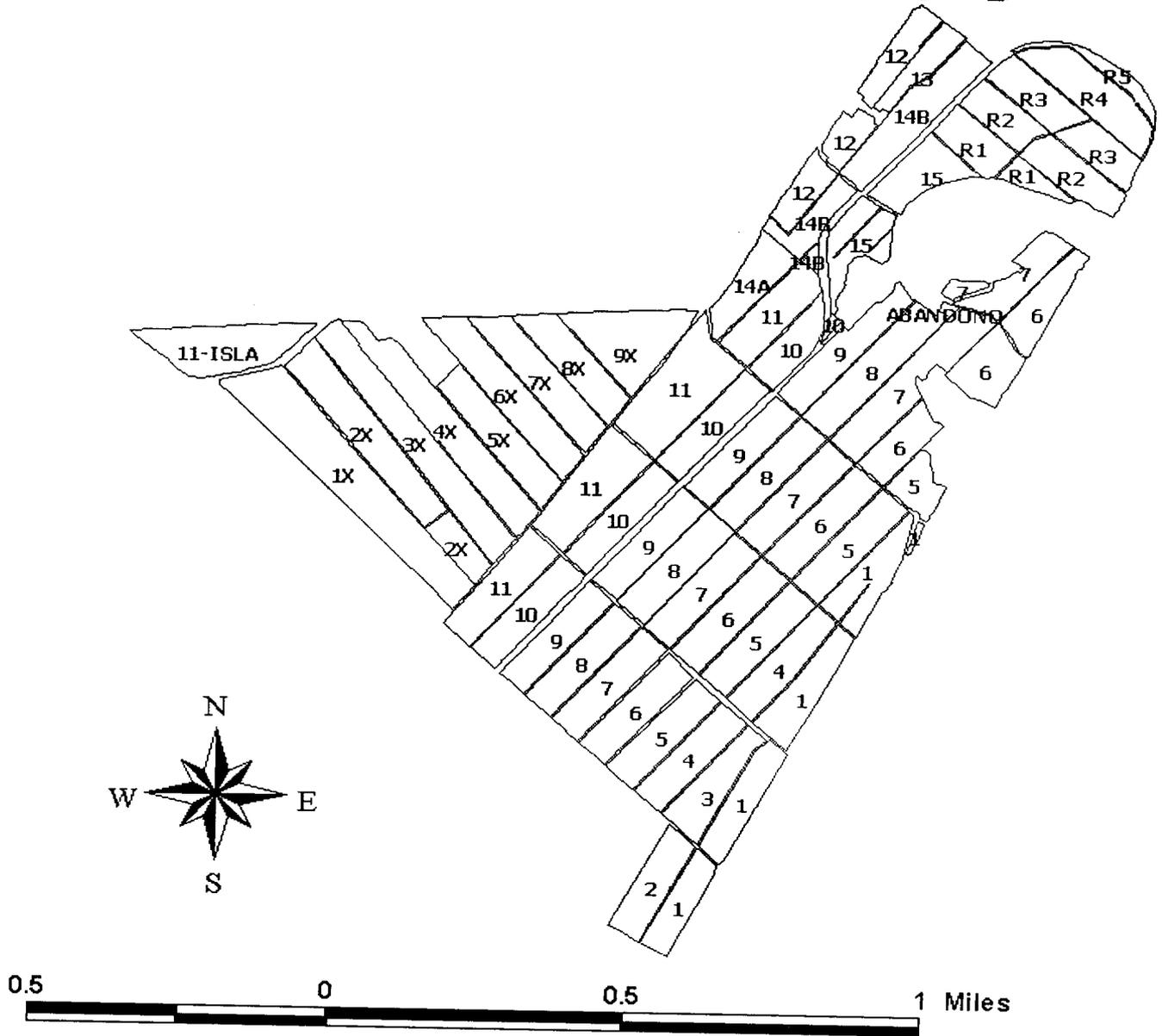


Figura 4. Mapa de ubicación en donde se estableció el experimento

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 General**

4.1.1 Determinar que material de bandas elásticas de hule y laminilla es más eficaz en la reducción de daños mecánicos y malformaciones en la fruta del banano.

### **4.2 Específicos**

4.2.1 Determinar que material permite menor daño mecánico y malformación en la fruta, mediante el procedimiento de diagnóstico del racimo.

4.2.2 Estimar los puntos de proporción ( relación: caja/racimo) perdidos por los daños mecánicos y dedos mal formados en cada uno de los tratamientos a evaluar .

4.2.3 Determinar que tratamiento es el que causa menos defectos y cicatriz de material en los glomérulos florales.

## 5. HIPÓTESIS

- 5.1 Al menos uno de los tratamientos a evaluar reportara menor puntos de proporción (relación: caja/racimo), perdidos por daños mecánicos y dedos mal formados.

## 6. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 6.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el sector del cable 11 de la finca Kickapoo, propiedad de COBIGUA, el cual, cuenta con 17.59 hectáreas y una siembra de doble surco con la variedad Williams como se muestra en la figura 4. El distanciamiento de siembra para ésta variedad es de 2.60 mts. entre plantas y 4.50 mts. entre surcos.

### 6.2 Tratamientos

A. En el cuadro 1 se describen los tratamientos evaluados para el primer diseño experimental completamente al azar (D.C.A.) utilizado.

**Cuadro 1.** Descripción de los materiales evaluados en el ensayo con D.C.A.

Tratamiento	Descripción de las bandas elásticas de hule y laminilla
1	Hule de 2 mm de espesor con desdede
2	Hule de 2 mm de espesor sin desdede
3	Hule de 1.5 mm de espesor con desdede
4	Hule de 1.5 mm de espesor sin desdede
5	Hule de 0.80 mm de espesor con desdede
6	Hule de 0.80 mm de espesor sin desdede
7	Daipa o laminilla de nylon (Testigo 1)
8	Sin Hule con desdede (testigo 2)

B. A continuación se describen los factores y modalidades evaluados en el segundo diseño experimental completamente al azar (D.C.A.) con arreglo combinatorio de 3 X 2.

**FACTOR A:** Espesor de la banda elástica de hule

**A1:** Hule 2 mm de espesor

**A2:** Hule 1.5 mm de espesor

**A3:** Hule 0.80 mm de espesor

**FACTOR B:** Modalidad de desdede

**B1:** Con desdede

**B2: Sin desdede**

En el cuadro 2 se describen los tratamientos evaluados en el ensayo, del segundo diseño experimental completamente al azar (D.C.A.) utilizado con arreglo combinatorio de 3 X 2.

**Cuadro 2.** Descripción de los materiales evaluados en el ensayo con D.C.A. con arreglo combinatorio de 3 X 2.

TRATAM.	FACTOR A	FACTOR B	DESCRIPCIÓN
1	A1	B1	Hule 2 mm de espesor con desdede
2	A1	B2	Hule de 2 mm de espesor sin desdede
3	A2	B1	Hule de 1.5 mm de espesor con desdede
4	A2	B2	Hule de 1.5 mm de espesor sin desdede
5	A3	B1	Hule de 0.80 mm de espesor con desdede
6	A3	B2	Hule de 0.80 mm de espesor sin desdede

**6.3 Diseño experimental**

Para el análisis de los datos se utilizaron 2 modelos estadísticos. En el primer ensayo se utilizó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 25 repeticiones, en donde se incluyen dos testigos que sirven como comparadores de las bandas elásticas de hule, el tratamiento 7 y 8 son los testigos 1 y 2 respectivamente. A continuación el modelo estadístico que se utilizó en el D.C.A. incluyendo a los dos testigos:

**A. Modelo estadístico: Diseño completamente al azar**

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de la ij-ésima unidad experimental

$M$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error asociado a la ij-ésima unidad experimental

$i = 1,2,3,4,5,\dots,8$  tratamientos

$j = 1,2,3,4,5,\dots,25$  repeticiones

$j = 1,2,3,4,5,\dots,25$  repeticiones

Quando no se incluyeron los testigos (T7 y T8) se utilizó un diseño completamente al azar (D.C.A.) con arreglo combinatorio 3 X 2 con 25 repeticiones, cuyo modelo estadístico es:

#### B. Modelo estadístico: Diseño completamente al azar con arreglo combinatorio de 3 X 2

$$Y_{ijk} = M + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta

$M$  = Valor de la media general

$A_i$  = Efecto de  $i$ -ésimo espesor de hule

$B_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima modalidad de desdede

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el espesor del hule y la modalidad de desdede

$\varepsilon_{ijk}$  = Error experimental

$i = 1,2,\dots,a$

$j = 1,2,\dots,b$

$k = 1,2,\dots,r$

#### 6.4 Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada de una planta. Los tratamientos se distribuyeron de forma aleatorizada dentro de la parcela experimental. El sistema de siembra del área experimental consistió en un sistema de doble surco (Ver figura 5).



**Figura 5.** Plantación de banano de doble surco

Fuente: COBIGUA 2,004

## 6.5 Manejo experimental

### 6.5.1 Ubicación y desarrollo

A. El área donde se llevó a cabo el experimento corresponde al área del cable 11 de la finca Kickapoo, el cual tiene un promedio de 17.59 hectáreas, con un sistema de siembra de doble surco (Ver figura 6). La variedad establecida es la Williams, con un distanciamiento de siembra de 2.60 mts. entre plantas, 1 mt. entre hilera y 4.50 mts. entre dobles surcos.

B. En el caso de áreas con embolse prematuro, este se realizó normalmente para evitar daños de insectos y murciélagos. Se seleccionaron racimos de un mismo tamaño. Esta condición reduce la variabilidad entre los tratamientos. Se descartaron los racimos de diferentes tamaños. Cada racimo seleccionado se consideró como una repetición del tratamiento. No se seleccionaron racimos ubicados a orillas de cable vía y canales de drenaje.

C. Antes de colocar la banda elástica de hule, en los tratamientos que corresponde, se realizó el desdeado (eliminación de dedos laterales) y el desquache (eliminación de dedos dobles y triples) esto se realizó apenas se abrieron las brácteas. La banda elástica que se colocó, sujetó transversalmente los glomérulos florales (manos), se colocó paulatinamente conforme las brácteas se fueron desprendiendo, entre finales de la primera semana e inicios de la segunda, después de la floración, esto es, cuando las manos tienen un ángulo entre  $10^{\circ}$  y  $15^{\circ}$  con respecto al raquis. A partir de ese momento se pudo colocar en un máximo de 3 ciclos. En el primero de ellos en las manos basales (primera y segunda mano de arriba para abajo del racimo), en el segundo en las del medio y en el tercero en las distales.

D. La banda de hule se colocó exactamente en la mitad del glomérulo o mano, soltándola suavemente para que no resbalara, ni se enrollara. Debido al tamaño grande de la mano basal y de la sub-basal (primeras dos manos en emerger del racimo), en lugar de colocar solo una banda se colocaron dos, formando dos gajos de igual tamaño. Todos los racimos se desmanaron con falsa+3 y se desfloraron.

### **6.5.2 Aleatorización**

Con el fin de aleatorizar los tratamientos en el campo, esto se realizó de la siguiente forma: al primer racimo identificado se le aplicó el tratamiento 1, repetición 1 y planta 1 (T1R1P1); al segundo racimo el tratamiento 2, repetición 1 y planta 2 (T2R1P2), al tercer racimo el tratamiento 3, repetición 1 y planta 3 (T3R1P3) y así sucesivamente hasta completar los 25 racimos por tratamiento.

### **6.5.3 Marcaje del experimento**

A cada racimo seleccionado se le colocó una identificación (etiqueta en la planta y colilla del racimo), dicha etiqueta contenía la siguiente información:

- a. Identificación del número del tratamiento, repetición y planta
- b. Semana de colocación del material
- c. Fecha

Se le colocó una cinta ancha y larga en el centro del tallo para ubicar los racimos desde lejos y así diferenciarlos de los racimos comerciales.

Los racimos fueron cosechados 13 semanas después de la floración (12 semanas fisiológicas).

6.5.4 Croquis de campo



Planta empaadora

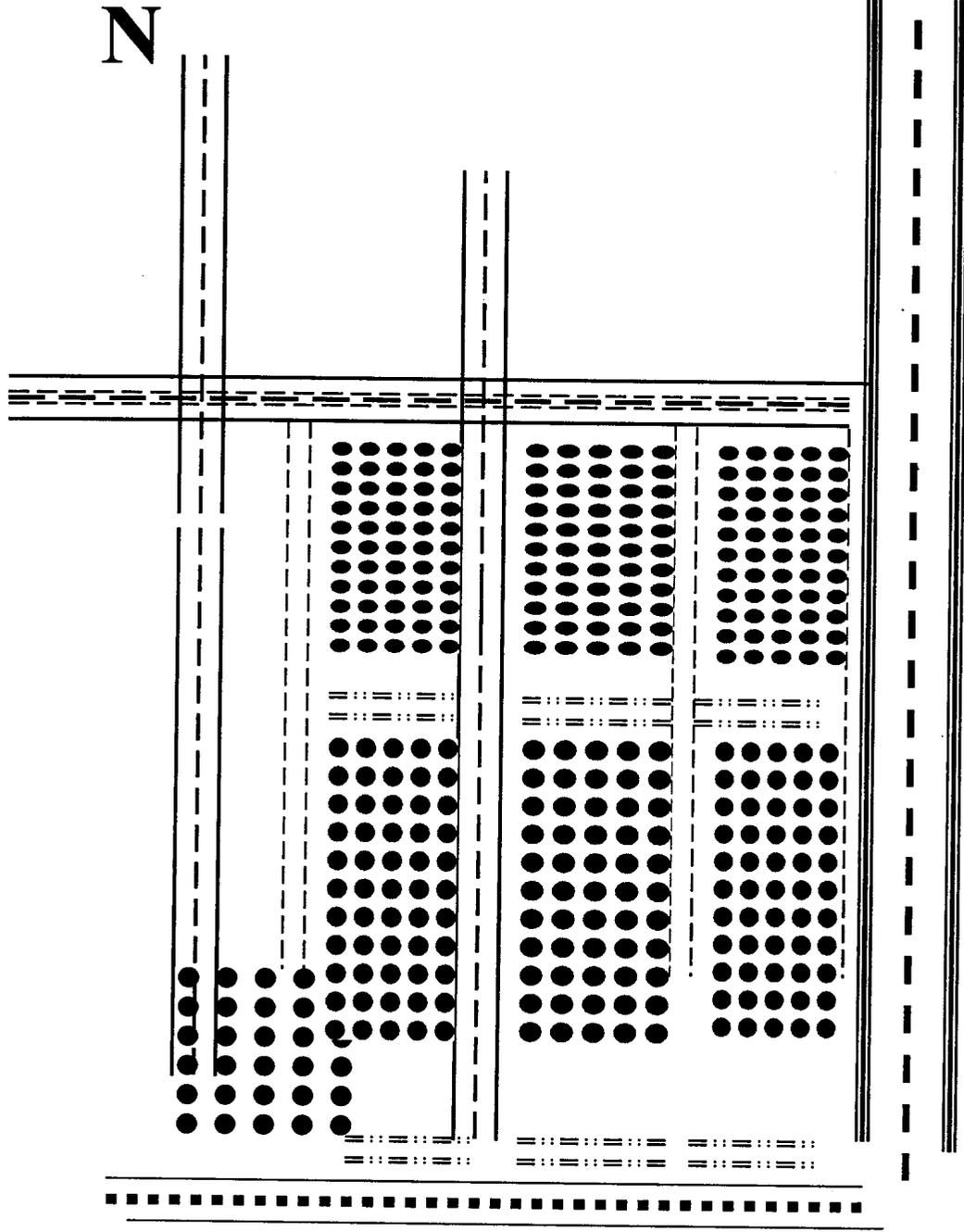


Figura 6. Croquis de la parcela del cable 11 de la finca Kickapoo

- Calle
- Cable Vía Principal
- Cables
- Plantas de Banano
- Canal Primario
- Canal Secundario
- Canal Terciario

## 6.6 Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se evaluaron en el presente ensayo son las siguientes:

### 6.6.1 EN ELCAMPO

- a. Cicatriz causada por las bandas elásticas
- b. Decoloraciones en la zona de la banda
- c. Presencia de hongos u otros organismos en la zona de la banda

Estas variables se anotaron como presente o ausente. Se hizo una evaluación semanal, 1 mes después de colocados los tratamientos y hasta el día de la cosecha.

Para la recolección de la información de las variables evaluadas en el campo se llevó un formato de recolección de datos como se muestra en el cuadro 3.

**Compañía Bananera Guatemalteca Independiente**

**Departamento de servicios técnicos**

**Fecha**

**Finca: Kickapoo**

**Cable: 11**

**Tratamiento: \_\_\_\_\_**

**Cuadro 3. Formato de recolección de datos de las variables en el campo. Se indica como presente o ausente**

Rep	Cicatriz causado por material	Decoloración en la zona de la banda	Presencia de hongos en la banda
1			
2			
3			
4			
5			
....25			
<b>Media</b>			



## 6.7 Análisis de la información

Los resultados obtenidos fueron procesados usando el paquete estadístico SAS ®. Se calcularon análisis de varianza para todas las variables de respuesta y se aplicaron pruebas de Duncan donde se obtuvieron diferencias significativas. Se usaron pruebas de Duncan debido a que ésta prueba es menos exigente que Tukey para detectar diferencias entre tratamientos.

### A. CAMPO

#### a. Cicatriz de material, decoloración de la fruta y presencia de hongos u otros organismos.

Para estas variables se realizó evaluaciones en el campo a los racimos, un mes después de haber colocado los tratamientos y para la cosecha, se anotaron como presente o ausente. Estas evaluaciones en el campo se llevaron a cabo con la ayuda de una escalera que sirvió como instrumento para poder llegar al racimo. Para las diferentes variables a evaluar en el campo se realizó la prueba de la Q de Cochran para determinar si tres o más conjuntos igualados de frecuencias o proporciones difieren significativamente entre sí.

### B. EMPACADORA

#### a. Calibración de la fruta

Para la calibración de la fruta, ésta se realizó con un calibrador (1/2", pie de rey) en el dedo central de la mano sub-basal, esto debido a que es el glomérulo floral o mano más grande del racimo.

#### c. Índice de curvatura (pulg.)

Para la variable índice de curvatura este se hizo expresado en pulgadas, utilizando para ello una cinta métrica y se determinó mediante la siguiente formula:

$$IC = \frac{LCI}{LCE}$$

Donde:

IC = Índice de curvatura

LCI = Longitud cara interna (pulg.)

LCE = Longitud cara externa (pulg.)

La longitud de la cara interna y de la cara externa se tomó del dedo central de la mano sub-basal.

**d. Cicatriz de crecimiento (CC), dedos mal formados (ML) y la combinación de ambos.**

Estas variables fueron expresadas en kilogramos, pesadas mediante una balanza debidamente calibrada y cuyos pesos se obtuvieron con la realización del diagnóstico del racimo. Para ello contamos con la ayuda de personal capacitado (diagnosticado) de la empresa, para poder diferenciar los daños causados por los materiales.

**e. Puntos de proporción perdidos por cicatriz de crecimiento y dedos mal formados.**

Para las variables de puntos de proporción perdidos por cicatriz de crecimiento y dedos mal formados se tomó en cuenta el promedio del peso del desperdicio provocado por cada uno de estos defectos, ésta información se obtendrá del perfil del racimo y se determinó mediante la siguiente formula.

$$PRP = \frac{X PDD}{41.5}$$

Donde:

**PRP** = Puntos de proporción perdidos

**X PDD** = Promedio del peso de desperdicio por cada uno de los defectos (CC y ML)

**41.5** = Peso (libras) de una caja de banano

Para las diferentes variables evaluadas en la planta empacadora se realizó un análisis de varianza con el fin de determinar si existen diferencias significativas o no significativas entre los tratamientos. Si existen diferencias significativas entre los tratamientos se realizó una prueba de medias para determinar cual de los tratamientos es el más efectivo.

## 6.8 Manejo agronómico del cultivo

### A. Fertilización

Esta práctica tiene el objetivo de dar a las matas los nutrientes necesarios para que produzcan racimos grandes y de alta calidad. La fertilización del cultivo de banano en la empresa COBIGUA, se realiza cada 4 semanas utilizando una dosis de 111 gr/planta, y la forma de aplicarlo consiste en distribuirlo con un dosificador en media luna, frente al hijo de producción, formando una banda de al menos 0.30 mts de la base de la mata. La dosis y el tipo de fertilizante a utilizar los proporciona el departamento de servicios técnicos de la empresa (Ver figura 7).



Figura 7. Zona de aplicación de fertilizantes

Fuente: COBIGUA 2,004

### B. Deshoje combinado o de sigatoca o sanidad

Esta práctica agrícola tiene como objetivos disminuir el inóculo de sigatoca negra, disminuir el daño causado al follaje por la enfermedad y otros patógenos, eliminar hojas viejas, dobladas y secas. Esta práctica se realiza semanalmente y los criterios que se toman son: Eliminar la hoja completa si la infección rebasa el 50% del área uni-foliar y aplicar cirugía cuando hay menos del 50% del área uni-foliar afectada (Ver figura 8 y 9).



**Figura 8.**



**Figura 9.**

**Figura 8:** Labor de deshoje de sanidad.

**Figura 9:** Labor de deshoje de quema de sigatoca y hoja doblada.

Fuente: COBIGUA 2,004

### C. Control de malezas

Esta práctica tiene como objetivo disminuir las malezas que se encuentren dentro de las plantaciones de banano, se realiza cada 6 semanas. Los productos que mas se utilizan en la finca para controlar las malezas son diquat (Regalonee) y glifosato (Ranger). La dosis que se utilizan son Regalonee 300 cc/16 lts y Ranger 150 cc/16 lts de agua (Ver figura 10).



**Figura 10.** Control de Malezas con bomba de mochila.

Fuente: COBIGUA 2,004

#### D. Reguie y desvío de hijos

Esta técnica de Reguie que consiste en repasar el área de trabajo realizada por el protegedor (bolsero) consiste en colocar las 2 guías (pitas) con buen ángulo y garantizar el anclaje de la planta y evitar pérdidas o caídas de matas, ésta práctica es complementaria a la de protección de fruta, ya que sirve para corregir cualquier racimo que pueda sufrir por consecuencia de los aires, del peso de la fruta o racimo, de la calidad de la pita, de un mal ángulo de soporte, pita cortada por las cuadrillas de fruta, deshije, etc. El desvío tiene como objetivo evitar el daño causado a los racimos por las hojas de los hijos. Existen diferentes métodos de desvío de hijos entre los cuales están: método de la penca, método de venas de hojas secas, método de vena de hojas frescas, método de trozo de hijos y métodos de secciones de venas. Se realiza semanalmente (Ver figura 11).



**Figura 11:** Anclaje de la mata de banano con pita (nylon).

Fuente: COBIGUA 2,004

### E. Embolse

El material que se utiliza para esta práctica agrícola consiste en bolsas tratadas de nylon con 1 % de concentración de clorpirifos y un tamaño de 32 \* 72 cm. con perforación 0.5 mm. Esta práctica se realiza con el objetivo de proteger el racimo de daños mecánicos, plagas y enfermedades, mejorar el control de edades de la fruta. Esta practica se realiza con base en la parición que tenga el cultivo (Ver figura 12).



**Figura12:** Colocación de la bolsa para protección del racimo.

Fuente: COBIGUA 2,004

### F. Cosecha:

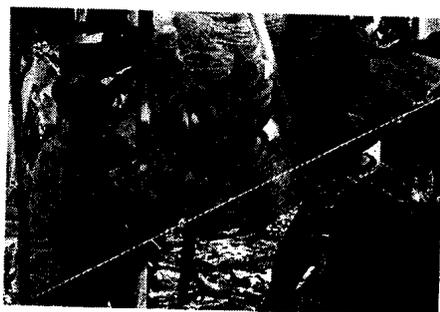
La cosecha es una de las operaciones más importantes en el cultivo de banano. Un buen planeamiento de esta actividad representa un máximo aprovechamiento de la fruta, con calidad que permitan satisfacer los mercados.

La edad fisiológica de la fruta se refiere al período, en días, que el racimo toma para alcanzar un grado aceptable de cosecha y que resulta en el más alto retorno del racimo. El grado de corte y la edad de la fruta lo determinan factores como: demanda, distancia a los mercados, volumen de fruta en las plantaciones y estación del año.

Lo que es operación en cosecha, se organizan cuadrillas de corte en grupos de 5 personas (formada por 2 corteros, 2 concheros de fruta y 1 cablero), la fruta es jalada por un motorista aéreo ajeno a la cuadrilla (Ver figura 13, 14 y 15).



**Figura 13.**



**Figura 14.**



**Figura 15.**

**Figura13:** Despuntando mata

**Figura14:** Esponjeando el racimo

**Figura15:** Racimo Conchado

Fuente: COBIGUA 2,004

Completada la trenada de fruta, es jalada por el motorista (en motor aéreo), hacia la planta empacadora como se muestra en la figura 16, donde es recibida por el recibidor de fruta o chequero, el cual es ajeno a la cuadrilla de fruta, el cual lleva el control del orden de ingreso por cuadrilla y este mismo orden sirva para desmanar la fruta cuando se inicia el proceso en la planta empacadora.



**Figura 16:** Transporte de fruta con motor aéreo

Fuente: COBIGUA 2,004

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos se analizaron conforme a cada una de las variables descritas.

### **7.1 CAMPO**

- A.** Cicatriz causada por las bandas elásticas
- B.** Decoloraciones en la zona de la banda
- C.** Presencia de hongos u otros organismos en la zona de la banda

No se describe ningún dato debido a que no presentó diferencias significativas en las variables: cicatriz, decoloración y presencia de hongos u otros organismos, provocada por la presión ejercida por los materiales (bandas elásticas de hule y laminilla de nylon o daipa) sobre los glomérulos florales o manos del racimo de banano. Con respecto al testigo tampoco se presenta datos ya que no llevaba ningún tipo de material colocado sobre las manos.

### **7.2 EMPACADORA**

A continuación presentamos los resultados de los 2 diseños estadísticos utilizados. En el primer ensayo se utilizó un diseño completamente al azar con 8 tratamientos y 25 repeticiones, en donde el tratamiento 7 y 8 son los testigos 1 y 2. Y los resultados del segundo diseño estadístico en donde no se incluyeron los testigos (T7 y T8) y se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 3 X 2 con 25 repeticiones.

#### **7.2.1 DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (D.C.A.)**

##### **7.2.1.1 VARIABLE: CALIBRACION DE LA FRUTA (GRADO)**

Los resultados se presentan en el cuadro 27 en anexos. El análisis de varianza se presenta en el cuadro 5.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la variable Calibración de la fruta (grado)

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.CAL.</b>	<b>Prob.</b>
<b>Tratamiento</b>	7	48.4000	6.91428571	2.33	0.0264
<b>Error</b>	192	569.5200	2.96625000		
<b>Total</b>	199	617.9200			

**C.V. 12.31 %**

Los resultados son significativos al 5% de probabilidad. Al proceder a realizar la prueba de Duncan, los resultados obtenidos se presenta en el cuadro 6.

**Cuadro 6.** Prueba de medias de Duncan para la variable Calibración de la fruta (grado)

<b>Tratamiento</b>	<b>Media (mm)</b>	<b>N</b>	<b>Agrupamiento</b>
1	14.72	25	A
3	14.60	25	B A
7	14.24	25	B A C
5	14.12	25	B A C
8	13.84	25	B A C
2	13.56	25	B C
6	13.40	25	C
4	13.16	25	C

El primer grupo de tratamientos (1,3,7,5,8) incluye a los dos testigos, mientras que el tercer grupo incluye a casi todos los tratamientos, excepto el 1 y el 3. Por lo tanto, aunque existen diferencias significativas, se puede decir que los tratamientos aplicados no mejoran el grado.

### 7.2.1.2 VARIABLE INDICE DE CURVATURA

Con los resultados obtenidos en el cuadro 28 del anexo, se realizó un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 7, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, obteniendo la siguientes información.

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para el índice de curvatura obtenido del dedo medio de la mano sub-basal.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Tratamiento	7	0.0059	0.00084	0.7894	0.598
Error	192	0.2054	0.00107		
Total	199	0.2114			

**N.S. no existen diferencia significativa**

**C.V. = 4.94 %**

De acuerdo con la información proporcionada por el ANDEVA y con un nivel de significancia del 5 % no existen diferencias significativas entre los 8 tratamientos evaluados, lo que indica que ninguno de los materiales experimentales tiene un efecto negativo sobre el alargamiento superior existente en la cara externa con respecto a la cara interna de los dedos del racimo de banano.

#### 7.2.1.3 VARIABLE CICATRIZ DE CRECIMIENTO (CC)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 29 del anexo referente a los kilogramos perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (CC), se realizó el análisis de varianza como se muestra en el cuadro 8, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados obteniéndose la siguiente información.

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para los kilogramos perdidos por cicatriz de crecimiento (CC).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Tratamiento	7	1.954	0.279	0.9285	0.513
Error	192	57.72	0.301		
Total	199	59.68			

**N.S. no existen diferencia significativa**

**C.V. = 133.69 %**

De acuerdo con la información proporcionada por el ANDEVA y con un nivel de significancia del 5 % no existen diferencias significativas entre los 8 tratamientos evaluados, lo que indica que ninguno de los materiales experimentales tienen un efecto negativo sobre la variable kilogramos perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento. Un detalle importante es que, el coeficiente de variación obtenido es muy alto (133.69%), lo que significa que para esta variable no existió un adecuado control del error experimental.

No se efectuó la prueba de medias, ya que todos los tratamientos son estadísticamente iguales.

#### 7.2.1.4 VARIABLE MALFORMACIÓN DE LA FRUTA (ML)

Con los resultados obtenidos en el cuadro 30 del anexo, para los Kgs. perdidos por malformación de la fruta, se realizó un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 9, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, obteniendo la siguiente información.

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para los kilogramos perdidos por dedos malformados (ML).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
<b>Tratamiento</b>	7	109.62	15.66	22.79	0.000
<b>Error</b>	192	131.91	0.687		
<b>Total</b>	199	241.53			

\* Si existen diferencias significativas

C.V. = 55.80 %

Los resultados proporcionados por el análisis de varianza nos indica que con un nivel de significancia del 5 %, si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan como se muestra en el cuadro 10, con el fin de determinar cual de los tratamientos evaluados presenta una menor disminución en los kilogramos perdidos por el defecto de dedos mal formados. En lo que respecta al coeficiente de variación de 55.80 % esto se debe a la gran variabilidad existente entre los datos de planta empacadora obtenidos.

**Cuadro 10.** Prueba de medias de Duncan para los Kgs. perdidos por dedos mal formados

Tratamiento	Media (Kgs.)	N	Agrupamiento
3	0.6468	25	A
1	0.7216	25	A
5	0.7848	25	A
8	1.2864	25	B
7	1.3196	25	B
2	2.0428	25	C
6	2.4676	25	C D
4	2.5812	25	D

Con los resultados obtenidos en la prueba de Duncan se determinó que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 % existen diferencias significativas en el efecto provocado por los tratamientos 3, 1 y 5 respecto a los kilogramos perdidos por el defecto de dedos mal formados. Como lo muestra el cuadro 10, el tratamiento que presenta menos kilogramos perdidos por el defecto de dedos mal formados es el tratamiento 3 (banda de hule de 1.5 mm de espesor con desdede), con un valor de 0.65 Kgs. y en segundo lugar el tratamiento 1 (banda de hule de 2 mm de espesor con desdede) con 0.72 Kgs. perdidos por dedos mal formados. El tratamiento 5 (banda de hule de 0.80 mm de espesor con desdede) tiene el tercer lugar de Kgs. perdidos por el defecto de ML con 0.78. También se determinó que los tratamientos 8 y 7 (testigos) son estadísticamente iguales con valores de 1.28 y 1.32 Kgs. perdidos por dedos mal formados. Y los tratamientos con mayor kilogramos perdidos por el defecto de ML fueron el 2, 6 y 4 (banda de hule de 2, 0.80 y 1.5 mm de espesor sin desdede) con valores de 2.04, 2.5 y 2.6 Kgs. perdidos respectivamente.

#### **7.2.1.5 VARIABLE COMBINACION DE CICATRIZ DE CRECIMIENTO MAS DEDOS MAL FORMADOS (CC + ML)**

Con los resultados obtenidos en el cuadro 31 del anexo, se realizó un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 11, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, obteniendo la siguiente información.

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para los kilogramos perdidos por cicatriz de crecimiento (CC) + dedos mal formados (ML).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
<b>Tratamiento</b>	7	104.49	14.927	15.20	0.000
<b>Error</b>	192	188.53	0.9819		
<b>Total</b>	199	293.02			

\* Si existen diferencias significativas

C.V. = 52.39 %

Los resultados proporcionados por el análisis de varianza, indican que con un nivel de significancia del 5 %, si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan con el fin de determinar cual de los tratamientos evaluados presenta una menor disminución en los kilogramos perdidos por la combinación de cicatriz de crecimiento más dedos mal formados (CC + ML). En lo que respecta al coeficiente de variación de 52.39 % esto se debe a la gran variabilidad existente entre los datos de planta empacadora obtenidos.

**Cuadro 12.** Prueba de medias de Duncan para los Kgs. perdidos por la combinación de cicatriz de crecimiento + dedos mal formados

Tratamiento	Media (Kgs.)	N	Agrupamiento
3	0.9152	25	A
1	1.1824	25	A
5	1.2140	25	A
7	1.8356	25	B
8	1.8384	25	B
2	2.3636	25	C
6	2.7568	25	C D
4	3.0260	25	D

Con los resultados obtenidos en la prueba de Duncan como se muestra en el cuadro 12, se determinó que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 % existen diferencias significativas en el efecto provocado por los tratamientos 3,1 y 5 respecto a los kilogramos

perdidos por la combinación de cicatriz de crecimiento más dedos mal formados. Como le muestra el cuadro 12, el tratamiento que presenta menos kilogramos perdidos por la combinación de los defectos de cicatriz de crecimiento más dedos mal formados es el tratamiento 3 (banda de hule de 1.5 mm de espesor con desdede), con un valor de 0.91 Kgs. y en segundo lugar el tratamiento 1 (banda de hule de 2 mm espesor con desdede), con un valor de 1.18 Kgs. perdidos por la combinación de CC + ML. También se determinó que los tratamientos 5, 7 y 8 son estadísticamente iguales con valores de 1.21, 1.84 y 1.84 Kgs. perdidos por la combinación de CC + ML. Y los tratamientos que mayor kilogramos perdieron por la combinación de CC + ML fueron los tratamientos 2, 6 y 4 (bandas de hule de 2, 1.5, 0.80 mm de espesor y todos sin desdede) con valores de 2.36, 2.76 y 3.03 Kgs. perdidos respectivamente.

#### 7.2.1.6 VARIABLE PUNTOS DE PROPORCION PERDIDOS POR CICATRIZ DE CRECIMIENTO

De acuerdo a los resultados obtenidos para esta variable en el cuadro 32 del anexo, referente a los puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (CC), se realizó el análisis de varianza como se muestra en el cuadro 13, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados obteniéndose la siguiente información.

**Cuadro 13.** Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por cicatriz de crecimiento (CC).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
<b>Tratamiento</b>	7	0.0055	0.00078	0.9208	0.508
<b>Error</b>	192	0.1633	0.00085		
<b>Total</b>	199	0.1687			

**N.S.** no existen diferencia significativa

**C.V. = 137.54 %**

De acuerdo con la información proporcionada por el ANDEVA y con un nivel de significancia del 5 % no existen diferencias significativas entre los 8 tratamientos evaluados, lo que indica que ninguno de los materiales experimentales tienen un efecto negativo sobre la variable puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento. El coeficiente de variación obtenido, por su valor tan alto indica que no fue posible controlar el error experimental para esta variable.

### 7.2.1.7 VARIABLE PUNTOS DE PROPORCION PERDIDOS POR DEDOS MAL FORMADOS (ML)

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 33 del anexo referente a los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados (ML), se realizó el análisis de varianza como se muestra en el cuadro 14, con el fin de determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados obteniéndose la siguiente información.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	F.TAB
Tratamiento	7	0.3086	0.0441	22.666	0.000
Error	192	0.3734	0.0019		
Total	199	0.6819			

\* Si existen diferencias significativas

C.V. = 56.39 %

Los resultados proporcionados por el análisis de varianza nos indican que con un nivel de significancia del 5 %, si existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan como se muestra en el cuadro 15, con el fin de determinar cual de los tratamientos evaluados presenta una menor disminución de los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados. En lo que respecta al coeficiente de variación de 56.39 % esto se debe a la gran variabilidad existente entre los datos de planta empacadora obtenidos.

**Cuadro 15.** Prueba de medias de Duncan para los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados.

Tratamiento	Media (puntos de proporción)	N	Agrupamiento
3	0.035	25	A
1	0.038	25	A
5	0.040	25	A
7	0.066	25	B
8	0.068	25	B
2	0.109	25	C
6	0.130	25	C D
4	0.138	25	D

Con los resultados obtenidos en la prueba de Duncan, se determinó que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 % existen diferencias significativas en el efecto provocado por el tratamiento 3, 5 y 1 respecto a los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados. Como le muestra el cuadro 15, el tratamiento que presentan menor puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados es el tratamiento 3 (banda de hule de 1.5 mm de espesor con desdede), con un valor de 0.035 puntos de proporción y en segundo lugar el tratamiento 1 (banda de hule de 2 mm espesor con desdede), con un valor de 0.038. puntos de proporción perdidos por el defecto de ML. El tratamiento 5 (banda de hule de 0.80 mm de espesor con desdede) obtuvo el tercer lugar con 0.040 puntos de proporción perdidos. También se determino que los tratamientos 7 y 8 son estadísticamente iguales con valores de 0.066 y 0.068 puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados (ML). Y los tratamientos que mayor puntos de proporción perdieron por el defecto de dedos mal formados fueron los tratamientos 2, 6 y 4 (bandas elásticas de hule de 2, 1.5, 0.80 mm de espesor y todos sin desdede) con valores de 0.11, 0.13 y 0.14 puntos de proporción perdidos respectivamente.

## 7.2.2 DISEÑO AL COMPLETO AZAR CON ARREGLO COMBINATORIO DE 3 X 2

### 7.2.2.1 VARIABLE CALIBRACIÓN DE LA FRUTA (GRADO)

Con los resultados obtenidos en el cuadro 34 del anexo para esta variable fueron sometidos al análisis de varianza, con los siguientes resultados:

**Cuadro 16.** Análisis de varianza para la calibración de la fruta (Grado)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
<b>Factor A</b>	2	3.64	1.8203	0.5830 N.S.	0.565
<b>Factor B</b>	1	40.56	40.561	12.99 **	0.001
<b>Int. A x B</b>	2	1.96	0.9785	0.31 N.S.	0.736
<b>Error</b>	144	449.60	3.1222		
<b>Total</b>	149	495.76			

\*\* Si existen diferencias significativas al 1% de probabilidad

N.S. No existen diferencias significativas

C.V. = 12.66 %

De acuerdo con la información obtenida del análisis de varianza del cuadro 16 se determinó que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, no existen diferencias significativas en el efecto provocado por el factor “espesores de bandas elásticas de hule”. Sí existen diferencias significativas para el factor “modalidades de desdede” sobre la variable de respuesta calibración de la fruta, obteniéndose un coeficiente de variación del 12.66 %. Así mismo, no existe interacción significativa entre los dos factores.

Por lo tanto, únicamente se realizó prueba de Duncan para el factor “modalidades de desdede” (Factor B), con los siguientes resultados:

**Cuadro 17.** Prueba de medias de Duncan de la calibración de la fruta

Tratamiento	Media (mm)	Agrupamiento
1	14.48	A
2	13.44	B

El mayor valor lo tiene el nivel “Con desdede” y el menor “sin desdede”.

#### 7.2.2.2 VARIABLE INDICE DE CURVATURA

Con los resultados obtenidos en el cuadro 35 del anexo, se realizó el análisis de varianza como se muestra en el cuadro 18, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los factores evaluados, obteniendo la siguiente información.

**Cuadro 18.** Análisis de varianza para el índice de curvatura

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Factor A	2	0.000252	0.000126	0.1198 N.S.	0.887
Factor B	1	0.000046	0.000046	0.0436 N.S.	0.829
Int. A x B	2	0.003380	0.001690	1.6086 N.S.	0.202
Error	144	0.151283	0.001051		
Total	149	0.154961			

N.S. No existe diferencia significativa

C.V. = 4.91 %

De acuerdo a la información proporcionada por el ANDEVA y con un nivel de probabilidad del 5 % no existen diferencias significativas entre los factores evaluados, ni entre la interacción de los mismos en lo que respecta al índice de curvatura, lo que nos indica que ninguno de los materiales experimentales tiene un efecto negativo sobre el alargamiento superior existente en la cara externa con respecto a la cara interna de los dedos del racimo de banano (19).

### 7.2.2.3 VARIABLE CICATRIZ DE CRECIMIENTO

Con los resultados obtenidos en el cuadro 36 del anexo, se realizó un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 19, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los factores evaluados. Los resultados son los siguientes:

**Cuadro 19.** Análisis de varianza para los Kgs. perdidos por cicatriz de crecimiento.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Factor A	2	0.0362	0.018	0.067 N.S.	0.935
Factor B	1	0.0447	0.045	0.165 N.S.	0.688
Int. A x B	2	0.8343	0.417	1.539 N.S.	0.216
Error	144	39.028	0.271		
Total	149	39.943			

N.S. No existen diferencias significativas

C.V. = 141.14 %

De acuerdo a la información proporcionada por el ANDEVA y con un nivel de significancia del 5 % no existen diferencias significativas entre los factores evaluados, ni entre la interacción de los mismos, lo que indica que ninguno de los materiales experimentales tiene un efecto negativo sobre la variable kilogramos perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (Cuadro 36). El coeficiente de variación obtenida indica una alta heterogeneidad dentro de los mismos factores.

#### 7.2.2.4 VARIABLE DEDOS MAL FORMADOS

Con los resultados obtenidos en el cuadro 37 del anexo, se realizó un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 20, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los factores evaluados, obteniendo la siguiente información.

**Cuadro 20.** Análisis de varianza para el defecto de dedos mal formados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Factor A	2	1.816	0.908	1.232 N.S.	0.294
Factor B	1	100.88	100.88	136.80 **	0.000
Int. A x B	2	2.361	1.18	1.601 N.S.	0.203
Error	144	106.18	0.737		
Total	149	211.24			

\* Si existe diferencia significativa al 1%

N.S. No existen diferencias significativas

C.V. = 55.84 %

De acuerdo con la información obtenida del análisis de varianza del cuadro 20, estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, no existen diferencias significativas en el efecto provocado por el factor "espesores de bandas elásticas de hule". Sí existen diferencias significativas para el factor "modalidades de desdede" sobre la variable de respuesta defecto de dedos mal formados, obteniéndose un coeficiente de variación del 55.84 %. Así mismo, no existe interacción significativa entre los dos factores.

Por lo tanto, únicamente se realizó prueba de Duncan para el factor "modalidades de desdede" (Factor B), como se muestra en el cuadro 21.

**Cuadro 21.** Prueba de medias para la variable defecto de dedos mal formados

Tratamiento	Media (Kgs.)	Agrupamiento
1	0.7177	A
2	2.3639	B

El menor valor lo tuvo el nivel “con desdede”.

#### 7.2.2.5 VARIABLE COMBINACION DE DAÑO POR CICATRIZ DE CRECIMIENTO + DEDOS MAL FORMADOS

Con los resultados obtenidos en el cuadro 38 del anexo, se realizo un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 22, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los factores evaluados, obteniendo la siguiente información.

**Cuadro 22.** Análisis de varianza para la combinación de cicatriz de crecimiento + dedos mal formados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Factor A	2	1.4064	0.703	0.7169 N.S.	0.506
Factor B	1	97.397	97.40	99.288 **	0.000
Int. A x B	2	5.4897	2.745	2.7981 N.S.	0.063
Error	144	141.26	0.981		
Total	149	245.55			

\*\* Si existen diferencias significativas al 5%

N.S.: No existen diferencias significativas

C.V. = 51.86 %

De acuerdo con la información obtenida del análisis de varianza del cuadro 22 se determino que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, no existen diferencias significativas en el efecto provocado por los espesores de “bandas elásticas de hule”. Sí hay diferencias significativas para “modalidades de desdede” y no existe interacción. Se obtuvo un coeficiente de variación del 51.86 % esto se debe a la gran variabilidad existente entre los datos de planta empacadora obtenidos. Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan como se muestra en el cuadro 23, solamente para el factor “modalidades de desdede”.

**Cuadro 23.** Prueba de medias para la variable combinación de cicatriz de crecimiento + dedos mal formados.

Tratamiento	Media (Kgs.)	Agrupamiento
1	1.1039	A
2	2.7155	B

Nuevamente, se observa que el menor daño, se obtuvo con la modalidad "Con desdede".

#### 7.2.2.6 VARIABLE PROPORCION PERDIDA POR EL DEFECTO DE CICATRIZ DE CRECIMIENTO

Con los resultados obtenidos en el cuadro 39 del anexo para esta variable, se calculo el análisis de varianza como se muestra en el cuadro 24, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los factores evaluados.

**Cuadro 24.** Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (CC)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Factor A	2	0.00023	0.000115	0.1491 N.S.	0.862
Factor B	1	0.00017	0.000171	0.2219 N.S.	0.644
Int. A x B	2	0.00228	0.001139	1.4799 N.S.	0.230
Error	144	0.11079	0.000769		
Total	149	0.11347			

**N.S. No existen diferencias significativas**

**C.V. = 145.48 %**

De acuerdo a la información proporcionada por el ANDEVA y con un nivel de significancia del 5 % no existen diferencias significativas entre los factores evaluados, ni entre la interacción de los mismos, lo que indica que ninguno de los materiales experimentales tiene un efecto negativo sobre los puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (Cuadro 39). El coeficiente de variación obtenido indica que hay mucha heterogeneidad entre los factores.

En este caso, no es necesario aplicar pruebas de medias.

### 7.2.2.7 VARIABLE PROPORCION PERDIDA POR EL DEFECTO DE DEDOS MAL FORMADOS

Con los resultados obtenidos en el cuadro 40 del anexo para esta variable, se realizo un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 25, para determinar si existe o no diferencias significativas entre los factores evaluados, obteniendo la siguiente información.

**Cuadro 25.** Análisis de varianza para los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados (ML).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CAL.	Prob.
Factor A	2	0.005161	0.002580	1.2071 N.S.	0.302
Factor B	1	0.288642	0.288642	135.03 **	0.000
Int. A x B	2	0.006658	0.003329	1.5573 N.S.	0.213
Error	144	0.307816	0.002138		
Total	149	0.608277			

\*\* Si existen diferencias significativas

N.S. No existen diferencias significativas

C.V. = 56.48 %

De acuerdo con la información obtenida del análisis de varianza del cuadro 25 se determino que estadísticamente y con un nivel de significancia del 5 %, no existen diferencias significativas en el efecto provocado por el factor en estudio "espesores de bandas elásticas de hule". Sí existen diferencias significativas para el factor "modalidades de desdede". No existe interacción entre los factores. El valor obtenido del coeficiente de variación fue del 56.48 % esto se debe a la gran variabilidad existente entre los datos obtenidos en la planta empacadora. Por lo que se procedió a realizar la prueba de medias de Duncan, solamente para el factor "modalidades de desdede" como se muestra en el cuadro 26.

**Cuadro 26.** Prueba de medias para los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados (ML).

Tratamiento	Media (puntos de proporción)	Agrupamiento
1	0.0380	A
2	0.1257	B

El menor valor para esta variable correspondió a la modalidad "Con desdede".

NOTA: Acá se indica las normas que debe cumplir una fruta de buena calidad.

La fruta debe cumplir una serie de normas de calidad para ser aceptada, por lo tanto hay racimos que no son aptos para el proceso de empaque tales como:

- a. Con edades mayores a las estipuladas en la orden de corte.
- b. Con calibraciones mayores o menores que las anotadas en la orden de corte. La mayor es de 18 mm y la menor de 8 mm.
- c. Fruta que muestre algún estado de maduración.
- d. Fruta de matas caídas previas a la cosecha.
- e. Fruta pobre, de plantas cuyo desarrollo presentó problemas fisiológicos.
- f. Racimos con más del 50% afectado por daños de insectos, hongos; racimos que tenga algún grado de quema química.
- g. Fruta que no presenta cinta de que identifique su edad fisiológica.

La evaluación del estado de la fruta que ingresa en la planta de empaque, es de gran valor para el productor, ya que solo es posible obtener buenos resultados en el empaque, cuando la fruta es buena al recibirla. En cada planta, existe un patio de recibo, que se adapta a las condiciones y necesidades de cada finca.

## 8. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos que fueron estadísticamente “mejores” en los análisis de comparación con los dos testigos, fueron: banda elástica de hule de 2 mm con desdede; banda elástica de hule de 1.5 mm con desdede y banda elástica de hule de 0.80 mm con desdede. Esto indica que el factor más significativo fue la aplicación del “desdede” sin importar el “grosor de la banda de hule”.
2. En el análisis del experimento factorial, no existió significancia para el factor “espesor de bandas elásticas” en ninguna de las variables. Así mismo, para las variables índice de curvatura, cicatriz de crecimiento y puntos de proporción perdidos CC, no existieron diferencias significativas.
3. En ninguno de los casos existió interacción, lo que indica que los factores modalidades de desdede y espesor de la banda elástica de hule actuaron en forma independiente.
4. Con un nivel de significancia del 5 %, el uso de la banda elástica de hule de 1.5 mm de espesor con desdede es el más eficaz en los puntos de proporción (relación caja / racimo) ganados.
5. Ningún material causa daño de cicatriz, decoloración y presencia de hongos u otros organismos en la zona de la banda elástica de hule y laminilla.

## 9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Para sujetar los glomérulos florales (manos) del racimo se recomienda utilizar la banda elástica de hule de 1.5 mm de espesor debido a que es el material más eficaz en la reducción de daños mecánicos y malformaciones en la fruta del banano.
- 9.2 Se debe realizar el “desdede” ya que la presión ejercida por el material no causa ningún daño a los dedos laterales, y quitaría tiempo retirarlo a la hora de la selección en la planta empacadora y además que fue uno de los factores que mayor significancia obtuvo entre los tratamientos.
- 9.3 Evaluar otro tipo de material para sujetar los glomérulos y así reducir al máximo los daños mecánicos y malformaciones en la fruta.
- 9.4 Minimizar los otros factores que contribuyen a obtener proporciones bajas (relación caja/racimo), tales como el factor humano y darle seguimiento a las evaluaciones de manejo y al factor plagas y enfermedades con la utilización de bolsas tratadas.
- 9.5 Colocar 2 bandas elásticas de hule a las manos basal y sub-basal de los racimos para dividirlos en dos y evitar los daños mecánicos y malformaciones de la fruta.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2002. Estadística de producción, exportación, importación y precios de los principales productos agrícolas de Guatemala. Guatemala. 6 p.
2. Cardona Pineda, JU. 1997. Evaluación del mechero manual en la aplicación de glifosato para el control de la maleza conte (*Syngonium podophyllum* Schott) en el cultivo de banano (*Musa sapientum* L.), Entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 46 p.
3. Cartay, R.1997. Banano (en línea). Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Observatorio Agro cadenas. Revista de la Facultad de Agronomía. Consultado 23 sep. 2004. Disponible en: <http://www.agrocadenas.gov.co/banano/descripcion.htm#.ftnref1>
4. COBIGUA (Compañía Bananera Guatemalteca Independiente, GT). 2003. Mapa de la división Maya-Guatemala. Guatemala. 2 p.
5. Cortéz Vanegas, AF. 2003. Manual sobre producción de banano para la exportación en la compañía COBIGUA de la región norte de Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 1-71.
6. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, en el ámbito de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1965. Mapa topográfico de la república de Guatemala; hoja El Cinchado, no. 2562-IV. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
8. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. Tomo 1-3.
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1920. Atlas climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. 29 p.
10. Molina Arias, ME. 1987. Sistema de propagación rápida de banano (*Musa* AAA); método alterno entre el convencional y el cultivo de tejidos. ASBANA (CR) 11(28):12-15.
11. Mora Sánchez, CR. 2001. Evaluación y efecto de la poda con barreno en el crecimiento y desarrollo de las plantas del cultivo de banano (*Musa sapientum* L. var. Grand Naine). Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 41 p.
12. Ortiz Vega, RA; Morales López, A. 1999. El cultivo de banano. San José, Costa Rica, EUNED. 185 p.
13. Rodríguez C, MF. 1979. Comparación de diferentes materiales de propagación vegetativa en la producción de tres variedades comerciales de banano y plátano. *In* Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (25)., 1979, Tegucigalpa, Honduras). Memoria. Tegucigalpa, Honduras, Secretaria de Recursos Naturales. p. 1-12.

14. Sandoval Fernández, JA. 1987. Micropropagación de musáceas. ASBANA (CR) 9(24):21-23.
15. Simmons, CH; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda de Ibarra. 1000 p.
16. Soares Moreira, R. 1987. Banana; teoría y practica de cultivo. Sao Paulo, Brasil, Fundacao Cargill Campinas. 335 p.
17. Soto, M. 1985. Banano, cultivo y comercialización. Costa Rica, Lil. 627 p.
18. Standley, PC; Steyermark, JA. 1952. Flora of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany. v. 24, pte. 3, p. 186-191.
19. Zaparolli Ruano, JC. 2004. Determinación de materiales para sujetar los glomérulos florales del racimo de banano en la costa norte de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 1-68.



No. 30. Rolando Barrios.

11. ANEXOS

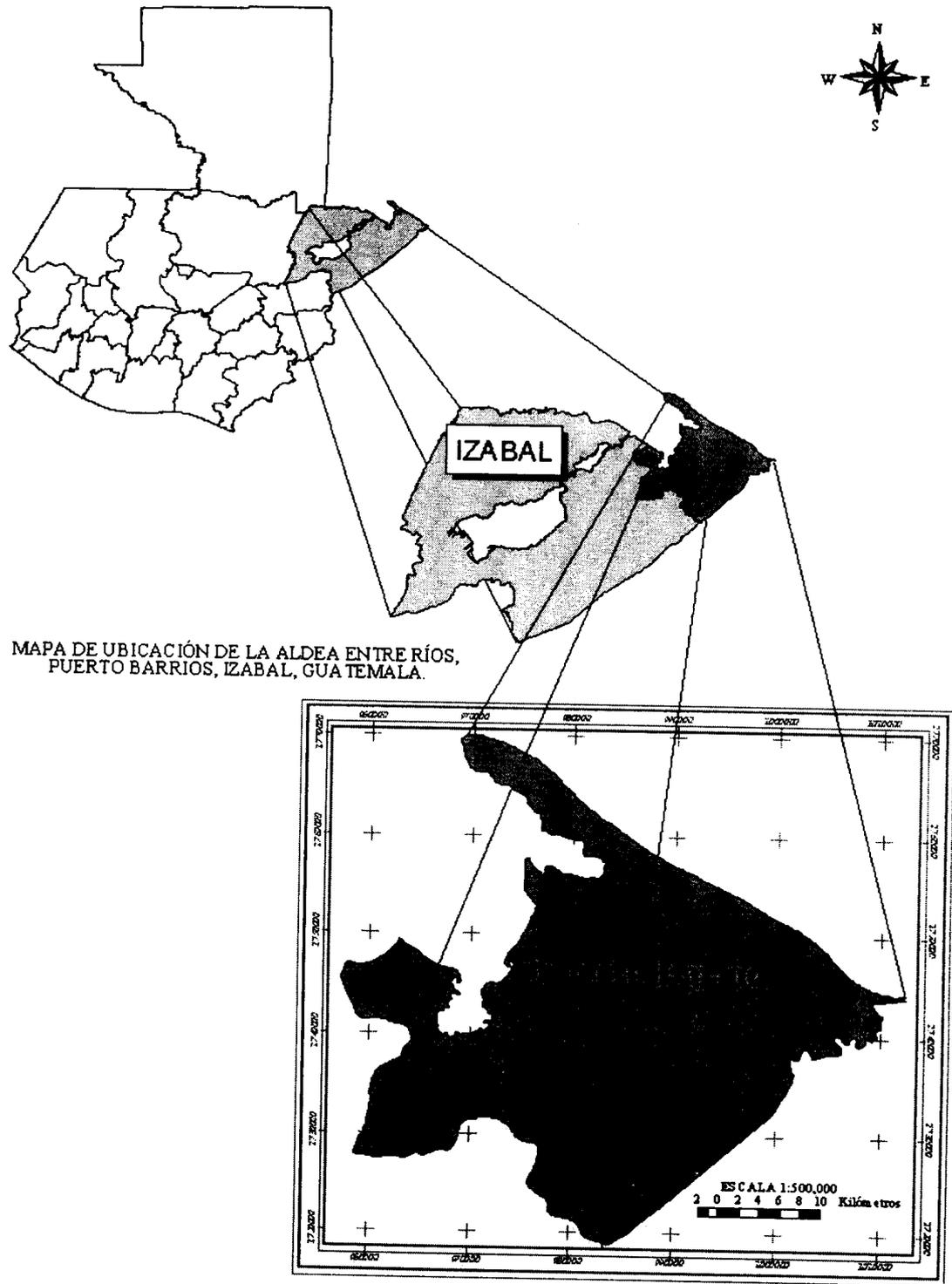


Figura 17. Mapa de Ubicación de la aldea Entre Rios, Puerto Barrios, Izabal.  
Escala 1:500,000



Figura 18. Mapa de la división Maya-Guatemala. 1:250,000

Fuente: Departamento de Ingeniería COBIGUA S.A.

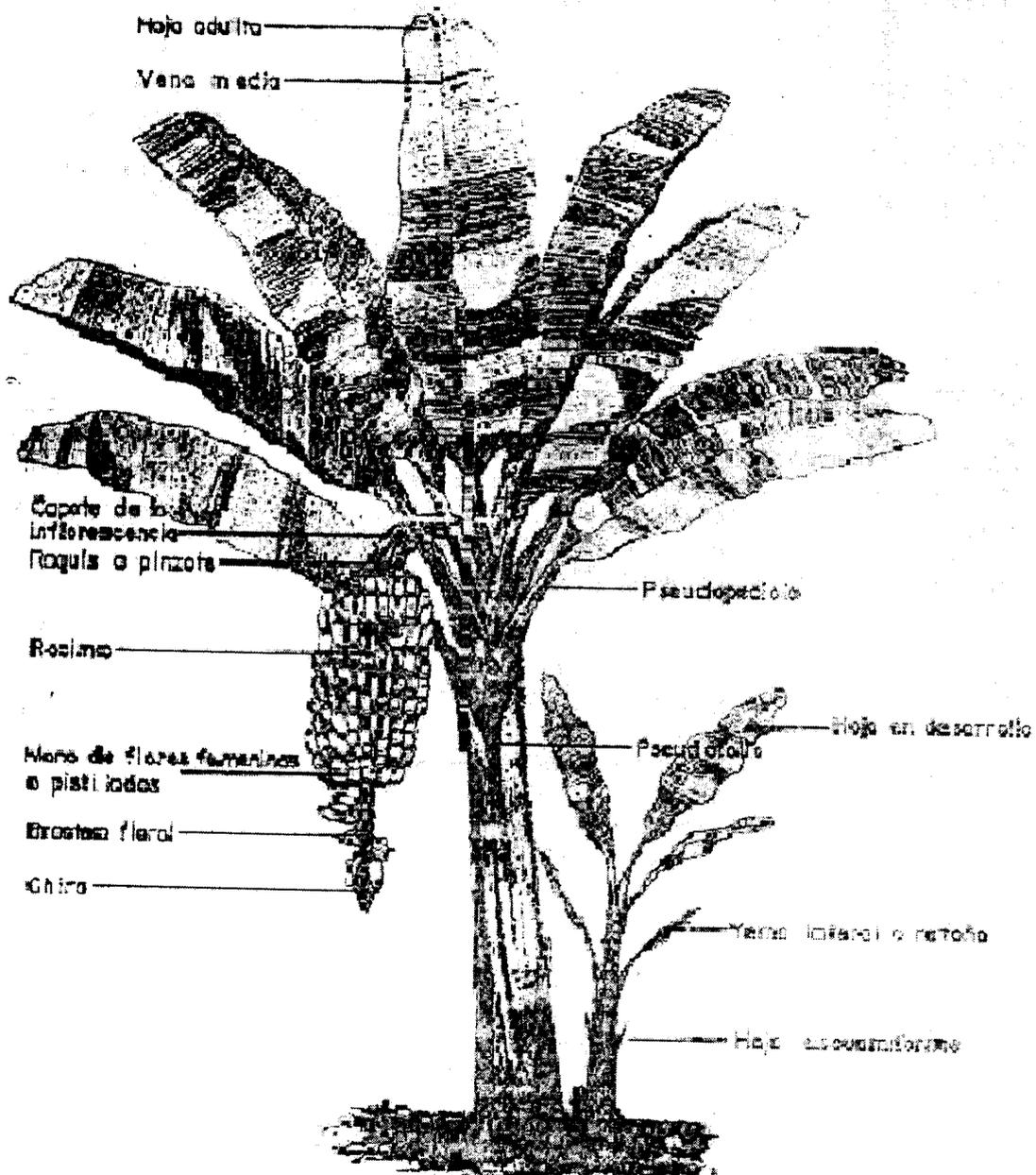
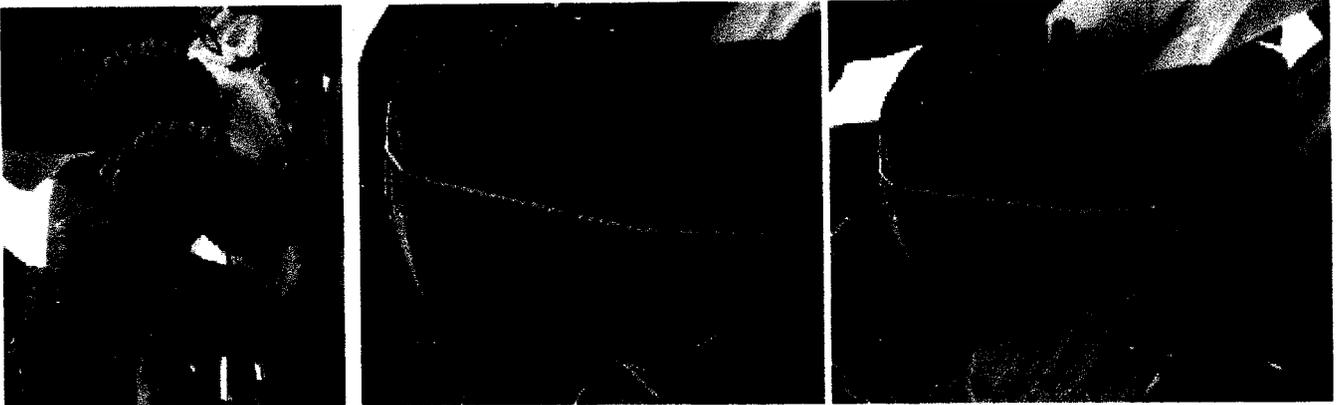


Figura 19. Descripción de la planta de banano

Fuente: COBIGUA 2,004



**Figura 20. Materiales experimentales**



**Figura 21.** Racimos, semanas después de reventar los materiales, hule de 2 mm de espesor, se puede observar la compactación que causa las bandas elásticas de hule a la hora de reventar



**Figura 22.** Racimos, semanas después de reventar los materiales, hule de 1.5 mm de espesor



**Figura 23.** Semanas después de reventar los materiales, hule de 0.80 mm de espesor



**Figura 24.** Racimos de banano sin ningún material experimental, se pueden observar la separación entre los frutos o dedos, debido a que no tiene ningún material.

**GLOSARIO**

- Adventicio:** Órgano vegetal como tallo y raíces, que nacen en posición insólita o en época no normal del desarrollo.
- Amiláceo:** Que contiene almidón.
- Bráctea:** Estructura foliar modificada, generalmente reducida.
- Cormo:** Tallo que desarrolla hojas en la parte superior y raíces adventicias en la parte inferior.
- Daipa:** Laminilla de nylon que sirve para proteger de daños mecánicos a la fruta del banano.
- Dedo:** Fruto del banano.
- Desdede:** Eliminación de los dedos (frutos) laterales del glomérulo floral o mano.
- Desflore:** Eliminación de las flores del glomérulo floral del banano.
- Desmane:** Eliminación de los glomérulos florales.
- Esclerotizar:** Endurecimiento de un órgano o tejido, por proliferación de elementos conjuntivos; se produce como fase final de un proceso inflamatorio crónico o en órganos que han perdido su función.
- Escuamiforme** Parecido a una escama.
- Falsa + 3:** Primer glomérulo o mano del racimo de abajo para arriba que posee flores masculinas y femeninas; +3 se refiere a los siguientes glomérulos o manos verdaderas que solo poseen flores femeninas.
- Glomérulo:** Formación histológica originada por uno o más túbulos arrollados y protegidos por tejidos conectivos, son flores agrupadas en cabezuelas.
- Híbrido:** Individuo producido por el cruzamiento de organismos de 2 especies.
- Hipodérmico:** Que está o se pone debajo de la piel.

- Inflorescencia:** Conjunto de las ramificaciones florales de una planta, puede ser racemosa (racimo, espiga, espádice, umbela y capítulo) si el eje principal predomina sobre las ramas laterales, y cimosa si el crecimiento de los ejes madre termina y el crecimiento continúa por las ramas laterales.
- Látex:** Emulsión acuosa de sustancias insolubles, resinas y caucho, con azúcares, gomas y alcaloides, que circulan por tubos laticíferos en el cuerpo de algunas plantas.
- Lóculos:** Cada una de las cavidades interiores de un fruto.
- Mano:** Dícese del glomérulo floral; conjunto de flores que originan los frutos del banano.
- Monopódico:** Cuando el eje principal siempre crece más que las ramas laterales.
- Obliterada:** Obstruir o cerrar un conducto o cavidad de un organismo, por la formación de un tejido indiferenciado.
- Parénquima:** Cualquiera de los tejidos vegetales constituidos por células de forma aproximadamente esférica o cúbica y separadas entre sí por meatos y que poseen una función específica.
- Perianto:** Conjunto de envolturas estériles de la flor (cáliz y corola).
- Placenta:** Estructura transitoria que se forma durante el desarrollo embrionario de algunos vegetales.
- Primordio:** Estado inicial de desarrollo de un órgano. Por Ej. , en una hoja o esbozo foliar, la protuberancia en el cono vegetativo que representa el comienzo del desarrollo de la vaina, pecíolo o limbo.
- Racimo:** Inflorescencia en la que cada flor nace sobre un pedicelo a lo largo de un eje central.
- Rafidios:** Cristales en forma de aguja compuestos de carbonato de calcio.
- Raquis:** Eje principal de crecimiento limitado sobre el que se insertan a ambos lados un número determinado de folíolos que constituyen una hoja compuesta.

- Rizomorfo:** Conjunto de hifas apretadas de forma semejante a una raíz. Se presenta en planta de tipo geófito que, al llegar la época desfavorable, marchitan toda su parte aérea y solamente perduran en las partes hipogeas. Al llegar de nuevo la época favorable cada una de las yemas puede regenerar una nueva planta por reproducción asexual a partir de las sustancias de reserva acumuladas en la época anterior.
- Savia:** (Del Lat. *sapa*: jugo) jugo contenido en la planta, que circula por sus elementos conductores.
- Septos:** Tabique que separa dos órganos o partes de un órgano vegetal.
- Totí potencia:** Dicese de las células vegetativas capaces de originar un órgano, un tejido o, en condiciones muy controladas un individuo.

**Cuadros de resultados para el diseño completamente al azar (D.C.A.)**

**Cuadro 27.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre la calibración (grado) de la fruta, obtenidos del dedo medio de la mano sub.-basal.

GRADO (D.C.A.)								
REP/TRAT	1	2	3	4	5	6	7	8
1	15	11	12	15	14	13	14	12
2	14	12	16	9	15	11	11	13
3	15	11	17	10	14	12	12	14
4	16	9	16	16	15	13	10	15
5	16	16	12	16	13	14	12	14
6	14	16	14	13	12	15	15	13
7	15	15	15	14	15	14	15	15
8	16	14	15	12	15	14	13	12
9	13	12	14	14	13	13	14	13
10	16	15	12	12	15	13	16	13
11	16	14	18	13	15	15	15	15
12	15	15	14	13	16	14	14	16
13	14	13	15	12	15	15	15	13
14	14	14	18	9	11	13	16	15
15	18	15	13	11	14	15	15	13
16	15	16	13	16	17	13	15	14
17	15	12	15	16	16	12	16	13
18	14	15	15	16	15	12	14	11
19	16	17	13	13	13	14	15	17
20	16	15	16	16	13	14	15	18
21	14	13	16	18	15	12	15	14
22	15	13	15	15	15	16	16	14
23	12	11	13	12	14	12	14	14
24	11	12	14	11	11	13	15	12
25	13	13	14	12	12	13	14	13
<b>MEDIA</b>	<b>14.72</b>	<b>13.56</b>	<b>14.6</b>	<b>13.36</b>	<b>14.12</b>	<b>13.4</b>	<b>14.24</b>	<b>13.84</b>

**Cuadro 28.** Resultados obtenidos en la planta empacadora, sobre el índice de curvatura obtenido del dedo medio de la mano sub.-basal

INDICE DE CURVATURA (D.C.A.)								
REP/TRAT	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.66	0.67	0.69	0.66	0.67	0.66	0.66	0.68
2	0.69	0.68	0.69	0.62	0.61	0.66	0.68	0.78
3	0.66	0.7	0.65	0.69	0.64	0.71	0.7	0.67
4	0.68	0.69	0.69	0.63	0.66	0.7	0.69	0.66
5	0.71	0.66	0.71	0.62	0.69	0.64	0.63	0.66
6	0.66	0.67	0.78	0.7	0.67	0.66	0.67	0.78
7	0.67	0.67	0.71	0.65	0.78	0.65	0.65	0.65
8	0.68	0.68	0.69	0.65	0.67	0.65	0.65	0.65
9	0.65	0.66	0.67	0.64	0.65	0.66	0.65	0.66
10	0.7	0.69	0.68	0.65	0.67	0.66	0.65	0.67
11	0.67	0.68	0.68	0.65	0.69	0.66	0.7	0.67
12	0.67	0.66	0.65	0.66	0.67	0.76	0.69	0.7
13	0.69	0.66	0.67	0.65	0.62	0.74	0.66	0.65
14	0.65	0.64	0.65	0.66	0.66	0.65	0.67	0.69
15	0.65	0.63	0.65	0.65	0.63	0.67	0.7	0.67
16	0.6	0.73	0.66	0.66	0.63	0.66	0.67	0.66
17	0.65	0.65	0.64	0.63	0.65	0.63	0.65	0.67
18	0.64	0.67	0.65	0.67	0.64	0.68	0.64	0.63
19	0.62	0.6	0.67	0.66	0.67	0.64	0.65	0.65
20	0.65	0.64	0.64	0.66	0.63	0.63	0.62	0.67
21	0.66	0.64	0.69	0.69	0.67	0.65	0.65	0.65
22	0.64	0.64	0.65	0.67	0.68	0.66	0.66	0.7
23	0.59	0.61	0.7	0.62	0.6	0.62	0.66	0.62
24	0.64	0.64	0.6	0.69	0.65	0.57	0.65	0.57
25	0.6	0.72	0.61	0.64	0.65	0.62	0.66	0.65
<b>MEDIA</b>	0.65	0.66	0.67	0.65	0.66	0.66	0.66	0.67

**Cuadro 29.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento.

<b>CICATRIZ DE CRECIMIENTO (D.C.A.)</b>								
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	0.45	0.68	0.00	1.95	0.56	0.22	0.00	0.68
2	0.00	0.68	0.22	1.36	0.00	0.00	0.90	0.00
3	2.27	0.22	0.22	1.81	0.45	0.00	0.45	0.45
4	3.40	0.45	0.65	0.45	0.68	0.45	1.82	2.04
5	0.90	1.04	0.45	0.00	0.00	0.00	0.68	0.90
6	0.45	0.68	0.00	0.22	0.68	0.00	0.68	0.68
7	0.00	0.22	0.45	0.00	0.00	0.00	1.59	1.59
8	0.68	0.00	0.22	0.45	1.36	0.68	0.00	0.45
9	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.57	0.90	1.59
10	0.00	0.90	0.22	0.00	0.22	0.30	0.00	0.00
11	0.68	0.22	0.00	0.68	0.90	0.50	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.45	0.00	0.22	1.13	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.45	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00	0.07	0.45
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.22
17	0.00	0.45	0.00	0.00	0.68	0.45	0.50	0.00
18	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.22	0.00	1.13
19	0.68	0.68	0.22	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00
20	0.00	0.90	0.90	0.00	0.22	0.00	0.50	0.00
21	0.00	0.00	1.13	0.45	0.00	0.68	1.59	1.13
22	0.45	0.00	0.68	1.36	0.45	0.00	0.00	0.00
23	0.45	0.68	0.00	1.95	0.68	0.45	0.50	2.04
24	0.00	0.22	0.45	0.00	1.36	0.68	0.90	0.45
25	0.22	0.00	0.00	0.22	0.68	0.45	0.68	0.00
<b>MEDIA</b>	<b>0.46</b>	<b>0.32</b>	<b>0.27</b>	<b>0.44</b>	<b>0.43</b>	<b>0.29</b>	<b>0.52</b>	<b>0.55</b>

**Cuadro 30.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por el defecto de dedos mal formados.

<b>MAL FORMADO (D.C.A.)</b>								
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	0.45	1.36	1.13	5.00	0.59	3.52	0.45	2.27
2	1.13	4.09	2.72	3.72	0.59	2.72	2.14	0.68
3	0.00	4.30	0.00	0.45	0.34	3.86	0.68	1.59
4	0.00	1.59	0.22	0.68	0.45	2.50	0.57	1.14
5	0.22	1.81	0.00	4.54	2.04	2.13	0.5	1.82
6	0.59	1.70	0.22	1.82	0.45	2.04	1.14	0.68
7	1.13	0.90	0.68	3.95	0.00	2.13	1.14	1.14
8	0.00	1.14	0.68	2.59	0.68	1.81	0.68	0.90
9	1.81	1.72	1.59	3.40	0.45	2.72	3.41	1.95
10	0.59	1.81	0.22	2.95	1.36	4.09	2.5	0.22
11	0.00	1.93	1.13	4.00	0.45	1.13	0.68	1.14
12	1.13	1.22	0.68	1.81	0.45	1.59	0.68	1.59
13	2.00	1.81	0.00	2.04	1.59	2.27	1.59	0.68
14	0.00	1.93	1.36	0.45	0.45	1.81	0.9	0.45
15	0.90	2.20	0.45	2.27	1.36	2.72	1.59	1.14
16	1.13	1.81	0.45	2.39	2.27	2.27	1.59	2.73
17	1.36	1.95	1.25	2.72	0.90	2.27	2.04	1.14
18	0.22	2.04	0.68	2.27	0.45	1.95	1.14	0.68
19	0.22	3.40	0.68	2.27	1.59	4.09	2.4	1.36
20	0.45	2.50	0.45	0.90	0.68	2.95	1.5	1.82
21	1.13	3.40	0.00	1.82	0.45	2.04	1.81	2.27
22	0.68	2.27	0.45	3.09	0.00	2.50	1.13	1.59
23	2.00	1.36	0.00	5.00	0.45	2.50	1.14	1.14
24	0.00	0.90	0.68	3.95	0.68	1.81	1.14	0.90
25	0.90	1.93	0.45	0.45	0.90	2.27	0.45	1.14
<b>MEDIA</b>	<b>0.72</b>	<b>2.04</b>	<b>0.65</b>	<b>2.58</b>	<b>0.78</b>	<b>2.47</b>	<b>1.32</b>	<b>1.29</b>

**Cuadro 31. Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por la combinación de cicatriz de crecimiento + frutos mal formados**

<b>COMBINACION DE CICATRIZ DE CRECIMIENTO + FRUTOS MAL FORMADOS (D.C.A.)</b>								
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	0.9	2.04	1.13	6.95	1.15	3.74	0.45	2.95
2	1.13	4.77	2.94	5.08	0.59	2.72	3.04	0.68
3	2.27	4.52	0.22	2.26	0.79	3.86	1.13	2.04
4	3.4	2.04	0.87	1.13	1.13	2.95	2.39	3.18
5	1.12	2.85	0.45	4.54	2.04	2.13	1.18	2.72
6	1.04	2.38	0.22	2.04	1.13	2.04	1.82	1.36
7	1.13	1.12	1.13	3.95	0	2.13	2.73	2.73
8	0.68	1.14	0.9	3.04	2.04	2.49	0.68	1.35
9	1.81	1.72	2.04	3.4	0.45	3.29	4.31	3.54
10	0.59	2.71	0.44	2.95	1.58	4.39	2.5	0.22
11	0.68	2.15	1.13	4.68	1.35	1.63	0.68	1.14
12	1.13	1.22	1.13	1.81	0.67	2.72	0.68	1.59
13	2	1.81	0	2.04	1.59	2.27	1.59	0.68
14	0.22	1.93	1.36	0.45	0.45	1.81	0.9	0.45
15	1.35	2.2	0.45	2.27	2.95	2.72	1.66	1.59
16	1.13	1.81	0.45	2.39	2.27	2.72	1.59	2.95
17	1.36	2.4	1.25	2.72	1.58	2.72	2.54	1.14
18	0.44	2.04	0.68	2.49	0.45	2.17	1.14	1.81
19	0.9	4.08	0.9	2.27	1.59	4.09	3.54	1.36
20	0.45	3.4	1.35	0.9	0.9	2.95	2	1.82
21	1.13	3.4	1.13	2.27	0.45	2.72	3.4	3.4
22	1.13	2.27	1.13	4.45	0.45	2.5	1.13	1.59
23	2.45	2.04	0	6.95	1.13	2.95	1.64	3.18
24	0	1.12	1.13	3.95	2.04	2.49	2.04	1.35
25	1.12	1.93	0.45	0.67	1.58	2.72	1.13	1.14
<b>MEDIA</b>	<b>1.18</b>	<b>2.36</b>	<b>0.915</b>	<b>3.03</b>	<b>1.21</b>	<b>2.76</b>	<b>1.84</b>	<b>1.84</b>

Cuadro 32. Puntos de proporción perdidos por cicatriz de crecimiento (CC).

PROPORCIÓN PERDIDA POR CICATRIZ DE CRECIMIENTO (D.C.A.)								
REP/TRAT	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.02	0.04	0.00	0.10	0.03	0.01	0	0.04
2	0.00	0.04	0.01	0.07	0.00	0.00	0.05	0.00
3	0.12	0.01	0.01	0.10	0.02	0.00	0.02	0.02
4	0.18	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02	0.1	0.11
5	0.05	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05
6	0.02	0.04	0.00	0.01	0.04	0.00	0.04	0.04
7	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08
8	0.04	0.00	0.01	0.02	0.07	0.04	0	0.02
9	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.05	0.08
10	0.00	0.05	0.01	0.00	0.01	0.01	0	0.00
11	0.04	0.01	0.00	0.04	0.05	0.01	0	0.00
12	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.06	0	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.04	0.02
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0	0.01
17	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01	0.00
18	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0	0.06
19	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
20	0.00	0.05	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
21	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.04	0.08	0.06
22	0.02	0.00	0.04	0.06	0.02	0.00	0	0.00
23	0.02	0.04	0.00	0.10	0.04	0.02	0.03	0.11
24	0.00	0.01	0.02	0.00	0.07	0.04	0.02	0.02
25	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02	0.03	0.00
<b>MEDIA</b>	0.024	0.018	0.014	0.022	0.023	0.014	0.026	0.029

**Cuadro 33. Puntos de proporción perdidos por dedos mal formados (ML).**

<b>PROPORCIÓN PERDIDA POR FRUTOS MAL FORMADOS (D.C.A.)</b>								
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
1	0.02	0.07	0.06	0.27	0.03	0.19	0.02	0.12
2	0.06	0.22	0.14	0.20	0.03	0.14	0.11	0.04
3	0.00	0.23	0.00	0.02	0.02	0.20	0.04	0.08
4	0.00	0.08	0.01	0.04	0.02	0.13	0.03	0.06
5	0.01	0.10	0.00	0.24	0.11	0.11	0.01	0.10
6	0.03	0.09	0.01	0.10	0.02	0.11	0.06	0.04
7	0.06	0.05	0.04	0.21	0.00	0.11	0.06	0.06
8	0.00	0.06	0.04	0.14	0.04	0.10	0.04	0.05
9	0.10	0.09	0.08	0.18	0.02	0.14	0.18	0.10
10	0.03	0.10	0.01	0.16	0.07	0.22	0.13	0.01
11	0.00	0.10	0.06	0.22	0.02	0.06	0.04	0.06
12	0.06	0.07	0.04	0.10	0.02	0.08	0.04	0.08
13	0.11	0.10	0.00	0.11	0.08	0.12	0.08	0.04
14	0.00	0.10	0.07	0.02	0.02	0.10	0.05	0.02
15	0.05	0.12	0.02	0.12	0.07	0.14	0.08	0.06
16	0.06	0.10	0.02	0.13	0.12	0.12	0.08	0.14
17	0.07	0.10	0.07	0.14	0.05	0.12	0.11	0.06
18	0.01	0.11	0.04	0.12	0.02	0.10	0.06	0.04
19	0.01	0.18	0.04	0.12	0.08	0.22	0.13	0.07
20	0.02	0.13	0.02	0.05	0.04	0.16	0.08	0.10
21	0.06	0.18	0.00	0.10	0.02	0.11	0.1	0.12
22	0.04	0.12	0.02	0.16	0.00	0.13	0.05	0.08
23	0.11	0.07	0.00	0.27	0.02	0.13	0.02	0.06
24	0.00	0.05	0.07	0.21	0.04	0.10	0.03	0.05
25	0.05	0.10	0.02	0.02	0.05	0.12	0.03	0.06
<b>MEDIA</b>	0.038	0.109	0.035	0.138	0.040	0.130	0.066	0.068

**Cuadros de resultados de diseño completamente al azar con arreglo  
combinatorio de 3 x 2**

**Cuadro 34.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre la calibración (grado) de la fruta, obtenidos del dedo medio de la mano sub-basal.

<b>CALIBRACIÓN DE LA FRUTA (GRADO)</b>						
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	15	11	12	15	14	13
2	14	12	16	9	15	11
3	15	11	17	10	14	12
4	16	9	16	16	15	13
5	16	16	12	16	13	14
6	14	16	14	13	12	15
7	15	15	15	14	15	14
8	16	14	15	12	15	14
9	13	12	14	14	13	13
10	16	15	12	12	15	13
11	16	14	18	13	15	15
12	15	15	14	13	16	14
13	14	13	15	12	15	15
14	14	14	18	9	11	13
15	18	15	13	11	14	15
16	15	16	13	16	17	13
17	15	12	15	16	16	12
18	14	15	15	16	15	12
19	16	17	13	13	13	14
20	16	15	16	16	13	14
21	14	13	16	18	15	12
22	15	13	15	15	15	16
23	12	11	13	12	14	12
24	11	12	14	11	11	13
25	13	13	14	12	12	13
<b>MEDIA</b>	14.72	13.56	14.6	13.36	14.12	13.4

**Cuadro 35.** Media de la interacción de A x B de la calibración de la fruta

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>		<b>Media</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
1	14.72	13.56	14.14
2	14.60	13.36	13.98
3	14.12	13.40	13.76
<b>Media</b>	14.48	13.44	13.96

**Cuadro 36.** Resultados obtenidos en la planta empacadora, sobre el índice de curvatura obtenido del dedo medio de la mano sub-basal

INDICE DE CURVATURA (int/ext)						
REP/TRAT	1	2	3	4	5	6
1	0.66	0.67	0.69	0.66	0.67	0.66
2	0.69	0.68	0.69	0.62	0.61	0.66
3	0.66	0.7	0.65	0.69	0.64	0.71
4	0.68	0.69	0.69	0.63	0.66	0.7
5	0.71	0.66	0.71	0.62	0.69	0.64
6	0.66	0.67	0.78	0.7	0.67	0.66
7	0.67	0.67	0.71	0.65	0.78	0.65
8	0.68	0.68	0.69	0.65	0.67	0.65
9	0.65	0.66	0.67	0.64	0.65	0.66
10	0.7	0.69	0.68	0.65	0.67	0.66
11	0.67	0.68	0.68	0.65	0.69	0.66
12	0.67	0.66	0.65	0.66	0.67	0.76
13	0.69	0.66	0.67	0.65	0.62	0.74
14	0.65	0.64	0.65	0.66	0.66	0.65
15	0.65	0.63	0.65	0.65	0.63	0.67
16	0.6	0.73	0.66	0.66	0.63	0.66
17	0.65	0.65	0.64	0.63	0.65	0.63
18	0.64	0.67	0.65	0.67	0.64	0.68
19	0.62	0.6	0.67	0.66	0.67	0.64
20	0.65	0.64	0.64	0.66	0.63	0.63
21	0.66	0.64	0.69	0.69	0.67	0.65
22	0.64	0.64	0.65	0.67	0.68	0.66
23	0.59	0.61	0.7	0.62	0.6	0.62
24	0.64	0.64	0.6	0.69	0.65	0.57
25	0.6	0.72	0.61	0.64	0.65	0.62
<b>MEDIA</b>	0.65	0.66	0.67	0.65	0.66	0.66

**Cuadro 37.** Media de la interacción A x B del índice de curvatura

Factor A	Factor B		Media
	1	2	
1	0.6552	0.6632	0.6592
2	0.6692	0.6548	0.6620
3	0.6580	0.6596	0.6588
<b>Media</b>	0.6608	0.6592	0.66

**Cuadro 38.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento.

<b>CICATRIZ DE CRECIMIENTO (CC)</b>						
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	0.45	0.68	0.00	1.95	0.56	0.22
2	0.00	0.68	0.22	1.36	0.00	0.00
3	2.27	0.22	0.22	1.81	0.45	0.00
4	3.40	0.45	0.65	0.45	0.68	0.45
5	0.90	1.04	0.45	0.00	0.00	0.00
6	0.45	0.68	0.00	0.22	0.68	0.00
7	0.00	0.22	0.45	0.00	0.00	0.00
8	0.68	0.00	0.22	0.45	1.36	0.68
9	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.57
10	0.00	0.90	0.22	0.00	0.22	0.30
11	0.68	0.22	0.00	0.68	0.90	0.50
12	0.00	0.00	0.45	0.00	0.22	1.13
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.45	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
17	0.00	0.45	0.00	0.00	0.68	0.45
18	0.22	0.00	0.00	0.22	0.00	0.22
19	0.68	0.68	0.22	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.90	0.90	0.00	0.22	0.00
21	0.00	0.00	1.13	0.45	0.00	0.68
22	0.45	0.00	0.68	1.36	0.45	0.00
23	0.45	0.68	0.00	1.95	0.68	0.45
24	0.00	0.22	0.45	0.00	1.36	0.68
25	0.22	0.00	0.00	0.22	0.68	0.45
<b>MEDIA</b>	0.46	0.32	0.27	0.44	0.43	0.29

**Cuadro 39.** Media de la interacción de A x B para la cicatriz de crecimiento.

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>		<b>Media</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
1	0.4608	0.3208	0.3908
2	0.2684	0.4448	0.3566
3	0.4292	0.2892	0.3592
<b>Media</b>	0.3861	0.3516	0.3689

**Cuadro 40.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por el defecto de dedos mal formados.

<b>MAL FORMADO (ML)</b>						
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	0.45	1.36	1.13	5.00	0.59	3.52
2	1.13	4.09	2.72	3.72	0.59	2.72
3	0.00	4.30	0.00	0.45	0.34	3.86
4	0.00	1.59	0.22	0.68	0.45	2.50
5	0.22	1.81	0.00	4.54	2.04	2.13
6	0.59	1.70	0.22	1.82	0.45	2.04
7	1.13	0.90	0.68	3.95	0.00	2.13
8	0.00	1.14	0.68	2.59	0.68	1.81
9	1.81	1.72	1.59	3.40	0.45	2.72
10	0.59	1.81	0.22	2.95	1.36	4.09
11	0.00	1.93	1.13	4.00	0.45	1.13
12	1.13	1.22	0.68	1.81	0.45	1.59
13	2.00	1.81	0.00	2.04	1.59	2.27
14	0.00	1.93	1.36	0.45	0.45	1.81
15	0.90	2.20	0.45	2.27	1.36	2.72
16	1.13	1.81	0.45	2.39	2.27	2.27
17	1.36	1.95	1.25	2.72	0.90	2.27
18	0.22	2.04	0.68	2.27	0.45	1.95
19	0.22	3.40	0.68	2.27	1.59	4.09
20	0.45	2.50	0.45	0.90	0.68	2.95
21	1.13	3.40	0.00	1.82	0.45	2.04
22	0.68	2.27	0.45	3.09	0.00	2.50
23	2.00	1.36	0.00	5.00	0.45	2.50
24	0.00	0.90	0.68	3.95	0.68	1.81
25	0.90	1.93	0.45	0.45	0.90	2.27
<b>MEDIA</b>	0.72	2.04	0.65	2.58	0.78	2.47

**Cuadro 41.** Media de la interacción A x B de Kg perdidos por el defecto de dedos mal formados.

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>		<b>Media</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
1	0.7216	2.0428	1.3822
2	0.6468	2.5812	1.6140
3	0.7848	2.4496	1.6172
<b>Media</b>	0.7177	2.3579	1.5378

**Cuadro 42.** Resultados obtenidos en la planta empacadora sobre los kilogramos perdidos por la combinación de cicatriz de crecimiento + dedos mal formados

<b>COMBINACION DE CICATRIZ DE CRECIMIENTO + DEDOS MAL FORMADOS</b>						
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	0.9	2.04	1.13	6.95	1.15	3.74
2	1.13	4.77	2.94	5.08	0.59	2.72
3	2.27	4.52	0.22	2.26	0.79	3.86
4	3.4	2.04	0.87	1.13	1.13	2.95
5	1.12	2.85	0.45	4.54	2.04	2.13
6	1.04	2.38	0.22	2.04	1.13	2.04
7	1.13	1.12	1.13	3.95	0	2.13
8	0.68	1.14	0.9	3.04	2.04	2.49
9	1.81	1.72	2.04	3.4	0.45	3.29
10	0.59	2.71	0.44	2.95	1.58	4.39
11	0.68	2.15	1.13	4.68	1.35	1.63
12	1.13	1.22	1.13	1.81	0.67	2.72
13	2	1.81	0	2.04	1.59	2.27
14	0.22	1.93	1.36	0.45	0.45	1.81
15	1.35	2.2	0.45	2.27	2.95	2.72
16	1.13	1.81	0.45	2.39	2.27	2.72
17	1.36	2.4	1.25	2.72	1.58	2.72
18	0.44	2.04	0.68	2.49	0.45	2.17
19	0.9	4.08	0.9	2.27	1.59	4.09
20	0.45	3.4	1.35	0.9	0.9	2.95
21	1.13	3.4	1.13	2.27	0.45	2.72
22	1.13	2.27	1.13	4.45	0.45	2.5
23	2.45	2.04	0	6.95	1.13	2.95
24	0	1.12	1.13	3.95	2.04	2.49
25	1.12	1.93	0.45	0.67	1.58	2.72
<b>MEDIA</b>	1.18	2.36	0.915	3.03	1.21	2.76

**Cuadro 43.** Media de la interacción de A x B de la combinación de cicatriz de crecimiento + dedos mal formados

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>		<b>Media</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
1	1.1824	2.3636	1.7730
2	0.9152	3.0260	1.9706
3	1.2140	2.7568	1.9854
<b>Media</b>	1.1039	2.7155	1.9097

**Cuadro 44.** Puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento

<b>PUNTOS DE PROPORCIÓN PERDIDOS POR CICATRIZ DE CRECIMIENTO</b>						
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	0.02	0.04	0.00	0.10	0.03	0.01
2	0.00	0.04	0.01	0.07	0.00	0.00
3	0.12	0.01	0.01	0.10	0.02	0.00
4	0.18	0.02	0.04	0.02	0.04	0.02
5	0.05	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00
6	0.02	0.04	0.00	0.01	0.04	0.00
7	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
8	0.04	0.00	0.01	0.02	0.07	0.04
9	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03
10	0.00	0.05	0.01	0.00	0.01	0.01
11	0.04	0.01	0.00	0.04	0.05	0.01
12	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.06
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
17	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.02
18	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
19	0.04	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
20	0.00	0.05	0.05	0.00	0.01	0.00
21	0.00	0.00	0.06	0.02	0.00	0.04
22	0.02	0.00	0.04	0.06	0.02	0.00
23	0.02	0.04	0.00	0.10	0.04	0.02
24	0.00	0.01	0.02	0.00	0.07	0.04
25	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.02
<b>MEDIA</b>	0.024	0.018	0.014	0.022	0.023	0.014

**Cuadro 45.** Media de la interacción A x B para los puntos de proporción perdidos por el defecto de cicatriz de crecimiento (CC)

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>		<b>Media</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
1	0.0240	0.0176	0.0208
2	0.0136	0.0224	0.0180
3	0.0228	0.0140	0.0184
<b>Media</b>	0.0201	0.0180	0.0191

**Cuadro 46.** Puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados.

<b>PUNTOS DE PROPORCIÓN PERDIDOS POR DEDOS MAL FORMADOS</b>						
<b>REP/TRAT</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	0.02	0.07	0.06	0.27	0.03	0.19
2	0.06	0.22	0.14	0.20	0.03	0.14
3	0.00	0.23	0.00	0.02	0.02	0.20
4	0.00	0.08	0.01	0.04	0.02	0.13
5	0.01	0.10	0.00	0.24	0.11	0.11
6	0.03	0.09	0.01	0.10	0.02	0.11
7	0.06	0.05	0.04	0.21	0.00	0.11
8	0.00	0.06	0.04	0.14	0.04	0.10
9	0.10	0.09	0.08	0.18	0.02	0.14
10	0.03	0.10	0.01	0.16	0.07	0.22
11	0.00	0.10	0.06	0.22	0.02	0.06
12	0.06	0.07	0.04	0.10	0.02	0.08
13	0.11	0.10	0.00	0.11	0.08	0.12
14	0.00	0.10	0.07	0.02	0.02	0.10
15	0.05	0.12	0.02	0.12	0.07	0.14
16	0.06	0.10	0.02	0.13	0.12	0.12
17	0.07	0.10	0.07	0.14	0.05	0.12
18	0.01	0.11	0.04	0.12	0.02	0.10
19	0.01	0.18	0.04	0.12	0.08	0.22
20	0.02	0.13	0.02	0.05	0.04	0.16
21	0.06	0.18	0.00	0.10	0.02	0.11
22	0.04	0.12	0.02	0.16	0.00	0.13
23	0.11	0.07	0.00	0.27	0.02	0.13
24	0.00	0.05	0.07	0.21	0.04	0.10
25	0.05	0.10	0.02	0.02	0.05	0.12
<b>MEDIA</b>	0.038	0.109	0.035	0.138	0.040	0.130

**Cuadro 47.** Media de la interacción de A x B de los puntos de proporción perdidos por el defecto de dedos mal formados.

<b>Factor A</b>	<b>Factor B</b>		<b>Media</b>
	<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>1</b>	0.0384	0.1088	0.0736
<b>2</b>	0.0352	0.1380	0.0866
<b>3</b>	0.0404	0.1304	0.0854
<b>Media</b>	0.0380	0.1257	0.0819

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



REF. Sem. 83/2004

FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA:

"DETERMINACIÓN DE MATERIALES PARA  
SUJETAR LOS GLOMÉRULOS FLORALES  
DEL BANANO *Musa sp.* PARA REDUCIR  
LOS DAÑOS MECÁNICOS Y  
MALFORMACIONES DE LA FRUTA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE :

JOSE RICARDO HERNÁNDEZ ORELLANA

CARNE:

9619977

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES :

Ing. Agr. Gregorio Amílcar Sánchez  
Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón  
Ing. Agr. Walter Haroldo Reyes Sanabria  
Ing. Agr. Domingo Amador Pérez

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. Francisco Javier Vásquez Vásquez  
A S E S O R

Ing. Agr. Arturo Fernando Cortéz Vanegas  
A S E S O R

Dr. David Monterroso Salvatierra  
DIRECCION



IMPRIMASE  
Dr. Ariel Abderramán Ortiz López  
DECANO



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DMS/nm

c.c. Archivo

IIA

Control Académico

e-mail: [ilusac.edu.gt](mailto:ilusac.edu.gt) & <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>

APARTADO POSTAL 1545 & 01091 GUATEMALA, C.A.

TEL/FAX (502) 476-9794