

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

SUBÁREA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO DE AGRONOMÍA -EPSA-



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**REALIZADO EN LA COMPAÑÍA BANANERA GUATEMALTECA INDEPENDIENTE
(COBIGUA S.A), EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS IZABAL GUATEMALA, C.A**

HÉCTOR DANILO DUARTE RODRÍGUEZ

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**REALIZADO EN LA COMPAÑÍA BANANERA GUATEMALTECA INDEPENDIENTE
(COBIGUA S.A), EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS IZABAL, GUATEMALA C.A**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA C.A**

POR

HÉCTOR DANILO DUARTE RODRÍGUEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Msc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, JULIO DE 2012

Guatemala, julio de 2012

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación " **REALIZADO EN LA COMPAÑÍA BANANERAGUATEMALTECA INDEPENDIENTE COBIGUA S.A, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS IZABAL, GUATEMALA, C.A**", como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Héctor Danilo Duarte Rodríguez

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios

Por estar a mi lado en cada momento de mi vida. Por las alegrías y las pruebas que me ha puesto, pero sobre todo por haberme permitido saber que sin la presencia de Él en mi vida no habría podido alcanzar este éxito.

Mis padres

Héctor Alfredo Duarte Escobar y Zaida Donelly Rodríguez Murcia, podría llenar este documento con palabras de agradecimiento hacia ustedes y nunca podría terminar de decirles todo lo que los quiero y los amo, solo quiero decirles papás muchas gracias, que Dios los Bendiga, espero algún día poder pagarles todo su sacrificio y esfuerzo. Hoy siéntanse orgullosos, porque este logro mío, es de ustedes.

Mi hermano

Vinicio Geovanni Duarte Rodríguez, enano, gracias por ser no sólo mi hermano, sino que también mi mejor amigo, aunque no estés presente en este momento con nosotros, sé cuánto te llena de felicidad esta meta cumplida. Te quiero mucho, que el Señor te bendiga y sé que desde Nueva York estás contento de este nuevo éxito para nuestra familia. Gracias, mil gracias por todo, esto también es tuyo.

Mi Esposa

Jacqueline Cardona González, una de las personas más importantes de mi vida, gracias por ser mi compañera de vida, la mamá de mis hijos, mi amiga, sin ti a mi lado este logro jamás lo hubiera podido lograr TE AMO.

Mis Hijos

Javier Sebastián y mi bebé en camino, mi razón de luchar día con día, la razón por la cual existo, gracias mis bebés esto es por ustedes, Los Amo.

Mis Primos

Oscar José, Pedro Pablo, Ana Grisel y Poncho, quienes me han impulsado a superarme para ser un ejemplo que pueden superar e ir mucho más lejos.

Mis tíos Hugo Rodríguez, Maritza Murcia y en especial a mi Tía Edith, QEPD, muchas gracias por todo el apoyo brindado para que yo pudiera alcanzar este éxito. Estoy en deuda con ustedes, los quiero mucho, no creo que algún día les pueda pagar todo lo que me dieron y apoyaron, hoy les puedo decir gracias por todos

Mis Tíos Santos Herrera, Milvia sarmiento y Dalila Canales, gracias por todo el apoyo brindado hacia mi persona.

Mi primos Hugo Raúl, Douglas, Oscar Alejandro, Juan Carlos, Marta, Ana Adelaida, Lindy y Gisela, Gracias por todo el apoyo brindado, que este logro sea uno de muchos más para nuestra gran familia Rodríguez Murcia, que Dios los Bendiga siempre.

Mis primos Los Duarte, que este logro lo disfruten como propio de ellos, gracias por su amistad.

Mis Abuelas Ana Adelaida Murcia QEPD y Abuelita Fide, gracias por todo, este éxito no lo hubiera podido lograr sin su ayuda, estén contentas.

Mis amigos Gracias por todos los momentos que hemos compartido a lo largo de estos años, sé que cuando he necesitado de ustedes ahí están, que Dios los Bendiga y que me permita tener la dicha de poder compartir con ustedes muchas cosas más.

Mis Equipos En especial al equipo de futbol de AGRONOMIA A y al equipo de Basquetbol de esta facultad que tan dignamente representé.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios

Guatemala

Promoción 1999

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Colegio Suizo Americano

Y con especial cariño a:

Puerto Barrios, Izabal

AGRADECIMIENTOS

A:

- Mi casa de estudios Gloriosa y tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Agronomía, por haberme abierto las puertas de sus salones de clases y haberme preparado como profesional.
- Colegio Suizo Americano Por darme una base sólida de estudios, y así facilitarme mis años Universitarios.
- Mi supervisor Ing. Agr. Cesar Lineo gracias por su confianza, orientación y comprensión durante el proceso del EPS y por sus aportes de conocimientos que fortalecieron el presente documento.
- Mi asesor Ing Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte, gracias por su apoyo y colaboración y por su valioso tiempo en asesorar mi trabajo de investigación.
- Cobigua S.A. Eternamente agradecido, por haberme dado la oportunidad de realizar mi EPS en tan prestigiosa empresa, espero con este documento poder contribuir a su crecimiento de investigación.
- Ingenieros Agrónomos Gustavo Salguero y Manolo Zabaleta, gracias por enseñarme todo lo que sabían estoy muy agradecido con ustedes.
- Ing. Agr. Arturo Cortez Por su amistad y asesoramiento durante el proceso de análisis de resultados. Que Dios lo bendiga a usted y a toda su Familia.
- Familia Cardona González Por el apoyo durante mi etapa en la Universidad, por sus consejos y cariño, que Dios los Bendiga, mil gracias.
- Familia Ochoa Pineda Por haberme brindado su apoyo y abrirme las puertas de su casa durante mis comienzos de estudio en la capital, que Dios los Bendiga.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN GENERAL	x
CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DE LA FINCA CAMPO VERDE I DE LA COMPAÑÍA BANANERA GUATEMALTECA INDEPENDIENTE COBIGUA S.A, EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS IZABAL, GUATEMALA	
	1
1.1. Presentación.....	2
1.2. Marco referencial.....	3
1.2.1. Localización y ubicación geográfica	3
1.2.2. Aspectos climatológicos	3
1.2.2.A. Zona de vida.....	3
1.2.3. Recursos naturales.....	4
1.2.3.A. Agua.....	4
1.2.3.B. Ríos.....	4
1.2.3.C. Flora y fauna	4
1.2.4. Uso actual de la tierra.....	5
1.2.4.A. Suelo	5
1.3. Objetivos.....	6
1.3.1. General.....	6
1.3.2. Específicos	6
1.4. Metodología.....	7
1.4.1. Marco de lista	7
1.4.2. Entrevistas.....	7
1.4.3. Aspectos productivos	7
1.4.4. Análisis de la información	7
1.5. Resultados.....	8
1.5.1. Caracterización socioeconómica.....	8
1.5.1.A. Origen del nombre.....	8
1.5.1.B. Situación financiera	8
1.5.1.C. Fiesta titular.....	10
1.5.1.D. Fiesta Sindical	10
1.5.1.E. Tradiciones.....	10
1.5.1.F. Idioma	10
1.5.1.G. Religión	11
1.5.1.H. Población.....	11
1.5.2. Infraestructura	11
1.5.2.A. Educación y salud	11
1.5.2.B. Agua entubada y energía eléctrica.....	12

1.5.2.C.	Manejo de desechos sólidos	12
1.5.2.D.	Cementerio.....	12
1.5.2.E.	Agencias bancarias	12
1.5.2.F.	Centros recreativos	12
1.5.3.	Medios de comunicación	13
1.5.3.A.	Servicios telefónicos.....	13
1.5.3.B.	Radiodifusoras	13
1.5.3.C.	Televisión y noticieros escritos.....	13
1.5.4.	Vías de acceso	13
1.5.4.A.	Transporte.....	13
1.5.5.	Organización de la población	14
1.5.5.A.	Sindicato y conformación de la corporación sindical	14
1.5.5.B.	Asociaciones	14
1.5.6.	Situación técnica de los empleados	14
1.5.6.A.	Importancia técnica	14
1.5.7.	Descripción de las actividades productivas	15
1.5.7.A.	Manejo agronómico del cultivo de banano	15
a.	Fertilización del banano.....	15
b.	La poda o deshije	16
c.	Protección de fruta	17
i.	Embolse.....	18
ii.	Apuntalar.....	19
iii.	Sacudida, desmane y desbellote.....	20
iv.	Objetivos de la protección de fruta	20
v.	Herramientas, equipo y materiales.....	21
d.	Drenaje.....	21
e.	Combate de malezas.....	22
i.	Ventajas del combate químico.....	22
ii.	Desventajas del combate químico.....	23
f.	Otras labores	23
1.5.7.B.	Producción agrícola.....	24
1.5.7.C.	Producción pecuaria.....	24
1.5.7.D.	Actividad comercial	24
1.5.8.	Análisis de la problemática	25
1.5.8.A.	Principales desventajas de la finca (cultivo y población)	25
1.5.8.B.	Principales ventajas en la finca (cultivo y población).....	25
1.6.	Conclusiones	27
1.7.	Recomendaciones.....	28
1.8.	Bibliografía.....	29
 CAPITULO II. EVALUACIÓN SEMICOMERCIAL DEL DESMANE FALSA MÁS TRES (F+3) Y FALSA MÁS CUATRO (F+4) EN EL RENDIMIENTO DEL BANANO (Musa spp), EN CUATRO FINCAS DE LA EMPRESA COBIGUA S.A, PUERTO BARRIOS IZABAL.....		30
2.1.	Introducción.....	31
2.2.	Marco teórico.....	32

2.3.1.	Marco conceptual	32
2.3.1.A.	Aspectos generales del cultivo de banano (<i>Musa</i> spp.)	32
a.	Descripción botánica	32
b.	Taxonomía.....	33
c.	Morfología de las estructuras vegetativas	33
i.	Sistema radicular.....	33
ii.	Cormo	34
iii.	Pseudo tallo y hojas	35
iv.	Inflorescencia y racimo.....	36
d.	Desarrollo del fruto	37
i.	Longitud de los frutos (dedos)	38
ii.	Número de frutos (dedos)	38
iii.	Curvatura de los frutos (dedos).....	39
2.3.1.B.	Requerimientos climáticos	39
a.	Humedad.....	39
b.	Temperatura	39
c.	Altitud	39
d.	Luminosidad	40
2.3.1.C.	Requerimientos del suelo.....	40
2.3.1.D.	Siembra o establecimiento del cultivo del banano.....	41
a.	Métodos de propagación	41
i.	Micropropagación	41
ii.	Método convencional	41
b.	Tipos de materiales de propagación.....	42
i.	Cormos de plantas maduras paridas.....	42
ii.	Cormos de plantas maduras sin parir.....	42
iii.	Material de hijo de espada	42
iv.	Material de hijo de agua	42
v.	Material de hijos recortados	43
2.3.1.E.	Especies y variedades comerciales	43
a.	Gran enano.....	43
b.	Valery	44
c.	Williams	45
2.3.1.F.	Comercialización	45
2.3.1.G.	Desmanes falsa más tres (F + 3) y falsa más cuatro (F + 4).....	46
2.3.2.	Marco Referencial	47
2.3.2.A.	Ubicación geográfica del área experimental.....	47
a.	Finca Chinook.....	47
b.	Finca Hopy	47
c.	Finca Omagua	47
d.	Finca Uthe	47
2.3.2.B.	Vías de acceso para las fincas.....	47
2.3.2.C.	Suelos predominantes de las fincas de COBIGUA S.A.....	48
2.3.2.D.	Zonas de vida de las fincas.....	48
2.4.	Objetivos.....	49
2.4.1.	General.....	49

2.4.2.	Específicos	49
2.5.	Hipótesis.....	49
2.6.	Metodología.....	50
2.6.1.	Material experimental	50
2.6.1.A.	Material vegetal	50
2.6.2.	Factores evaluados	50
2.6.2.A.	Factor A (cuatro fincas)	50
2.6.2.B.	Factor B (tipos de desmanes)	50
2.6.3.	Tratamientos evaluados	50
2.6.4.	Variables de respuesta.....	51
2.6.4.A.	Total de peso chiquita	51
2.6.4.B.	Total de peso rechazo.....	51
2.6.4.C.	Total de peso por racimo (chiquita más rechazo).....	52
2.6.4.D.	Media del peso de rechazo por racimo	52
2.6.4.E.	Media de peso de chiquita por racimo.....	52
2.6.4.F.	Ratio o factor de cajas de peso chiquita.....	52
2.6.5.	Diseño experimental.....	52
2.6.5.A.	Unidad experimental	53
2.6.6.	Manejo del experimento	53
2.6.6.A.	Establecimiento.....	53
2.6.6.B.	Materiales utilizados.....	54
2.6.7.	Análisis de la información.....	55
2.6.7.A.	Análisis estadístico.....	55
2.6.7.B.	Análisis económico.....	55
2.7.	Análisis y discusión de resultados	56
2.7.1.	Análisis estadístico	56
2.7.1.A.	Total de peso chiquita (calidad de exportación)	56
2.7.1.B.	Total del peso rechazo	59
2.7.1.C.	Total de peso de racimo (peso chiquita más rechazo)	62
2.7.1.D.	Media del peso de rechazo por racimo	64
2.7.1.E.	Media del peso de chiquita por racimo.....	64
2.7.1.F.	Ratio o factor de cajas de peso chiquita.....	64
2.7.2.	Análisis económico.....	66
2.7.2.A.	Incremento de ingresos económicos en función de las diferencias de ratio producidas por el tipo de desmane.....	66
2.8.	Conclusiones	69
2.9.	Recomendación.....	69
2.10.	Bibliografía.....	70
2.11.	Anexos	72
2.11.1.	Palabras claves	74
CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMPAÑÍA BANANERA GUATEMALTECA INDEPENDIENTE (COBIGUA S.A.) EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BARRIOS IZABAL, GUATEMALA		75
3.1.	Presentación.....	76

3.2. Evaluación del dispositivo Banalastic para reducir el desperdicio de fruta de banano (<i>Musa spp</i>), ocasionado por cicatriz de crecimiento (CC) y dedos mal formados (ML) en cinco fincas de la empresa Cobigua S.A, Puertos Barrios, Izabal	77
3.2.1. Introducción	77
3.2.2. Objetivos.....	78
3.2.2.A. General	78
3.2.2.B. Específicos	78
3.2.3. Hipótesis.....	78
3.2.4. Metodología general.....	79
3.2.4.A. Diseño experimental.....	79
3.2.4.B. Variables de respuesta.....	79
a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento.....	79
b. Libras perdidas por malformación de dedos.....	79
c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos.....	79
d. Pérdida de ratio.	79
3.2.5. Evaluación de Banalastic en la finca Chinook, Cobigua S.A	80
3.2.5.A. Material vegetal utilizado	80
3.2.5.B. Tratamientos evaluados	80
3.2.5.C. Análisis de la información.....	80
3.2.5.D. Resultados y discusión.....	80
a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento.....	80
b. Libras perdidas por malformación de dedos.....	82
c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos.....	84
d. Porcentaje de pérdida de ratio.....	86
3.2.6. Evaluación de Banalastic en la finca Uthe, Cobigua S.A.....	88
3.2.6.A. Material vegetal utilizado	88
3.2.6.B. Tratamientos evaluados	88
3.2.6.C. Análisis de la información.....	88
3.2.6.D. Resultados y discusión.....	89
a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento.....	89
b. Libras perdidas por malformación de dedos.....	90
c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos.....	92
d. Porcentaje de pérdida de Ratio	94
3.2.7. Evaluación del Banalastic en la finca Hopy, Cobigua S.A	96
3.2.7.A. Material vegetal utilizado	96
3.2.7.B. Tratamientos evaluados	96
3.2.7.C. Análisis de la información.....	96
3.2.7.D. Resultados y discusión.....	96
a. Libras pérdidas por cicatriz de crecimiento.....	96
b. Libras perdidas por malformación de dedos.....	98
c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos.....	100
d. Porcentaje de pérdida de ratio.....	102
3.2.8. Evaluación del Banalastic en la finca Ipala I, Cobigua S.A.....	104
3.2.8.A. Material vegetal utilizado	104
3.2.8.B. Tratamientos evaluados	104

3.2.8.C.	Análisis de la información.....	104
a.	Prueba de hipótesis.....	104
3.2.8.D.	Resultados y discusión.....	105
a.	Libras perdidas por cicatriz de crecimiento.....	105
b.	Libras perdidas por malformación de dedos.....	106
c.	Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de frutos	107
d.	Pérdida de ratio	109
3.2.9.	Evaluación de Banalastic en finca Omagua 2, Cobigua S.A	110
3.2.9.A.	Material vegetal utilizado.....	110
3.2.9.B.	Tratamientos evaluados	110
3.2.9.C.	Análisis de la información.....	110
a.	Prueba de hipótesis.....	110
3.2.9.D.	Resultados y discusión.....	111
a.	Libras perdidas por cicatriz de crecimiento.....	111
b.	Libras perdidas por malformación de dedos.....	112
c.	Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de frutos	114
d.	Pérdida de ratio	115
3.3.	Conclusiones	117
3.4.	Recomendaciones.....	117
3.5.	Bibliografía.....	117
3.6.	Anexos	118
3.6.1.	Anexo 1	122
3.6.2.	Anexo 2	123
3.6.3.	Anexo 3	124

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1.1 Especies que componen la fauna de la finca Campo Verde I	4
1.2 Especies que componen la flora de la finca Campo Verde I	5
1.3 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), en la finca Campo Verde I, Cobigua S.A	26
2.4 Distribución de los tratamientos evaluados	51
2.5 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable total de peso Chiquita	56
2.6 Peso promedio de chiquita para cada finca evaluada	57
2.7 Peso promedio de chiquita para el tipo de desmane	58
2.8 Peso promedio de chiquita para la interacción finca y tipo de desmane	59
2.9 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable total de peso rechazo	59
2.10 Prueba de Tukey para el factor Finca de la variable total de peso en kilogramos de rechazo	60
2.11 Peso promedio de desperdicio por desmane para el total de fincas evaluadas	61
2.12 Peso promedio de desperdicio para la interacción de finca y desmane	61
2.13 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable peso total del racimo (peso chiquita más rechazo)	62
2.14 Prueba de Tukey para el factor Finca de la variable total de peso en kilogramos de rechazo	63
2.15 Consolidado de la distribución del peso del racimo con base al tipo de desmane	63
2.16 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable ratio	65
2.17 Promedio de ratio para cada finca en relación al tipo de desmane	65
2.18 Ratio promedio para tipos de desmane en las cuatro fincas	66
Cuadro 2.19 Resumen del efecto del desmane F+3 sobre el incremento en ratio e ingresos económicos adicionales en las fincas de Cobigua S.A	68
2.19A Estándares de calidad de fruta de banano para exportación	72
2.20A Resultados del peso total de desperdicio en kilogramos	73
2.21A Resultados del peso total de chiquita en kilogramos	73
2.22A Resultados de cajas de fruta exportable por racimo cosechado (ratio)	73
3.24 Análisis de varianza para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento	81
3.25 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento	82
3.26 Análisis de varianza para la variable libras perdidas por malformación de dedos	83
3.27 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por malformación de dedos	83
3.28 Análisis de varianza para las libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	84

3.29 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	85
3.30 Análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdidas de ratio	86
3.31 Prueba de Tukey para la variable porcentaje de pérdidas de ratio	87
3.32 Análisis de varianza para la variable libras pérdidas por cicatriz de crecimiento	89
3.33 Análisis de varianza para la variable libras pérdidas por malformación de dedos.....	91
3.34 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por malformación de dedos	91
3.35 Análisis de varianza para las libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	92
3.36 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	93
3.37 Análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdidas de ratio	94
3.38 Prueba de Tukey para la variable porcentaje de pérdidas de ratio	95
3.39 Análisis de varianza para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento	97
3.40 Análisis de varianza para la variable libras pérdidas por malformación de dedos.....	98
3.41 Prueba de Tukey para la variable libras pedidas por malformación de dedos	99
3.42 Análisis de varianza para las libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	100
3.43 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	101
3.44 Análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdidas de ratio	102
3.45 Prueba de Tukey para la variable porcentaje de pérdidas de ratio	103
3.46 Prueba de hipótesis para la variable libras perdidas ocasionado por cicatriz de crecimiento	105
3.47 Prueba de hipótesis para la variable libras perdidas por malformación de dedos....	107
3.48 Prueba de hipótesis para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	108
3.49 Prueba de hipótesis para la variable pérdida de ratio	109
3.50 Prueba de hipótesis para la variable libras pérdidas por cicatriz de crecimiento.....	112
3.51 Prueba de hipótesis para la variable libras pérdidas por malformación de dedos....	113
3.52 Prueba de hipótesis para la variable libras pérdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos	114
3.53 Prueba de hipótesis para la variable pérdida de ratio	115
3.54A Resultados de la evaluación de Banalastic en la finca Chinook, Cobigua S.A	118
3.55A Resultados de la evaluación de Banalastic en la finca Uthe, Cobigua S.A.....	119
3.56A Resultados de la evaluación del Banalastic en la Finca Hopy, Cobigua S.A	119
3.57A Resultados de la evaluación del Banalastic en la finca Ipala I, Cobigua S.A	120
3.58A Resultados de la evaluación del Banalastic en la Finca Omagua 2, Cobigua.....	120
3.59A Formulas utilizadas para el análisis de varianza del diseño completamente al azar.....	121

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGUARA	PÁGINA
3.1 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento en los tratamientos evaluados.....	82
3.2 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por malformación de dedos en los tratamientos evaluados.....	84
3.3 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en los tratamientos evaluados.....	86
3.4 Comportamiento de las pérdidas de ratio en los tratamientos evaluados	88
3.5 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento en los tratamientos evaluados.....	90
3.6 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por malformación de dedos	92
3.7 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos.....	94
3.8 Comportamiento de las pérdidas de ratio en los tratamientos evaluados	95
3.9 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento en los tratamientos evaluados	98
3.10 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por malformación de dedos en los tratamientos evaluados.....	100
3.11 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en los tratamientos evaluados	102
3.12 Comportamiento de las pérdidas de ratio en los tratamientos evaluados	104
3.13 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento entre los tratamientos evaluados.....	106
3.14 Comparación de las pérdidas ocasionadas por malformación de dedos entre los tratamientos evaluados.....	107
3.15 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos entre los tratamientos evaluados.....	109
3.16 Comparación de las pérdidas de ratio entre los tratamientos evaluados	110
3.17 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento entre los tratamientos evaluados.....	112
3.18 Comparación de las pérdidas ocasionadas por malformación de dedos entre los tratamientos evaluados.....	113
3.19 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos entre los tratamientos evaluados.....	115
3.20 Comparación de las pérdidas de ratio entre los tratamientos evaluados	116

RESUMEN GENERAL

El presente trabajo fue realizado en la compañía bananera guatemalteca independiente (COBIGUA S.A.), que está ubicada en el municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal. Esta es una empresa que se dedica a la producción y exportación de banano (*Musa spp*) para lo cual cuenta con nueve fincas productoras.

Tres son los componentes principales del documento, el diagnóstico, la investigación y los servicios.

A través del diagnóstico se estableció la falta de investigación agrícola local tendiente a la generación y/o validación de nuevas tecnologías por parte de proveedores de la Empresa, para que permitan incrementar la productividad del cultivo de banano así como la calidad para reducir costos de producción a fin de ser más competitivos en el mercado internacional. Por lo descrito, COBIGUA S.A ha generado nuevas herramientas a través de la investigación agrícola durante más de 25 años para transferirla a dichos proveedores.

Atendiendo al diagnóstico se planteó la investigación titulada “Evaluación semicomercial del desmane falsa más tres (F+3) y falsa más cuatro (F+4) en el rendimiento de banano. Resultado de la investigación se tiene que en los dos tipos de desmane se observó el mismo rendimiento, a pesar de que el desmane F+3 contaba con una mano adicional, esto provocó que en lugar de tener un mayor rendimiento (caja/racimo), se obtuvo un alto índice de desperdicio debido a que esa mano extra no cumplía con los estándares de calidad exportables de la empresa. Así mismo, se observó que el rendimiento de banano (caja/racimo) con los tipos de desmane F+3 y F+4, no presentaron diferencias significativas en su rendimiento individual de cada tipo de desmane, por lo que se recomienda utilizar el desmane F+4 principalmente para la época de lluvia (época fría) debido a que tiene una mano de banano menos y esto hace que sus frutos tengan una mejor absorción de nutrientes y puedan engrosar lo necesario, adquiriendo un mayor peso para ser exportados.

Un único servicio fue planteado y consistió en evaluar el dispositivo Banalastic para reducir el desperdicio de fruta de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento y dedos mal formados en cinco fincas de la empresa COBIGUA S.A.

A través de las evaluaciones realizadas se determinó que al utilizar el dispositivo Banalastic en COBIGUA SUR se redujo entre 59.8% y 65.72% las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en relación a la práctica convencional en donde no se utiliza el dispositivo mencionado, con lo que se obtienen ganancias de ratio que van de 0.07 a 0.11 en comparación de no utilizar dicho dispositivo.

Para las condiciones de COBIGUA NORTE, se determinó que al utilizar el dispositivo Banalastic se redujeron las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos entre 56.58 a 59.50 %, obteniendo una ganancia de ratio de 0.029 a 0.067.

**CAPITULO I. DIAGNÓSTICO DE LA FINCA CAMPO VERDE I DE LA COMPAÑÍA
BANANERA GUATEMALTECA INDEPENDIENTE COBIGUA S.A, EN EL MUNICIPIO
DE PUERTO BARRIOS IZABAL, GUATEMALA, C.A.**



1.1. Presentación

La compañía bananera guatemalteca independiente (COBIGUA S.A.), está ubicada en el municipio de Puerto Barrios, departamento de Izabal y es una empresa que se dedica a la producción y exportación del banano para lo cual cuenta con nueve fincas productoras.

La empresa fue fundada en el año de 1,976 por un grupo de entusiastas empresarios guatemaltecos y profesionales de mucho conocimiento en el cultivo del banano (*Musa* sp.).

Las fincas de COBIGUA S.A, dentro de las cuales Campo Verde I es una de ellas, han experimentado alzas y bajas en su producción debido a diferentes factores: externos como la fluctuación de precios en el mercado mundial e internos como inconformidades laborales y problemas serios de nematodos, bacterias y principalmente la enfermedad de sigatoka. Los estragos causados por factores climáticos como vendavales repentinos que derriban las plantaciones han sido algunos de los más severos, que sin embargo no se comparan con las pérdidas que produjo el huracán Mitch, no solo en esta empresa, sino también en otras del departamento de Izabal, principalmente en bananeras.

La empresa cuenta con una amplia infraestructura para exportar banano a los mercados de América, Europa y consumo interno (rechazo), al hacerlo genera empleos a la clase trabajadora media y baja, contribuyendo en parte al progreso económico y social en comunidades rurales de la región, donde de manera consistente ha sido una empresa innovadora en el desarrollo de la industria bananera.

Dentro de la empresa COBIGUA, S.A. y su proceso innovador de desarrollo para cada una de sus fincas se tomó bajo estudio la "FINCA CAMPO VERDE I" cuya extensión territorial es de 154.37 hectáreas, incluyendo dentro del área de cultivo canales, cable vías y carreteras. Esta unidad de producción se encuentra ubicada en la aldea Entre Ríos del municipio de Puerto Barrios del Departamento de Izabal.

1.2. Marco referencial

1.2.1. Localización y ubicación geográfica

La finca Campo Verde I se localiza en la aldea Entre Ríos del Municipio de Puerto Barrios Izabal a 286 kilómetros de la ciudad capital y a 6 kilómetros de la ruta CA-9 hacia adentro en dirección hacia la frontera con el país de Honduras. Se encuentra en el extremo Norte de Guatemala, limitado al Norte con el Petén, Belice y el Mar Caribe, al Oeste con Alta Verapaz, al Sur con Zacapa y al Sureste por la República de Honduras. Esta se encuentra a 15°35'55" latitud norte y a 88°28'54" de longitud Oeste. Su altura sobre el nivel del mar es de 23 metros.

Esta finca dista del municipio de Puerto Barrios a 14 kilómetros y posee una extensión de 154.37 hectáreas incluyendo cultivo, carreteras y cable vías.

1.2.2. Aspectos climatológicos

Las condiciones climáticas en el departamento de Izabal, son variadas debido a su ubicación geográfica, la precipitación media anual va de los 2,500 a 3,000 mm. Los meses de febrero, marzo y abril son los más secos, la humedad relativa varía entre 80 a 85 %, la temperatura media es de 25°C (INSIVUMEH, 1,920).

Según la clasificación de Tornthwaite, esta zona se ubica en una región con clima húmedo, con invierno benigno, vegetación de bosque natural, sin una estación seca bien definida. El clima es cálido, sin estación fría bien definida y muy húmeda, sin estación seca bien definida correspondiendo a la clasificación A´a´Ar´ según Tornthwaite.

1.2.2.A. Zona de vida

Según De la Cruz, JR, 1,982, basado en la clasificación de zonas de vida del Doctor L.R. Holdridge la finca Campo Verde I se encuentra dentro del bosque muy húmedo tropical, el cual está representado por las letras bmh-T. Su vegetación natural es muy rica y entre sus indicadores ecológicos esta el corozo (*Orbignya cohune*).

1.2.3. Recursos naturales

1.2.3.A. Agua

Es el recurso más importante en lo que se refiere al cultivo del banano (*Musa sp*), debido a que el mismo necesita como mínimo dos pulgadas de agua semanales, lo cual no es problema aparentemente en la finca debido a las constantes lluvias que son comunes en el área de Izabal.

1.2.3.B. Ríos

Los principales ríos con que cuentan sus pobladores son: río Motagua y río San Francisco, que les sirve como medio de transporte por lancha y es una fuente de pesca.

1.2.3.C. Flora y fauna

Debido a que el banano a sustituido a los ecosistemas naturales del lugar, la vida silvestre es escasa en cuanto a biodiversidad, tanto en aves, mamíferos, reptiles, especies silvícolas y otras. Las especies domesticas de animales son más abundantes (Cuadro 1. 1 y 1.2).

Cuadro 1. 1 Especies que componen la fauna de la finca Campo Verde I

Nombre Común	Nombre Científico
Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>
Gavilán	<i>Chondrohierax uncinatus</i>
Tacuazín	<i>Didelphis marsupialis</i>
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculos</i>
Rata	<i>Ratus ratus</i>
Mazacuata	<i>Boa constrictor</i>
Coral	<i>Micrurus spp</i>
Perros	<i>Canis lupus familiaris</i>
Gatos	<i>Felix cato</i>
Caballos	<i>Equus ferus caballus</i>
Vacas	<i>Boss taurus e indicus</i>

Cuadro 1.2 Especies que componen la flora de la finca Campo Verde I

Nombre Común	Nombre Científico
Sauces	Salix sp.
Ceibas	Ceiba pentandra
Cedros	Cedería odorata
Matilisguate	Tabebuia rosea
Guarumo	Cecropia peltata
Claveles	Dianthus sp.

1.2.4. Uso actual de la tierra

La finca Campo Verde I cuenta con un área de 154.37 hectáreas, la cual es utilizada en un 98% exclusivamente al cultivo de banano (*Musa spp.*). Existen algunas variedades de banano en la finca que son “GRAN ENANO”, “WILLIAMS” y “VALERI”.

Se puede encontrar también dentro del área de cultivo aproximadamente el 1% del cultivo de maíz (*Zea mays*).

1.2.4.A. Suelo

Según Simmons, Tarano y Pinto, 1,959, los suelos predominantes de la zona en que se encuentra la finca en estudio, están desarrollados en un clima cálido y húmedo. Los suelos del área pertenecen a las tierras bajas del Petén – Caribe y dentro de estos predominan los suelos aluviales no diferenciados con texturas que varían de franco arcilloso a franco arenoso. Son suelos profundos con un pH que oscila entre 5.5 y 7.0

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Realizar un diagnóstico de la finca Campo Verde I, aldea Entre Ríos, Puerto Barrios Izabal, que permita la detección y priorización de problemas y necesidades que urgen atención para mejorar los rendimientos y calidad en la producción bananera de la empresa COBIGUA S.A.

1.3.2. Específicos

Recopilar y analizar información de los componentes técnicos en la producción de banano, los aspectos sociales y el entorno natural de la finca Campo Verde I.

Detectar los principales problemas de la finca que influyen en rendimientos y calidad de la fruta a exportar.

1.4. Metodología

1.4.1. Marco de lista

Se obtuvo información con la ayuda del departamento de Recursos Humanos, Relaciones Laborales, administradores de campo, administrador de planta empacadora, analistas y trabajadores. La información recabada es de tipo histórico, social y económica, así como de las relaciones entre patronos y trabajadores, las condiciones de vida y beneficios de laborar en la compañía.

1.4.2. Entrevistas

Se entrevistaron únicamente a las personas que son oriundas del lugar y con acumulación de tiempo considerable de laborar en la finca Campo Verde I. Se seleccionaron empleados residentes en la colonia de la finca.

1.4.3. Aspectos productivos

Para ello se contó con la colaboración del personal técnico y profesional vinculado con la producción de banano a fin de detallar cada una de las fases del proceso productivo del cultivo de banano, para posteriormente analizar la problemática presente.

1.4.4. Análisis de la información

Con la información socioeconómica y de los aspectos productivos del cultivo, se procedió a realizar un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA).

1.5. Resultados

1.5.1. Caracterización socioeconómica

1.5.1.A. Origen del nombre

No se cuenta con una fuente certera del origen del nombre de esta finca. Sin embargo, según versiones dadas por los vecinos nativos del lugar y sus descendientes, las fincas en anterioridad eran propiedad de la empresa bananera Fruit Company, luego fueron abandonadas y se convirtió en una finca ganadera, posteriormente la empresa COBIGUA S.A. determinó de que los suelos eran aptos para el cultivo del banano convirtiéndola en una finca bananera, desde entonces ha comenzado a producir fruta nuevamente para los mercados americanos y europeos.

1.5.1.B. Situación financiera

La empresa se financia con capital propio, encontrando los siguientes cargos en orden descendente:

- ✓ Gerente
- ✓ Superintendente
- ✓ Capitanes de finca o administradores
- ✓ Técnicos de cultivo y cosecha
- ✓ Empleados de oficinas
- ✓ Empleados de campo

La finca Campo Verde I cuenta con dos tipos de empleados: los permanentes y los casuales. Los casuales tienen una duración de 56 días, la renovación de sus contratos está en función del rendimiento en sus labores, mientras que los permanentes se encuentran con plaza fija.

Lo descrito demuestra que es de importancia conocer la cantidad de gente que labora en la finca y de qué manera están distribuidos.

La finca cuenta con un técnico de cultivo, dos supervisores de cultivo, un técnico de cosecha, dos supervisores de cosecha, un asistente de finca, un administrador de materiales, un administrador de empacadora, un supervisor de selección y empaque, un recibidor de fruta, un diagnosticador de racimos, sujetos a cambios constantes administrativos.

Laborando en finca se encuentran 78 empleados permanentes y 30 casuales. En planta empacadora se encuentran 18 permanentes y 12 casuales.

COBIGUA, S.A. provee de beneficios al trabajador lo cual es de mucha importancia tanto para la empresa como para el trabajador. Les brinda la oportunidad de obtener vivienda en un área habitacional a los que no son cercanos al área de trabajo, haciéndoles un descuento de Q. 97.50 cada 14 días con el beneficio que al llegar a pagar el costo de la casa se convierte en propiedad del trabajador.

Por otro lado, proporciona transporte a los empleados que llegan diariamente a laborar de las aldeas vecinas, a los hijos de los trabajadores les proporciona útiles escolares (cuadernos, lápiz y uniformes para desfile del 15 de Septiembre, etc.), además cuenta con un dispensario, seguridad, luz eléctrica etc que son beneficios para directos para los empleados residentes. Es importante mencionar que los empleados permanentes se encuentran organizados a través de un sindicato.

Según datos de la unidad técnica de COBIGUA S.A, ésta cuenta con la siguiente distribución de personal por sexo:

- ✓ Hombres trabajadores permanentes: 100
- ✓ Mujeres trabajadoras permanentes: 11

Además cuenta con la siguiente infraestructura:

- ✓ 50 casas en el campamento habitacional

- ✓ Una bodega de materiales, para cultivo y empaque
- ✓ Una planta empacadora
- ✓ Una planta de energía
- ✓ Una planta de agua

1.5.1.C. Fiesta titular

La fiesta titular es en honor a San José. Se celebra del 15 al 21 de marzo, siendo el día principal el 19 donde se les da feriado a los trabajadores. Los festejos incluyen actividades culturales, deportivas, exposiciones, jaripeos y actividades religiosas, siendo estas las de mayor relevancia.

Otras fechas importantes en la finca son el día del trabajador (1 de Mayo) la Semana Santa, el 15 de Septiembre, 10 de Mayo, 17 de Junio y el 1 y 2 de Noviembre.

1.5.1.D. Fiesta Sindical

La fiesta sindical se celebra el 14 de Junio, todos los empleados disponen de feriado con goce de salario, los festejos incluyen actividades culturales, sociales y deportivas.

1.5.1.E. Tradiciones

Los pobladores de la finca guardan tradiciones culturales como bailes garífunas, posadas y la elaboración de platillos típicos como el ponche, los llamados “calientes” de fruta, chuchitos de carne, de frijol, de chipilín, rellenitos, manzanilla en miel, ayote, arroz en leche, atol de plátano, tamales, rice and beans, tapado, yuca y badu.

1.5.1.F. Idioma

El español es el idioma principal. No existe un idioma maya predominante, aunque algunas personas hablan Garífuna, Kekchi y Quiche.

1.5.1.G. Religión

Se practican diversas religiones, predominado la católica. Se cuenta con una iglesia Católica y una Evangélica en las cercanías de la finca.

1.5.1.H. Población

La población de la finca Campo Verde I en su mayoría es ladina y la presencia de representantes de la raza negra es escasa.

En cuanto a la población migrante se reporta que a la finca llegan personas de Zacapa, Chiquimula, Cobán, Quiché, Progreso y de los municipios de Izabal, estableciéndose en la finca debido a la creciente fuente de trabajo comercial de banano. Por la misma razón el fenómeno de emigración escaso.

1.5.2. Infraestructura

Las condiciones de vida de los pobladores de la finca Campo Verde I se derivan del acceso que los individuos tengan a los servicios básicos: educación, agua entubada, energía eléctrica, sistema de drenajes y medios de comunicación.

Como parte importante de la descripción de la situación de infraestructura de la finca se encuentra el tipo de vivienda con el que cuentan los habitantes del mismo, éstas llenan los requisitos de seguridad y comodidad, siendo construidas de block, adobe y cemento, techo de lámina, duralita y piso de cemento.

1.5.2.A. Educación y salud

En lo que se refiere a escuelas, la finca no posee instalaciones, pero posee una escuela mixta de primaria que se encuentra ubicada en la aldea Entre Ríos, la cual cuenta con adecuado número de maestros, equipo básico para su funcionamiento, letrinas y energía eléctrica, también cuentan con agua potable.

En cuanto al tema de salud, se cuenta con el servicio de dispensario para los trabajadores permanentes y casuales, los días martes y jueves visita un doctor especialista en medicina

general para atender problemas de salud de los trabajadores y familia, mientras que los días viernes de cada semana un dentista profesional siempre para los empleados de dicha finca. Farmacia y clínicas cercanas únicamente se encuentran en la cabecera departamental Puerto Barrios.

Las enfermedades más comunes atendidas son: infecciones respiratorias agudas, parasitosis intestinal, enfermedades de la piel, conjuntivitis hemorrágica, infección urinaria, tos ferina, difteria, hemorragias, diarrea, intoxicación por plaguicidas y diabetes.

1.5.2.B. Agua entubada y energía eléctrica

Se dispone de una planta para el clorado del agua y otra de energía eléctrica que abastece a todo el campamento entre los horarios de 4:00 a.m a 12:00 p.m.

1.5.2.C. Manejo de desechos sólidos

La empresa COBIGUA S.A. cuenta con varios depósitos de basura en cada una de las calles de la colonia, oficinas, bodegas y plantas empacadoras, dentro de la finca bolsas ecológicas para depositar los desechos sólidos y evitar así alteraciones al agro ecosistema. La basura es recogida por camiones y trasladada al basurero municipal.

1.5.2.D. Cementerio

En la finca Campo Verde I no se cuenta con un cementerio solo hay en la aldea Entre Ríos.

1.5.2.E. Agencias bancarias

La principal agencia a la que acuden los trabajadores es la del banco Agromercantil, pero también algunos tienen cuenta en agencias como, Banrural e Industrial.

1.5.2.F. Centros recreativos

Existe una cancha de fútbol y una de papi-fútbol, una cancha de baloncesto y juegos infantiles.

1.5.3. Medios de comunicación

1.5.3.A. Servicios telefónicos

En telefonía la finca tiene cobertura con los servicios de TELGUA-PCS, Telefónica Movistar, Comcel y teléfonos comunitarios.

1.5.3.B. Radiodifusoras

Las radiodifusoras que más escuchan los pobladores son: Caribbean en 105.1, Mar FM en 97.9, La Pegajosa en 92.7 todas en frecuencia FM.

1.5.3.C. Televisión y noticieros escritos

Poca señal de canales nacionales, los que se logran observar son canal 7 con su repetidora 8 y canal 3 con su repetidora 10, y un servicio de cable de 10 canales, en cuanto a los periódicos capitalinos que llegan a la finca son: Nuestro Diario, Prensa Libre, Al día y el Periódico.

1.5.4. Vías de acceso

La finca Campo Verde I comunica con la Carretera al Atlántico CA-9 por medio de una carretera terciaria de 2 kilómetros, además la finca cuenta con caminos de herradura y extravíos. Las comunidades cercanas a la región montañosa cuentan solamente con veredas o tienen que cruzar el río Motagua.

1.5.4.A. Transporte

Los transportes que transitan son de una sociedad con servicio de microbús y tienen conexiones hacia la cabecera departamental Puerto Barrios.

1.5.5. Organización de la población

1.5.5.A. Sindicato y conformación de la corporación sindical

La empresa reconoce a los sindicatos respectivos como los únicos representantes de los intereses sociales, económicos y laborales de los trabajadores sindicalizados o miembros, también acepta que el sindicato respectivo represente a los trabajadores no sindicalizados en relación a sus derechos sociales, económicos y laborales, siempre que los interesados lo soliciten expresamente al sindicato.

1.5.5.B. Asociaciones

Asociación Solidarista, encargada de proporcionar a los trabajadores permanentes ahorro y crédito.

1.5.6. Situación técnica de los empleados

Es de mucha importancia para la empresa que el personal tenga experiencia en la producción del cultivo, que conozca el área de trabajo, los problemas principales en las prácticas agrícolas del cultivo, debido a que requiere un buen manejo en cada una de las etapas de vida de las plantas. En ese sentido la finca dispone de Ingenieros Agrónomos con conocimiento para dar una buena instrucción a los supervisores de cultivo para que ellos asignen las tareas en las áreas con bajo rendimiento y así obtener una buena calidad de producción.

1.5.6.A. Importancia técnica

Las fuertes exigencias de calidad del mercado, la alta competencia en los precios de la fruta, las constantes pérdidas o carencias de utilidades pero sobre todo los altos índices de desperdicio en el cultivo, son causas justificables para contratar personal profesional.

1.5.7. Descripción de las actividades productivas

1.5.7.A. Manejo agronómico del cultivo de banano

Las prácticas de cultivo incluyen poda, combate de malezas, fertilización, irrigación, drenaje, población y rehabilitación de áreas afectadas por desastres naturales, tales como volcamiento por viento, inundaciones y bajas temperaturas etc.

a. Fertilización del banano

El objetivo fundamental en la utilización del suelo es lograr una productividad económicamente satisfactoria. Esta meta se alcanza elaborando un plan que coordine todas aquellas prácticas y procedimientos que influyen en el nivel productivo de la tierra. La fertilidad del suelo es uno de los factores que determinan su productividad. El manejo adecuado de la fertilidad del suelo incluye la aplicación práctica de los principios edafológicos de conservación.

Las plantaciones de banano se fertilizan para proveer aquellos elementos que se encuentran escasos en el suelo. Por lo tanto, un programa adecuado de fertilización debe incluir los elementos que se necesita para garantizar un rendimiento máximo y económico.

Hay muchos factores que desempeñan un papel importante en la magnitud y grado de respuesta que la planta muestre a la fertilización. Estos factores son:

- ✓ Variedad y potencial de producción
- ✓ Densidad de población
- ✓ Plagas y enfermedades
- ✓ Balance de nutrientes en el suelo
- ✓ Efectos residuales
- ✓ Época de aplicación

- ✓ Uniformidad de distribución en las aplicaciones
- ✓ Competencia con malezas.

La importancia de aplicar correctamente las cantidades adecuadas de nutrientes es bien conocida. Por lo tanto, debe recordarse que una aplicación incorrecta se refleja en pérdidas de fertilizante y producción. El fertilizante debe aplicarse en la zona máxima de absorción. En el banano, esta se encuentra dentro de un radio de un metro de la base de la planta hacia fuera.

Además el fertilizante debe esparcirse frente al hijo que se ha seleccionado para producción, los fertilizantes pueden aplicarse al suelo en forma sólida o en soluciones concentradas.

i. Sistemas de aplicación de fertilizantes

Los tres sistemas principales de aplicación de fertilizante son los siguientes:

- ✓ Manual o localizado (en banda alrededor del hijo).
- ✓ Disuelto en agua e inyectado a través del sistema de irrigación (Fertigació).
- ✓ Aéreo (por avioneta).

b. La poda o deshije

En el cultivo del banano la poda o deshije es la técnica de seleccionar en cada unidad de producción el hijo o vástago con buena ubicación con respecto al espacio y a la carretera que tendrán los hijos de las matas vecinas, eliminando los hijos restantes. La filosofía del deshije es mantener la secuencia ideal: madre hijo y nieto en cada unidad de producción para lograr los objetivos siguientes:

- ✓ Producción máxima por hectárea por año garantizada por un mejor retorno en la plantación.
- ✓ Fruta de calidad con buen peso para obtener alta conversión de cajas por racimo.

- ✓ Mantener la densidad optima de población en toda la finca sea pobre, mediana o frondosa en relación con el tipo de suelo
- ✓ Mantener la población lo mas equidistante posible, espaciando las plantas para evitar su competencia por luz, agua y nutrientes.
- ✓ Evitar el daño del racimo durante su desarrollo por efecto de las hojas de su hijo o de las plantas vecinas.

c. Protección de fruta

La protección de fruta tiene como objetivo aislar el racimo de la mata recién parida para llevarlo a cosecha sin daños, debe evitarse durante ese tiempo que la mata se doble o se desraíce por efecto del viento combinado con el peso del racimo, para aumentar al máximo la producción. La meta es lograr el 95% o más del total de racimos protegidos por cada color de cinta, lo que garantiza una mayor producción de cajas por hectáreas por año con fruta de primera calidad al menor costo de operación posible.

La protección normal de la fruta incluye las fases que deben efectuarse en el orden siguiente:

- ✓ Deshoje combinado
- ✓ Embolse o enfunde
- ✓ Amarre de la cinta de color para el control de edad y grado.
- ✓ Desmane y desbellote
- ✓ Anclaje
- ✓ Despeje

Implica las siguientes labores:

- ✓ Ubicar las plantas recién paridas.

- ✓ Colocar la escalera ligeramente al lado del racimo.
- ✓ Cortar desde la base las hojas o porción de estas que dificultan su libre salida y caída.
- ✓ Cortar desde la base todas las hojas dobladas.
- ✓ Cortar desde la base todas las hojas de la misma planta, que rozan el racimo con la vena.
- ✓ Eliminar secciones de la lámina de hojas de la misma planta que rozan el racimo.
- ✓ Eliminar las puntas o secciones de la lámina de hojas de plantas vecinas que rozan el racimo.
- ✓ Eliminar la placenta si está presente.
- ✓ Doblar el capote hacia atrás.

i. Embolse

- ✓ Cortar y guardar la punta de la bellota para el control diario de embolse o inventario.
- ✓ Abrir la bolsa, deslizarla hacia arriba lo más alto posible y amarrarla con un nudo tipo gasa.
- ✓ Asegurarse que la bolsa quede bien extendida, para evitar malformación de fruta y acumulación de agua en la parte superior.
- ✓ Eliminar la placenta si está presente.
- ✓ Doblar el capote hacia atrás.
- ✓ Abrir la bolsa, deslizarla hacia arriba lo más alto posible.
- ✓ Con la cinta de color de la semana de embolse, amarrarla en la curvatura del racimo arriba de la cicatriz de la placenta, con un nudo fijo.

- ✓ Asegurarse que la bolsa quede bien extendida, para evitar malformación de la fruta y acumulación de agua en la parte superior.

ii. Apuntalar

- Amarrar la cuerda con nudo fijo holgado entre la tercera y cuarta hoja de la planta.
- Lanzar las colas de la cuerda en dirección opuesta a la inclinación de la planta.
- Bajarse de la escalera y seleccionar dos plantas con el mejor ángulo para amarrar las anclas, en el siguiente orden de prioridad:
 - ✓ Plantas paridas
 - ✓ Plantas solteras desarrolladas
 - ✓ Tallos recién cosechados (menos de una semana)
- Los dos puntales deben de hacer una “V” opuesta a la inclinación de la planta en ángulo de 45°.
- Tensar la cuerda al máximo.
- Hacer el nudo de las anclas
 - ✓ En planta parida o troncón: ahorcado o fijo.
 - ✓ En planta soltera: corredizo holgado.
- ✓ No amarrar en resiembras o hijos.
- ✓ Apartar de la base de las cepa las hojas cortadas.
- ✓ No dejar hojas ni residuos en drenajes, cables ni caminos.

iii. Sacudida, desmane y desbellote

- ✓ Ubicar las plantas a desmanar.
- ✓ Colocar firmemente la escalera ligeramente al lado del racimo, cuando sea necesario.
- ✓ Sacudir la bolsa para sacar las brácteas sueltas.
- ✓ Soltar la bolsa, deslizarla hacia arriba y amarrarla en la curvatura del racimo encima de la cicatriz de la placenta con un nudo tipo ciego.
- ✓ Si no hay cicatriz, amarrarla, lo más alto posible.
- ✓ Levantar levemente la bolsa.
- ✓ Identificar la mano falsa
- ✓ Eliminar tres o cuatro manos apicales completas arriba de la falsa.
- ✓ Eliminar la mano falsa dejándole un dedo al pinzote (dedo de espuela o mono).
- ✓ Quebrar la bellota 5 a 6 cm. por debajo de la mano falsa.
- ✓ Asegurarse que las chiras cortadas, manos eliminadas y otros residuos no caigan dentro de la rodaja, drenajes, cables ni caminos.

iv. Objetivos de la protección de fruta

- ✓ Proteger el racimo de daños mecánicos, plagas y enfermedades.
- ✓ Asegurar las plantas con mecate o cuerda, para evitar su caída con el peso del racimo.
- ✓ Eliminar la chira y manos apicales completas del racimo joven para favorecer su desarrollo fisiológico (mayor longitud y grosor de dedos en menor tiempo).

v. Herramientas, equipo y materiales

- ✓ Escalera
- ✓ Mecate, cuerda o pita de apuntalar.
- ✓ Bolsas plásticas.
- ✓ Cintas de color.
- ✓ Cuchillo de apuntar.
- ✓ Bolsa para coleccionar las puntas de las bellotas.

d. Drenaje

La planta de banano aun cuando está formada por un 88% de agua no soporta tablas de agua altas ni inundaciones que duren de 2 a 3 días, especialmente si el agua permanece estancada.

El drenaje es la técnica cultural mediante la cual se elimina en forma rápida el agua excesiva que satura el suelo hasta una profundidad de 1.2 a 1.5 m. que la planta necesita para desarrollar un sistema radicular abundante y profundo para producir racimos grandes y de calidad.

Los problemas de drenajes son causados por un exceso de agua superficial o en el subsuelo. El drenaje es difícil de resolver. Los excesos de agua en la zona radicular están directamente relacionados con la profundidad de la tabla de agua, la cual no se detecta desde la superficie del suelo siendo necesario hacer pozos de observación.

El mal drenaje disminuye la producción al limitar el crecimiento de las raíces pues estas al llegar a la tabla de agua se mueren. Los suelos saturados poseen una aeración y una estructura inadecuada lo que disminuye la absorción de nutrientes y del agua misma. Bajo estas condiciones la capacidad de anclaje de las raíces en el suelo para sostener a la planta son mínimas, por lo que las pérdidas debidas a desraizamientos aumentan.

El mal drenaje no es favorable al desarrollo de una buena estructura en el suelo o sea que este suelo tiene poca agregación, se retrasa el movimiento interno del agua y aire.

e. Combate de malezas

El combate de malezas consiste en eliminar de las plantaciones bananeras las malezas ya sean zacates y hoja ancha que compiten con la planta por nutrientes, luz, espacio y agua.

Ciertas malezas actúan como hospederos de enfermedades e insectos que atacan a la planta o fruto del banano.

La enfermedad del Moko, los nematodos, las especies de Colaspis, el picudo negro y otras plagas, y enfermedades son altamente influenciadas por la flora de malezas. Al combatir las malezas, se facilitan las labores de cosecha, fertilización irrigación protección de fruta, inspecciones de Moko etc.

Las malezas se combaten por medio manual, mecánico (chapeas) o químico (aplicación de herbicidas). La herramienta tradicional ha sido el machete, con el cual rara vez se obtiene un buen combate debido a la tendencia del trabajador de hacer chapeas altas. Un factor muy importante es que el combate de malezas usando el machete resulta muy bueno para malezas de hoja ancha, cuando se hace adecuadamente, debido al corte de los puntos terminales de crecimiento pero permiten que se establezcan los zacates que son las malezas que más daño causan.

Para lograr un buen combate de malezas usando chapeas, deben programarse a ciclos cortos. Esto aumenta los costos de operación, la diseminación del Moko y los accidentes por heridas, por lo tanto el mejor combate de malezas se logra usando productos químicos en forma correcta.

i. Ventajas del combate químico

Los herbicidas usados dan las ventajas siguientes sobre el combate manual.

- ✓ Costo bajo. Puede mantenerse buen combate con ciclos de mantenimiento cada 4 a 8 semanas usando la filosofía de dosis bajas a ciclos cortos.

- ✓ Reduce las posibilidades de diseminar el Moko.
- ✓ Eliminan las plantas hospederas de insectos dañinos y enfermedades.
- ✓ Destruyen las raíces y el follaje de las malezas lo que nos da un mejor combate.
- ✓ Reducen los accidentes de trabajo y se facilitan otras labores.
- ✓ Elimina la competencia por agua y nutrientes
- ✓ Facilitan la evacuación de lluvias excesivas, lo que aumenta la eficiencia del drenaje superficial.

ii. Desventajas del combate químico

Algunas desventajas del combate químico son:

- ✓ Si el suelo queda desnudo se aumenta la erosión y se afecta su población biológica. La erosión disminuye si los taludes de los zanjos están sembrados con cobertura.
- ✓ El mal uso de los herbicidas puede resultar en un fracaso al iniciar un programa de combate químico de malezas.
- ✓ Si no se vigilan las aplicaciones con suficiente supervisión, puede dañarse la plantación, especialmente los hijos pequeños.
- ✓ Por ignorancia, pueden aplicar sobredosis. Lo cual retardara el crecimiento de la plantación.
- ✓ Sub - dosis de producto pueden causar resistencia de algunas malezas.
- ✓ Existe la posibilidad de quemar los hijos de sucesión o retardar su crecimiento.

f. Otras labores

- ✓ Apartar de la base de la cepa las hojas y otras cortadas.

- ✓ No dejar hojas ni residuos en drenajes, cables y caminos.

1.5.7.B. Producción agrícola

La actividad productiva de la población de mayor potencialidad es la agricultura. El producto principal es el banano, pero también se siembra frijol, maíz, arroz, aguacate, yuca, paterna y toronja. En menor escala producen hortalizas como bledo y macuy.

Otros productos agrícolas que se encuentran en la región son: el zapote, mango, aguacate, yuca, caimito y palmito.

1.5.7.C. Producción pecuaria

Existen crianzas de ganado vacuno, caballar, porcino etc, pero solo en sus alrededores y dentro de ella existen la apicultura, avicultura, agricultura y la pesca en ríos (para consumo).

1.5.7.D. Actividad comercial

Esta actividad gira principalmente alrededor de la producción bananera, existen diferentes comercios que exponen variedad de artículos para cubrir las necesidades básicas y secundarias de los pobladores de la finca tales como: comisariato solidaria, comedores y tiendas que se encuentran ubicadas dentro de la finca y las que entran a vender son las empresas de bebidas gaseosas, agua potable y refrescos topolinos. También entran varios surtidores de pan.

1.5.8. Análisis de la problemática

1.5.8.A. Principales desventajas de la finca (cultivo y población)

- ✓ Falta de educación en salud
- ✓ Escasez de vías de acceso
- ✓ El tendido eléctrico no funciona las 24 horas
- ✓ Escasez de infraestructura en centros educativos
- ✓ El sistema de riego es deficiente
- ✓ Riesgo de desborde (río Motagua)
- ✓ Áreas de suelos infértiles
- ✓ No poseen un salón comunal para reuniones
- ✓ Área susceptible a vientos fuertes

1.5.8.B. Principales ventajas en la finca (cultivo y población)

- ✓ Provee herramientas a los trabajadores
- ✓ Provee de préstamos sin intereses
- ✓ Asistencia médica
- ✓ Transporte gratuito para los trabajadores que viven en las aldeas vecinas
- ✓ Provee de agua potable y energía eléctrica
- ✓ Áreas limpias
- ✓ Incentivos laborales a los trabajadores sobresalientes

Cuadro 1.3 Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA), en la finca Campo Verde I, Cobigua S.A

<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Finca con buena organización ✓ Líderes capacitados ✓ Experiencia en producción de banano ✓ Facilidades de acceso ✓ Respaldo internacional 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Provee de préstamos sin intereses ✓ Demanda de banano en el mercado externo ✓ Asistencia médica ✓ Transporte gratuitos a trabajadores y niños que estudian en la escuela
<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ No se formulan proyectos ✓ Poco personal técnico ✓ Poco capital de trabajo ✓ Poco apoyo laboral ✓ Pérdida de ratio en la cosecha y transporte. ✓ Falta de investigación para incrementar la productividad del cultivo. 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Área de suelos infértiles ✓ Área susceptible a inundaciones y vientos fuertes ✓ Pérdidas por plagas y condiciones climáticas ✓ Constante cambios de personal ✓ Pérdida de competitividad en el mercado por no incrementar productividad.

1.6. Conclusiones

La finca Campo Verde I, forma parte de la empresa COBIGUA S.A, cuenta con una buena organización, desde el área administrativa hasta el tema sindical en donde se ubica la clase trabajadora especialmente de campo. Dicha organización sindical busca que la empresa le proporcione a los empleados todos los servicios básicos y además les brinde apoyo para que puedan vivir lo más sano posible, relacionándose también con temas laborales.

Los empleados además del sueldo por su trabajo en la empresa, tienen la oportunidad de percibir ingresos extra por medio de la producción ganadera, en donde venden leche y utilizan el ganado para crías, además de sembrar en algunas parcelas fríjol y maíz, sin tener una producción alta, más que todo lo utilizan para consumo propio.

Dentro de las principales fortalezas con que cuenta el área productiva de Campo Verde I, se encuentra la experiencia en producción de banano lo cual le produce respaldo internacional

A pesar de que COBIGUA S.A, es reconocida internacionalmente como una empresa con suficiente experiencia en la producción de banano debido a la capacidad técnica de su estructura administrativa, parece ser que el personal técnico es reducido repercutiendo en la poca formulación de proyectos y como consecuencia la generación de nuevas técnicas son escasas, tal es el caso de la pérdida de ratio en la cosecha y transporte de la fruta.

Al sintetizar lo descrito, se encontró que la falta de investigación para evaluar nuevas tecnologías que permitan incrementar la productividad del cultivo y por ende ser más competitivos en el mercado internacional, es el principal problema.

En segundo orden, pero no necesariamente menos importante que lo anterior, se observó que debido al reducido número de personal técnico, las supervisiones en ciertas labores son deficientes, generando disminución en los rendimientos de los empleados de campo principalmente en las labores de: protección de la fruta en la finca, cultivo y cosecha en la finca.

1.7. Recomendaciones

Con base a la problemática identificada, la cual se prioriza como la poca investigación que se realiza para generar nuevas tecnologías, así como también la baja supervisión de labores de finca derivado del bajo número de personal técnico, se recomienda lo siguiente:

Generar información a partir de la investigación de nuevas técnicas que permitan aprovechar al máximo la cantidad y calidad de la fruta, disminuyendo el factor de ratio de la misma.

Evaluar el rendimiento de los empleados en las labores de protección de fruta en la finca Campo Verde I COBIGUA S.A.

Evaluar el rendimiento de los empleados en las labores de cultivo en la finca Campo Verde I COBIGUA S.A.

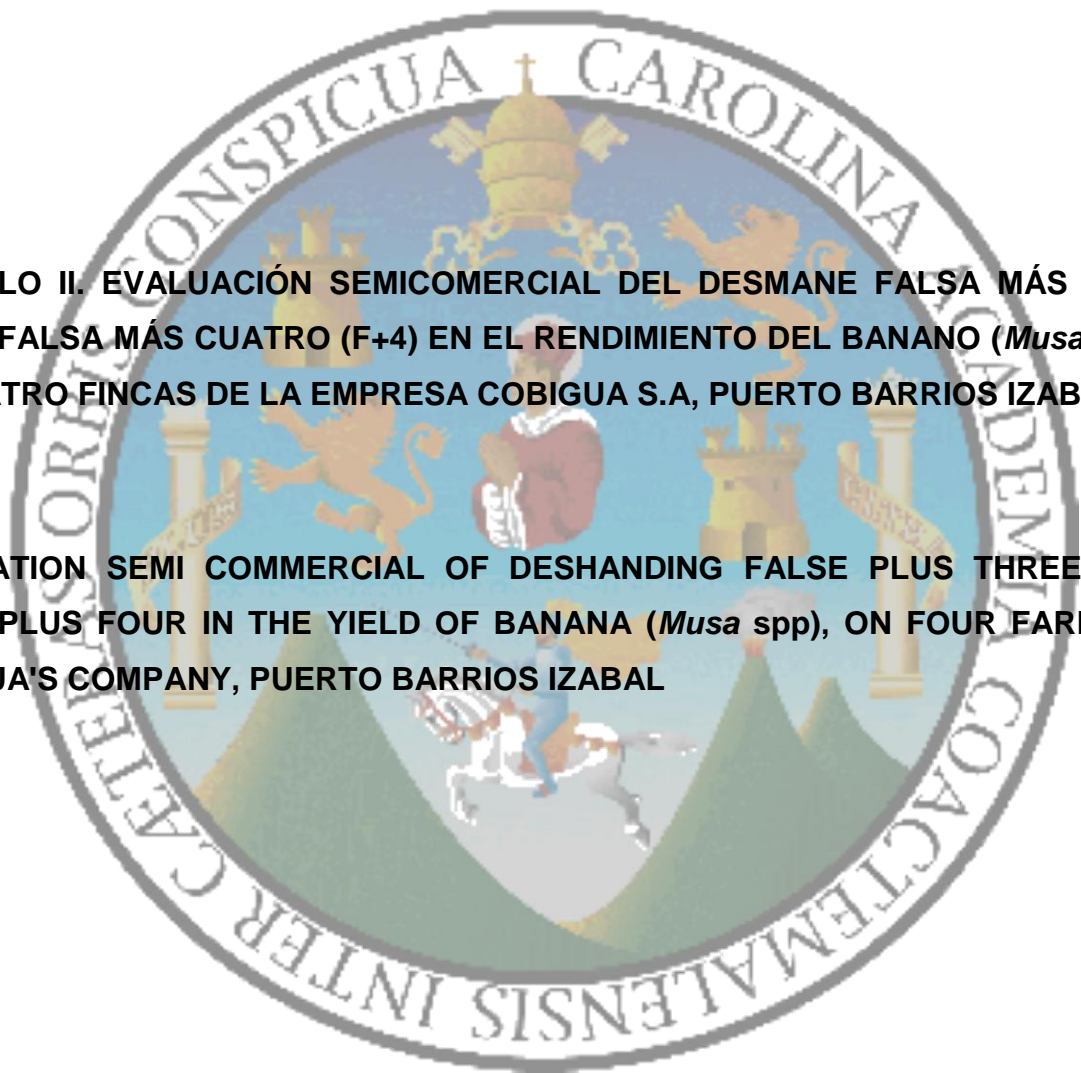
Evaluar el rendimiento de los empleados en las labores de cosecha en la finca Campo Verde I COBIGUA S.A.

1.8. Bibliografía

1. Chiriqui Land Company, Division Armuelles, GT. 2003. Consideración del seminario regular de seis semanas de administración, cultivo y empaque de banano. Costa Rica. 79 p.
2. COBIGUA (Compañía Bananera Guatemalteca Independiente, GT). 2003. Mapa de la División Maya – Guatemala. Guatemala. s.p.
3. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1976. Diccionario geográfico de Guatemala. Francis Gall comp. Guatemala. tomo 1-3.
5. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2001. Atlas climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. 29 p.
6. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda de Ibarra. 1,000 p.
7. Soto, M. 1985. Bananus, cultivo y comercialización. Costa Rica, LIL. 627 p.

CAPITULO II. EVALUACIÓN SEMICOMERCIAL DEL DESMANE FALSA MÁS TRES (F+3) Y FALSA MÁS CUATRO (F+4) EN EL RENDIMIENTO DEL BANANO (*Musa spp*), EN CUATRO FINCAS DE LA EMPRESA COBIGUA S.A, PUERTO BARRIOS IZABAL

EVALUATION SEMI COMMERCIAL OF DESHANDING FALSE PLUS THREE AND FALSE PLUS FOUR IN THE YIELD OF BANANA (*Musa spp*), ON FOUR FARMS IN COBIGUA'S COMPANY, PUERTO BARRIOS IZABAL



2.1. Introducción

La Compañía Bananera Independiente Guatemalteca (Cobigua, S.A.), se ubica en el departamento de Izabal y se dedica a la producción y exportación de banano (*Musa sapientum* L.), actualmente cuenta con nueve fincas productoras haciendo un total de 2,141.39 hectáreas dedicadas exclusivamente a la producción del cultivo mencionado (COBIGUA, S.A, 2,004).

Actualmente hay 21,190 hectáreas de banano cultivadas en todo el país, generando exportaciones aproximadas de 96 millones de cajas al año. En el año 2,004 Cobigua S.A exportó 4,125,420 de cajas de banano, produciendo divisas para el país y generando empleo y flujo de ingresos constantes al trabajador (COBIGUA, S.A, 2,004).

Tomando en cuenta el cumplimiento de una serie de normas de calidad específicas que rigen los mercados internacionales, se hace imprescindible la búsqueda de aplicaciones que mejoren la calidad y máximo aprovechamiento de la fruta para su exportación.

Con base a lo descrito, se justifica la generación de nuevas alternativas para que el racimo alcance mayor ratio (racimos por caja). Una de las opciones es la aplicación de desmane falsa más tres (F+3) en lugar de desmane falsa más cuatro (F+4), para el aprovechamiento de una mano más. Lo que se pretende con esto es que el racimo al llegar a la planta empacadora cuente con una mano más que permita elevar el factor de racimo por caja (ratio), sin embargo, según el departamento de servicios técnicos de la empresa, se estima que el desmane F+3 provoca mayor pérdida en el rendimiento de la fruta en relación al de F+4, lo anterior sucede por la competencia de nutrientes que produce la mano extra que tiene el racimo de F+3.

En síntesis, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de ambas opciones (F+3 y F+4) sobre el rendimiento de la fruta en cuatro fincas de Cobigua S.A, orientando dicho trabajo a producir mayor cantidad de cajas exportables al año.

2.2. Marco teórico

2.3.1. Marco conceptual

2.3.1.A. Aspectos generales del cultivo de banano (*Musa spp.*)

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 cinco metros. Al igual que el plátano, el banano es una fruta tropical originada en el Sudoeste asiático, probablemente en 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 8,000 años. En el siglo XV los portugueses encontraron el banano en la costa occidental africana, en la región de Guinea, llamándolo guineo. Hacia el año 1,516 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 1,450 (Cartay, R. 1,997).

Parece ser que el comercio del banano en el mundo 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 mal de panamá diezmo 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 (Cartay, R. 1,997).

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 paradisíaca* que corresponde al plátano para cocción, y la *Musa sapientum* o banano (Cartay, R. 1,997).

a. 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 cuatro metros de largo por 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 (Ortiz y Morales, 1,999).

b. Taxonomía

El banano está clasificado de la siguiente manera (Ortiz y Morales, 1,999):

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Zingiberidae
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musaceae
Género:	<i>Musa</i>
Especie:	<i>Musa sapientum</i> L.

c. Morfología de las estructuras vegetativas

i. 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 centímetros 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 milímetros de grosor emergen usualmente de un primordial común en la llamada zona marginal y atraviesan la corteza para emerger por el cormo. Estas raíces pueden llegar a medir 5 ó 10 metros, pero generalmente solo miden entre uno y dos metros. 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 (Ortiz y Morales, 1,999).

Las principales funciones de la raíz son el anclaje, la absorción de agua y nutrientes. El crecimiento y funcionamiento de las raíces puede ser afectado de acuerdo con el tipo de suelo. En general, las plantas ubicadas en suelos arcillosos poseen un sistema radicular más pobre que las ubicadas en suelos de texturas livianas. El sistema radicular suele encontrarse concentrado principalmente entre 20 y 50 centímetros superficiales del 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 acción 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 (Ortiz y Morales, 1,999).

ii. 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) considera que la evidencia morfológica indica que el tallo (cormo) es monopódico. 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 monopódica (Ortiz y Morales, 1,999).

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 lámina foliar reducida que las anteceden, subtienden una sola yema lateral (futuro retoño), ésta se encuentra encerrada por los márgenes de la base foliar que se traslapan, usualmente 2 ó 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 más cerca de la superficie (Ortiz y Morales, 1,999).

El cormo está 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 Champion (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 (Molina Arias, M. 1,987).

iii. Pseudo tallo y hojas

El pseudo tallo está 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 la inflorescencia (racimo) que pueden llegar a pesar hasta 75 kilogramos (Ortiz y Morales, 1,999).

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, hojas se componen de cuatro partes: vaina, pecíolo, lámina 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 lámina formando la nervadura. La lámina se desarrolla 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 (Ortiz y Morales, 1,999).

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

- **Fase infantil**

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

- **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.

- **Fase reproductiva**

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

iv. Inflorescencia y racimo

En determinado momento del desarrollo, de acuerdo con un estímulo todavía no dilucidado, el meristemo apical de la base del pseudotallo 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 laminas 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 (Ortiz y Morales, 1,999).

La inflorescencia está 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 hermafroditas que son eliminadas en las plantaciones comerciales durante la operación conocida como desmane (Ortiz y Morales, 1,999).

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 trilocular con óvulos en filas longitudinales, los frutos individuales que se desarrollan en las zonas femeninas se conocen como "dedos" (Ortiz y Morales, 1,999).

d. Desarrollo del fruto

El desarrollo del fruto o banano es partenocárpico, 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 (Molina Arias, M, 1,987).

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 aumentado 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 (Molina Arias, M, 1,987).

Al mismo tiempo se inicia la acumulación 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 (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 (Molina Arias, M, 1,987).

i. 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 centímetros a la salida de la inflorescencia a 7 centímetros al sexto día de la floración. Luego se mantiene constante hasta los 30 ó 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. 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 (Hernández, J.R, 2,004).

ii. Número 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 número 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, al momento de la cosecha (Hernández, J.R, 2,004).

iii. 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 de la variedad Gran Enano, se observa en la quinta semana (35 días), después de la floración donde el índice de curvatura es dado por la relación longitud de la cara externa entre la cara interna (Hernández, J.R, 2,004).

2.3.1.B. Requerimientos climáticos

a. Humedad

El banano es una especie muy exigente en agua. En zonas de clima cálido necesita entre 125 y 150 milímetros mensuales, siendo superiores en zonas secas y con mucho viento (Soto, M. 1,985).

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 (Soto, M. 1,985).

c. Altitud

El banano es una planta tropical que se desarrolla mejor en las áreas tropicales húmedas y cálidas, 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 ideal para un adecuado crecimiento para producir fruta con calidad de exportación. La

latitud en que normalmente se puede cultivar está entre los 0 y 30° Norte y 15° Sur (Soto, M. 1,985).

d. Luminosidad

La fuente que utilizan las plantas verdes es la radiación solar, comprendida entre 0.4 y 0.7 μm 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 (Soto, M. 1,985).

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 pseudotallos en las plantas sombreadas, se alargan, ya que los retoños buscan luz, se sincroniza el crecimiento con el desarrollo del sistema foliar y radicular, con consecuencias graves para el tamaño y calidad del fruto (Soto, M. 1,985).

2.3.1.C. 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 entre 30 y 60 centímetros de profundidad. El mal drenaje puede ser un problema en algunas de estas situaciones (Molina, M. 1,987).

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 (Molina, M. 1,987).

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 (Molina, M. 1,987).

2.3.1.D. 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 provisto de una o más yemas vegetativas cuyo desarrollo dará formación a una nueva planta. 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 (Molina, M. 1,987).

a. Métodos de propagación

i. Micropropagación

Sandoval J.E, 1,980 citado por Molina, M. 1,987, 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.

ii. 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 (Molina, M. 1,987).

b. Tipos de materiales de propagación

Molina, M. 1,987 indica que por sus características de vitalidad y potencial de desarrollo, los materiales de propagación se clasifican en:

i. Cormos de plantas maduras paridas

Planta 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.

ii. 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.

iii. 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 a 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.

iv. 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.

v. Material de hijos recortados

Es el material reproductivo proveniente de buenos retoños, que por no haber sido marcados en el 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, sólo es aconsejable usar material de retoños recortados por una sola vez, con riesgos de perder vitalidad con recortes sucesivos.

2.3.1.E. Especies y variedades comerciales

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 (Soto, M. 1,985).

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 pseudotallo 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 tiene alto potencial de producción que raras veces alcanza, debido a las condiciones ecológicas adversas al cultivo (Zaparolli, JC. 2,004).

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 y Colombia, y ha comenzado a reemplazar al mismo en Honduras, Costa Rica y Ecuador a paso acelerado.

Las plantas de Gran Enano son muy susceptibles al ataque de Nemátodos y al de Sigatoka Negra, por lo que necesitan un control sistematizado (Zaparolli, JC. 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 Sigatoka Negra, a la cual es relativamente resistente la variedad Valery. Aunque éste es más susceptible a la Sigatoka que el Gross Michel, esta enfermedad es controlable a un costo variable pero económico. Para la enfermedad de Panamá no hay control económico conocido (Zaparolli, JC. 2,004).

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 (Zaparolli, JC. 2,004).

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. 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 de hasta 1800 unidades por hectárea (Zaparolli, JC. 2,004).

c. Williams

Esta variedad pertenece al género *Musa* del grupo AAA y del subgrupo Cavendish. Las plantas de esta variedad se adaptan a diversas condiciones climáticas, ya que poseen un sistema radicular extenso, por lo tanto es poco susceptible al volcamiento. Además poseen un pseudotallo con una altura menor de 2 metros, verde oscuro brillante, esta variedad por lo general tiene un promedio de 3 hijos, con un desarrollo de tres cuartos 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 alargada. Sus flores masculinas son crema, con una pigmentación de manchas café. Esta variedad tiene un alto potencial de producción y está sustituyendo a las variedades anteriores, es resistente a los nemátodos pero susceptible a la sigatoca negra (Zaparolli, JC. 2,004).

2.3.1.F. Comercialización

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 (Cortez, A.F, 2,003).

Los volúmenes exportados de banano a los Estados Unidos en dólares, durante los últimos años son: en 1998 exportó 190,411.60 dólares, en 1999 exportó 132,506.30 dólares, en el año 2000 exportó 162,980.00 dólares, en el 2001 exportó 182,619.30 dólares, en el 2002 exportó 216,939.00 dólares y a finales de mayo del 2003 exportó 100,221.20 dólares. El volumen en kilogramos de banano exportado a los Estados Unidos en el año 1998 fue de 770,394.0, en 1999 exportó 581,718.90 kilos, en el 2000 exportó 665,429.4 kilos, y el 2001 exportó 776,636.0 kilos de banano. 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 (CHIQUITA), existen otras en nuestro país, como compañía DEL MONTE y DOLE (Cortez, A.F, 2,003).

Por diversos fenómenos climáticos o condiciones naturales no controlables, se 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, entre otros. 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 (Cortez, A.F, 2,003).

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 (Cortez, A.F, 2,003).

2.3.1.G. Desmanes falsa más tres (F + 3) y falsa más cuatro (F + 4)

El racimo de banano está constituido por varias manos que componen los frutos. El racimo se reproduce de arriba hacia abajo, en las últimas manos los dedos no nacen parejos, esto se debe a que dichos frutos tienen flores masculinas y femeninas lo cual es llamado mano falsa, entonces, el desmane de F+3 consiste en quitar esa mano falsa, más tres manos adicionales hacia arriba. De igual forma es el desmane de F+4, se quita la mano falsa, más cuatro adicionales hacia arriba. Esta práctica se realiza para que los racimos puedan aprovechar de manera eficaz los nutrimentos (COBIGUA, S.A).

2.3.2. Marco Referencial

2.3.2.A. Ubicación geográfica del área experimental

El área donde se desarrolló la investigación, son fincas propiedad de la Compañía Bananera Independiente de Guatemala (COBIGUA S.A.), y éstas se encuentran localizadas al Noroeste del departamento de Izabal, perteneciendo al Municipio de Puerto Barrios. De acuerdo a COBIGUA, S.A. 2,004, la ubicación de las fincas son las siguientes:

a. Finca Chinook

Ésta finca se encuentra a una Latitud Norte de 15° 33' 03" y Longitud Oeste de 88° 25' 30", a una altitud de 26 msnm. Su suelo es franco arcilloso.

b. Finca Hopy

Ésta finca se encuentra en una Latitud Norte de 15° 37' 05" y Longitud Oeste de 88° 27' 33". Posee un suelo franco arcillo arenoso.

c. Finca Omagua

Ésta finca se encuentra en una Latitud Norte de 15° 17' 09" y Longitud Oeste de 88° 19' 23". Es la finca más joven y posee un suelo franco arcillo arenoso.

d. Finca Uthe

Ésta finca se encuentra en una Latitud Norte de 15° 34' 012" y Longitud Oeste de 88° 23' 39". Posee un suelo franco arcillo arenoso.

2.3.2.B. Vías de acceso para las fincas

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 kilómetros para llegar a la fincas (COBIGUA, S.A, 2,004).

2.3.2.C. Suelos predominantes de las fincas de COBIGUA S.A

Según Simmons, Trano y Pinto, 1,959, 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.

2.3.2.D. Zonas de vida de las fincas

De la Cruz, 1,982, clasifica la zona donde se encuentran la fincas dentro del bosque muy húmedo tropical, el cual está representado por las letras bmh-T. 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 2,500 a 3,000 milímetros por año distribuida en doce meses. La humedad relativa promedio anual es de 85%.

2.4. Objetivos

2.4.1. General

- Evaluar el rendimiento de desmane de banano (*Musa sapientum* L.), F+3 y desmane F+4, en cuatro fincas de la compañía COBIGUA S.A, bajo sus condiciones de manejo.

2.4.2. Específicos

1. Determinar cuál de las cuatro fincas evaluadas presenta mayor factor de rendimiento de cajas de banano exportables por racimo cosechado (ratio).
2. Evaluar el efecto de los desmanes F+3 y F+4 sobre el factor de rendimiento de cajas de banano exportables por racimo cosechado (ratio).
3. Realizar un análisis económico para los tratamientos a evaluar.

2.5. Hipótesis

- El desmane F+4 obtendrá mayor factor de rendimiento en la relación de cajas de banano exportables por racimo cosechado (ratio), con respecto al desmane F+3 en las cuatro fincas a evaluar.

2.6. Metodología

2.6.1. Material experimental

2.6.1.A. Material vegetal

El material vegetal utilizado en la evaluación fueron: racimos de banano de la variedad William en las fincas Chinook, Hopy, Uthe y Omagua.

2.6.2. Factores evaluados

Los factores que se evaluaron en la presente investigación fueron:

2.6.2.A. Factor A (cuatro fincas)

Chinook (finca A1), Hopy (finca A2), Omagua (finca A3) y UTHE (finca A4).

2.6.2.B. Factor B (tipos de desmanes)

Desmane F+3 (a partir de la mano falsa, quitar tres manos hacia arriba al racimo) y desmane F+4 (a partir de la mano falsa, quitar cuatro manos hacia arriba al racimo).

2.6.3. Tratamientos evaluados

Los tratamientos evaluados fueron las combinaciones de los dos factores, quedando un total de 8 tratamientos, tal como se presenta en Cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Distribución de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Parcela grande (Fincas)	Parcela pequeña (Desmanes)
1	Finca A1	F3
2	Finca A1	F4
3	Finca A2	F3
4	Finca A2	F4
5	Finca A3	F3
6	Finca A3	F4
7	Finca A4	F3
8	Finca A4	F4

2.6.4. Variables de respuesta

2.6.4.A. Total de peso chiquita

El peso denominado como: “chiquita”, se refiere a la fruta que cumple con una serie de características contempladas dentro de normas de calidad específicas para los mercados internacionales (Cuadro 2.19A). Lo anterior justifica la importancia de la variable en cuestión, la cual se tomó con base al peso en kilogramos de la fruta de banano por racimo que cumplió con los requisitos para ser exportada. Los registros fueron tomados en cada uno de los tratamientos en dos cosechas (Noviembre de 2,005 y Febrero de 2,006).

2.6.4.B. Total de peso rechazo

Para medir esta variable, se tomó el peso en kilogramos de fruta de banano por racimo no apta para ser exportada, esto se realizó con base a las causas de desperdicio (Cuadro 2.19A) que se utiliza en la empresa para evaluar la calidad de la fruta. Para este caso también se realizaron las mediciones en las dos cosechas.

2.6.4.C. Total de peso por racimo (chiquita más rechazo)

El total de peso por racimo consiste en tomar de cada racimo el peso chiquita (para exportación) más el peso de rechazo (para consumo local), ambas en kilogramos. Esta variable al igual que las otras se tomó para cada una de las repeticiones del ensayo.

2.6.4.D. Media del peso de rechazo por racimo

Para medir esta variable se tomó el promedio del peso en kilogramos de fruta por racimo que no es apta para la exportación.

2.6.4.E. Media de peso de chiquita por racimo

En esta variable se midió el promedio en kilogramos del peso de fruta por racimo que es apta para la exportación.

2.6.4.F. Ratio o factor de cajas de peso chiquita

Para medir esta variable se tomó la relación que existe entre el peso del racimo que cumple con las condiciones para ser exportado y el peso por caja (19 kilogramos), es decir el número de cajas obtenidas por racimo de banano apto para exportar, de la siguiente manera:

$$\text{RATIO: } \text{Peso de racimo} \div \text{peso de caja}$$

2.6.5. Diseño experimental

Para analizar los datos recopilados se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo de parcelas divididas, con 8 tratamientos y 20 repeticiones. La parcela grande o factor A en este caso fueron las fincas, mientras que las subparcelas o factor B fueron los tipos de desmane que se utilizaron (F+3 y F+4).

Para el ensayo se realizaron las mediciones en dos cosechas, la primera cosecha fue la cuarta semana de Noviembre de 2,005 y la segunda cosecha fue la cuarta semana de Febrero de 2,006. En las dos cosechas no se presentó ningún factor climático que alterara la producción de banano. En cada cosecha, cada tratamiento tenía un total de 10

repeticiones, por lo tanto en las dos cosechas se trabajaron 20 repeticiones (20 racimos) por tratamiento.

2.6.5.A. Unidad experimental

Cada unidad experimental consistió en un racimo de banano, utilizándose un total de 160 unidades experimentales, para este caso la unidad de muestreo fue la unidad experimental. El motivo de utilizar como unidad de muestreo un racimo de banano fue para determinar el ratio, el cual se obtiene al relacionar el número de cajas producidas por racimo de banano.

2.6.6. Manejo del experimento

2.6.6.A. Establecimiento

- Se seleccionó un cable guía (medio de transporte de los racimos de banano del campo hacia la empacadora) en cada una de las cuatro fincas, el cable seleccionado presentó características homogéneas de topografía, drenaje, tipo de suelo, vigor de las plantas y población similar en toda su área en las cuatro fincas.
- Sobre el lado derecho del cable se desmanó F+3 y del lado izquierdo F+4, en las cuatro fincas. El desmane se realizó en la época de parición de la mano falsa.
- Al azar se identificaron 10 racimos de F+3 y se le colocó entre la última mano y la mano falsa una cinta (para marcar la edad del racimo) del mismo color de la que se coloca en la parte superior para identificarlo del resto de los racimos, del mismo modo con los racimos de F+4.
- Se realizaron dos cosechas, la primera fue la cuarta semana de Noviembre de 2,005, se evaluaron en esta cosecha 10 racimos de F+3 y 10 racimos de F+4. La segunda cosecha se realizó la cuarta semana de Febrero de 2,006 realizándose de la misma forma que en la primera cosecha.
- El personal de cosecha (cuadrilla) extrajo los racimos de ambos lados del cable para que la fruta fuera de manera aleatorizada, o intercalada. En el orden que

estuvieron llegando los racimos fueron evaluados en la empacadora. La fruta se cosechó siguiendo los parámetros comerciales que estuvieron vigentes el día de corte.

- Una vez llegada la fruta a la empacadora, se procedió a evaluarla para verificar el cumplimiento o no, de las condiciones para ser exportada.
- Una vez evaluados los racimos, se procedió a registrar la información de manera que se identificaran los racimos con F+3 y F+4, en su efecto se utilizó el mismo formato para los dos.
- Los técnicos encargados de la supervisión de cosecha, junto con el técnico de experimentos informaron al técnico de control de calidad de cada una de las fincas el día que se cosecharon los cables seleccionados dentro de las parcelas ubicadas en cada una de las fincas.

2.6.6.B. Materiales utilizados

- Cinta de polietileno de alta densidad de diferentes colores para la identificación.
- Carritos para transportar la fruta hacia la empacadora.
- Una cuchilla de desmane.
- Una cuchilla para seleccionar las manos del racimo.
- Un calibrador.
- Una cinta con medidas en pies para medir el largo de los dedos.
- Cubetas para depositar el desperdicio.
- Bandeja y balanza para pesar la producción de chiquita por racimo.
- Un libro para registrar el diagnóstico que se le hizo al racimo (anotar defectos, causas de desperdicio, peso de desperdicio y el peso chiquita).

2.6.7. Análisis de la información

2.6.7.A. Análisis estadístico

El modelo estadístico que corresponde al diseño experimental de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij} + p_k + \alpha p_{ik} + E_{ijk}$$

Siendo:

Y_{ijk} =	Variable de respuesta medida en la ijk - ésima unidad experimental
μ =	Media general
β_j =	Efecto del j - ésimo bloque
α_i =	Efecto del i - ésimo nivel del factor A
ϵ_{ij} =	Error experimental asociado a la parcela grande
p_k =	Efecto del k -ésimo nivel del factor B
αp_{ik} =	Efecto debido a la interacción del i -ésimo nivel del factor A con los k -ésimos niveles del factor B
E_{ijk} =	Error experimental asociado a la parcela pequeña.

Se realizó un análisis de varianza para las variables de respuesta: peso chiquita, peso de rechazo y el ratio, con un nivel de significancia del 5%. Para la variable peso de rechazo en el factor tipo de finca se realizó una prueba de Tukey con una significancia del 5%. Para las variables de media de rechazo y media de peso chiquita por racimo, se obtuvo el promedio del peso de rechazo y chiquita, por finca y por tipo de desmane.

2.6.7.B. Análisis económico

Con el objetivo de establecer el impacto económico, específicamente en el aumento de ingresos por concepto del excedente de producto exportable producido por los tipos de desmane sobre la relación de cajas por racimo cosechado (ratio), se le realizó un análisis económico a dicha variable.

2.7. Análisis y discusión de resultados

2.7.1. Análisis estadístico

2.7.1.A. Total de peso chiquita (calidad de exportación)

Con los resultados obtenidos en el ensayo, se puede observar en el Cuadro 2.5, que no existieron diferencias estadísticas para la variable total del peso en kilogramos de chiquita (calidad de exportación), en los factores evaluados que fueron: cuatro fincas, dos tipos de desmane (F+3 y F+4) y en la interacción que existió entre la finca y el tipo de desmane. El coeficiente de variación (C.V) es del 15.05 % indicando un manejo aceptable del trabajo, ya que de acuerdo a experiencias obtenidas por el departamento de servicios técnicos de la empresa, se ha establecido entre 20 y 30 % de C.V aceptable para las pruebas relacionadas a los aprovechamientos de la fruta cosechada (Cortez Vanegas, AF,2003).

Cuadro 2.5 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable total de peso Chiquita

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	19	197.14			
Finca	3	68.15	22.71	1.73	0.057
Error (a)	57	744.79	13.06		
Desmane	1	2.47	2.47	0.29	0.5947
Interacción	3	14.00	4.66	0.54	0.6579
Error Experimental	76	659.71	8.68		
Total	159	1686.27			

Coeficiente de variación: 15.05%

Pr>F= Probabilidad de que el valor de F no indique significancia entre los tratamientos.

En el Cuadro 2.6 se observan los resultados del peso promedio de kilogramos de chiquita para cada una de las fincas, en la finca Hopy se obtuvo un mayor peso, aunque estadísticamente no presentó significancia. Probablemente la razón por la que se obtuvo

mayor peso en la finca Hopy tiene relación con varios factores, primero: el suelo proporciona al cultivo mejores condiciones de drenaje ya que es del tipo franco-arcillo-arenoso, característica que produce mayor desarrollo y peso en el racimo de fruta y que fincas como Chinook no las posee, además, posiblemente en ésta finca exista algún porcentaje de personal de cosecha con mayor experiencia en dicha labor lo cual generaría menor daño al racimo cosechado etc, todo lo anterior en relación a las otras fincas evaluadas.

Importante es mencionar que: aunque la finca Hopy cuente con mejores condiciones de suelo para producir mayor tamaño y peso en sus frutos, esto no garantiza mayor rendimiento de cajas por racimo (ratio), siendo fundamental la experiencia y cuidado del personal de cosecha para conseguir un alto aprovechamiento de la fruta.

Cuadro 2.6 Peso promedio de chiquita para cada finca evaluada

Finca	Promedio del peso chiquita en kilogramos para cada finca
Hopy	20.55
Uthe	19.66
Chinook	19.32
Omagua	18.75

En ese sentido es evidente que el dinámico y complejo conjunto de características particulares de cada finca que incluye todos los aspectos relacionados con el manejo de la plantación (fertilización, densidad de siembra, manejo de plagas y enfermedades, tiempo de explotación de la finca y destreza y habilidades del personal para realizar operaciones, entre otros) así como las condiciones propias del suelo (profundidad, drenaje, textura, estructura, fertilidad) y del microclima particular de cada finca, influyen sobre el rendimiento del cultivo de banano, encontrándose la mayor diferencia de 1.80 kilogramos por racimo peso chiquita (exportable) entre las fincas Hopy (20.55 kilogramos por racimo) y Omagua (18.75 kilogramos por racimo), aunque estas diferencias no hayan sido estadísticamente significativas.

En cuanto al tipo de desmane, solo existió diferencia de 0.25 kilogramos por racimo entre F+3 y F+4 lo cual no fue significativo para marcar una diferencia estadística, siendo el tipo de desmane F+3 la que produjo dicha diferencia (Cuadro 2.7).

Cuadro 2.7 Peso promedio de chiquita para el tipo de desmane

Desmane	Promedio de peso chiquita en kilogramos
F+3	19.69
F+4	19.44
Diferencia	0.25

En el desmane F+3, se eliminó la mano falsa y las tres siguientes, en tanto que en el desmane F+4 se eliminó la mano falsa y las cuatro siguientes hacia arriba del racimo, es decir que en el desmane F+3 el racimo contó con una mano más que en el desmane F+4, resultando que se logró aprovechar 250 gramos (0.25 kilogramos) con calidad de exportación (peso chiquita) a consecuencia de esa mano adicional. Fisiológicamente se esperaba obtener un mayor rendimiento de peso chiquita en el desmane F+4, considerando que la energía y el almidón que emplearía la planta en llenar la cavidad ovárica de pulpa en la cuarta mano eliminada, lo emplearía la planta en uniformizar el llenado de todos los glomérulos florales restantes con lo cual se reduciría el rechazo de algunos dedos por no dar el grado y de ésta manera se obtendría mayor peso chiquita; sin embargo, como se aprecia en el Cuadro 2.7, se obtuvo menor peso chiquita al eliminar cuatro manos más la mano falsa (F+4) que al eliminar solo tres manos y la mano falsa (F+3).

Con base al Cuadro 2.8 , la finca Hopy se mantuvo presentando el mayor peso en kilogramos de chiquita en los dos tipos de desmane, aunque su diferencia no haya sido significativa estadísticamente.

Cuadro 2.8 Peso promedio de chiquita para la interacción finca y tipo de desmane

Interacción	Promedio de peso chiquita en kilogramos
Hopy con F+3	21.11
Hopy con F+4	19.99
Uthe con F+4	19.77
Uthe con F+3	19.54
Chinook con F+4	19.50
Chinook con F+3	19.13
Omagua con F+3	18.99
Omagua con F+4	18.51

2.7.1.B. Total del peso rechazo

De acuerdo al Cuadro 2.9, se encontró que para la variable total del peso en kilogramos de rechazo se produjeron diferencias significativas para el factor finca, para el que se realizó una prueba de Tukey, esto ocurrió debido a que el rechazo de fruta (causas de rechazo en el Cuadro 2.19A) para las cuatro fincas fue elevado, por no cumplir con los estándares para exportación. En cuanto al factor tipo de desmane y la interacción finca con tipo de desmane, no se presentaron diferencias significativas.

Cuadro 2.9 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable total de peso rechazo

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	19	95.09			
Finca	3	156.41	52.13	9	0.0001
Error (a)	57	349.13	6.12		
Desmane	1	6.11	6.11	1.05	0.3076
Interacción	3	11.99	3.99	0.69	0.5607
Error Experimental	76	440.26	5.79		
Total	159	1059.01			

Coefficiente de variación: 48.00%

El coeficiente de variación para este caso fue de 48% debido a que pudo existir variabilidad entre las repeticiones de cada tratamiento, comportamiento que se le puede atribuir a que dentro de la empresa existen 95 causas de desperdicio para determinar la calidad del racimo, es decir que el coeficiente elevado no necesariamente se debió a un mal manejo, sino probablemente al alto número de causas de desperdicio que se evaluaron.

En el Cuadro 2.10 se presentan los resultados de la prueba de Tukey, donde se encontró que la finca Chinook es la que obtuvo estadísticamente el mayor promedio de peso en kilogramos de rechazo, y que la finca Uthe presentó el menor promedio de rechazo siendo la mejor para este caso. Omagua y Hopy, presentaron un comportamiento similar estadístico en cuanto al promedio de peso en kilogramos de rechazo.

Cuadro 2.10 Prueba de Tukey para el factor Finca de la variable total de peso en kilogramos de rechazo

Finca	Promedio del peso de rechazo en kilogramos para cada finca	Grupos Tukey
Uthe	3.72	A
Hopy	4.83	B
Omagua	5.00	B
Chinook	6.50	B

Los resultados del

Cuadro 2.11 indican que el desmane F+3 presentó mayor promedio de desperdicio para el total de fincas evaluadas, este comportamiento se debe a que este racimo tiene una mano de banano más en relación al racimo desmanado con F+4, lo que provoca que exista daño entre dedos (fricción), malformación y dedos cortos, esto hace que la última mano (mano apical) no logre en su totalidad alcanzar la calidad necesaria para ser fruta de exportación, ya que la fruta no cumple con el grado (grosor) y la longitud requerida.

Cuadro 2.11 Peso promedio de desperdicio por desmane para el total de fincas evaluadas

Desmane	Kilogramos de desperdicio para el total de fincas evaluadas
F+3	5.21
F+4	4.82

En el Cuadro 2.12 se presentan los resultados obtenidos del peso promedio de la interacción de finca y tipo de desmane, observándose que hay una diferencia representativa aunque no estadística, entre los pesos de desperdicios en las distintas fincas y el desmane, puede verse que la finca Chinook presentó mayor desperdicio en los dos tipos de desmane con respecto a las demás fincas evaluadas.

Otra observación es que en cada finca el desmane F+3 fue el que produjo mayor desperdicio de fruta, esto se debe, como ya se explicó anteriormente a que este racimo al tener una mano extra no se desarrolla homogéneamente, principalmente en época fría ya que el metabolismo de la planta se hace más lento.

Cuadro 2.12 Peso promedio de desperdicio para la interacción de finca y desmane

Interacción	Kilogramos de desperdicio para cada finca y tipo de desmane
(Chinook) + (F+3)	6.73
(Chinook) + (F+4)	6.26
(Omagua) + (F+3)	5.52
(Hopy) + (F+3)	5.12
(Hopy) + (F+4)	4.54
(Omagua) + (F+4)	4.48
(Uthe) + (F+3)	3.93
(Uthe) + (F+4)	3.50

2.7.1.C. Total de peso de racimo (peso chiquita más rechazo)

En el Cuadro 2.13 se presenta el resumen del análisis de varianza para la variable de respuesta total de peso de racimo que incluye el peso chiquita (calidad de exportación) y rechazo (para mercado local). Únicamente hubo diferencias significativas para el factor finca, no así para el tipo de desmane ni para la interacción tipo de desmane por finca. La variación total para esta variable fue del 13 %.

Cuadro 2.13 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable peso total del racimo (peso chiquita más rechazo)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	19	313.14			
Finca	3	171.75	57.25	5.79	0.0016
Error (a)	57	563.73	9.89		
Desmane	1	16.32	16.32	1.60	0.2100
Interacción	3	42.48	14.16	1.39	0.2534
Error Experimental	76	776.43	10.21		
Total	159	1883.89			

Coefficiente de variación: 13.00%

El **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** contiene el resumen de la prueba de Tukey para el factor de la variable peso total del racimo (peso chiquita más rechazo), de las fincas en donde se llevaron a cabo las pruebas. Al interpretar los resultados de dicha variable, se tuvo que la finca Chinook y Hopy fueron las que presentaron el mayor rendimiento total por racimo (25.82 y 25.38 kilogramos respectivamente), sin embargo, en Chinook se obtuvo un rechazo del 25.17 % y en Hopy del 19 %, lo cual sitúa siempre a Hopy con el mayor rendimiento de peso chiquita (20.55 %), por otro lado, la finca Uthe que es la que presentó el menor rendimiento total, también es la que produjo el menor porcentaje de rechazo el cual fue de 15.91 %.

Cuadro 2.14 Prueba de Tukey para el factor Finca de la variable total de peso en kilogramos de rechazo

Finca	Promedio de peso en kilogramos del total del racimo (peso chiquita más rechazo)	Grupo Tukey
Chinook	25.82 (19.32 + 6.50)	A
Hopy	25.38 (20.55 + 4.83)	A B
Omagua	23.76 (18.76 + 5.00)	B C
Uthe	23.38 (19.66 + 3.72)	C

En el **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.** se presenta un resumen consolidado de la distribución del peso total del racimo con base al tipo de desmane realizado, en el mismo se encontró que en el desmane F+3 se obtuvo una ganancia total en peso de 0.64 kg por racimo al dejar una mano más, en relación al desmane F+4.

Cuadro 2.15 Consolidado de la distribución del peso del racimo con base al tipo de desmane

Clasificación	Peso de banano por racimo en kilogramos		
	F+3	F+4	Diferencia
Peso chiquita (exportación)	19.69	19.44	0.25
Rechazo (mercado local)	5.21	4.82	0.39
TOTAL	24.9	24.26	0.64

Considerando que una mano de la parte inferior del racimo pesa alrededor de 1.36 kilogramos, y a esta mano adicional en el desmane F+3 le faltó 0.72 kilogramos para alcanzar este peso, es obvio que en el desmane F+4 se ganaron estos 0.72 kilogramos distribuidos en el resto de manos del racimo, en otras palabras, no es que la mano adicional en el desmane F+3 pesara solamente 0.64 kilogramos, sino que pesó alrededor de los 1.36 kilogramos, pero esta diferencia al compararla con el desmane F+4 no se aprecia porque en éste último tipo de desmane también se ganó peso al eliminar la mano falsa más las cuatro siguientes.

De los 0.64 kilogramos extras por racimo ganados en el desmane F+3, 0.25 kilogramos (39 %) llenaron los requisitos de exportación (peso chiquita) y 0.39 kilogramos (61 %) no alcanzaron el grado (diámetro) por lo que se destina a mercado local. Esta contribución, aunque estadísticamente no es significativa entre ambos tipos de desmane, si es importante a nivel comercial pues implica obtener 400 kilogramos más de producto exportable por hectárea, que equivalen a 21 cajas más por ciclo de producción.

2.7.1.D. Media del peso de rechazo por racimo

En cuanto a la media del peso de rechazo por racimo, se obtuvo que el promedio total para todas las fincas fue de 5.01 kilogramos por racimo (Cuadro 2.9), mientras que el peso de rechazo por racimo debido al tipo de desmane F+3, la media fue de 5.21 kilogramos y para F+4 de 4.82 kilogramos (Cuadro 2.11).

2.7.1.E. Media del peso de chiquita por racimo

Para esta variable, el promedio de peso en las cuatro fincas fue de 19.57 kilogramos. En la finca Hopy el promedio por racimo fue de 20.55 kilogramos, en la finca Uthe fue de 19.66 kilogramos, en la finca Chinook el promedio por racimo fue de 19.32 kilogramos, y en la finca Omagua fue de 18.75 kilogramos (Cuadro 2.6).

Por tipo de desmane se obtuvo que el promedio de kilogramos de chiquita por racimo para F+3 fue de 19.69 y para F+4 de 19.44 (Cuadro 2.7).

2.7.1.F. Ratio o factor de cajas de peso chiquita

En el

Cuadro 2.16 se observa que para esta variable la relación caja por racimo, no presentó diferencias significativas en los dos factores evaluados y en la interacción de los factores.

Cuadro 2.16 Análisis de varianza con una significancia del 5% para la variable ratio

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F	Pr > F
Bloque	19	0.6711			
Finca	3	0.119	0.039	1.31	0.2767
Error (a)	57	2.40	0.042		
Desmane	1	0.000022	0.000022	0.00073	0.97
Interacción	3	0.048	0.016	0.016	0.6572
Error Experimental	76	2.29	0.030		
Total	159	5.54			

Coeficiente de variación: 16.78%

En el Cuadro 2.17 se detallan los resultados que se obtuvieron de ratio en cada finca para cada tipo de desmane utilizado. La finca Hopy es la que presentó un promedio mayor de ratio en los dos tipos de desmane. Como se dijo anteriormente, esta finca cuenta con un racimo de mayor desarrollo.

Cuadro 2.17 Promedio de ratio para cada finca en relación al tipo de desmane

Finca	Ratio promedio	Ratio promedio para desmane F+3	Ratio promedio para desmane F+4
Hopy	1.08	1.11	1.07
Uthe	1.03	1.02	1.04
Chinook	1.01	1.00	1.04
Omagua	1.01	0.99	1.02

El Cuadro 2.18 contiene los resultados de los promedios de ratio por tipo de desmane en las cuatro fincas evaluadas, se encontró que solo existió diferencia de 0.01 de ratio entre los dos tipos de desmane, la cual no marca ninguna diferencia significativa de forma estadística.

Cuadro 2.18 Ratio promedio para tipos de desmane en las cuatro fincas

Tipo de desmane	Ratio promedio para el total de fincas evaluadas
F+4	1.02
F+3	1.03

En cuanto a la hipótesis planteada sobre que el desmane F+4 obtuviera un ratio mayor que el desmane F+3 en las cuatro fincas evaluadas, ésta no se cumplió ya que estadísticamente no hubo diferencias significantes, existiendo un mayor promedio con el desmane F+3 para el total de las fincas evaluadas.

2.7.2. Análisis económico

2.7.2.A. Incremento de ingresos económicos en función de las diferencias de ratio producidas por el tipo de desmane

Como ya se explicó, con base a fundamentos estadísticos, no se encontraron diferencias significantes del tipo de desmane (F+3 y/o F+4) sobre la ganancia de cajas por racimo cosechado (ratio) en el total de fincas evaluadas, ya que dicha diferencia únicamente fue de 0.01, sin embargo, es sumamente importante en términos de ingresos, considerar el mínimo aumento que representa esa diferencia entre tipos de desmane sobre el ratio total en las fincas, ya que dicha diferencia representa un aumento considerable en el número de cajas exportables para la empresa, aumentando considerablemente la percepción por la venta de dicho producto.

Lo anterior se analiza a continuación:

- ✓ Plantación inicial: 1,650 plantas por hectárea por año

- ✓ Factor de retorno: 1.4 plantas por hectárea por año (según Cobigua S.A, se estima que cada planta madre contenida en la plantación inicial genera 1.4 plantas por hectárea por año).
- ✓ Con los datos anteriores se tiene que, el producto de la plantación inicial por el factor de retorno se constituye como el total de racimos aprovechables por hectárea por año, de la manera siguiente:
 - $(1,650) \times (1.4) = 2,310$ racimos por hectárea por año.
- ✓ Por otro lado, el producto del total de racimos por hectárea por año y la ganancia de ratio promedio en el total de las fincas logrado con el desmane F+3 el cual fue de 0.01, se traduce en lo siguiente:
 - $(2,310) \times (0.01) = 23.1$ cajas adicionales por hectárea por año que se consiguen al desmanar con F+3.
- ✓ A lo anterior se le debe agregar el precio de venta en el mercado internacional el cual se estima en \$.5.50 por caja, de manera que se obtiene lo siguiente:
 - $(23.1) \times (5.50) = \$127$ adicionales por hectárea por año al desmanar con F+3.
- ✓ Al hacer una relación de lo anterior con el total de hectáreas cultivadas en Cobigua S.A, las cuales son un total de 2,141.39, la diferencia se torna aún más considerable, se presenta a continuación dicha relación:
 - $(\$127) \times (2,141.39) = \$271,956.53$ en el total de las fincas pertenecientes a Cobigua S.A anual o en cada ciclo de producción

En síntesis, a pesar de que la diferencia entre tipos de desmanes no fue significativa estadísticamente sobre la ganancia de ratio, desde el punto de vista económico si es recomendable realizar el desmane F+3 debido al incremento considerable de los ingresos obtenidos por concepto del incremento en cajas exportables.

Lo que se ha descrito anteriormente se presenta a manera de resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.19 Resumen del efecto del desmane F+3 sobre el incremento en ratio e ingresos económicos adicionales en las fincas de Cobigua S.A

Cantidad por hectárea por año			Ratio promedio		Ganancia de ratio (F+3)	Cantidad por hectárea por año		
Plantación Inicial	Retorno	Racimos	F+3	F+4		Cajas adicionales	Precio venta por caja (\$)	Utilidad adicional (\$)
1,650	1.4	2,310	1.03	1.02	0.01	23.1	5.5	127

2.8. Conclusiones

1. La finca que presentó mayor ratio, en el rendimiento de racimo por caja fue la finca Hopy, con mayor número de manos y a su vez un mayor peso.
2. En los dos tipos de desmane se observó el mismo rendimiento estadísticamente, sin embargo con el desmane falsa más tres (F+3) se obtuvo 0.25 kg más por racimo lo que equivale a 400 kg por hectárea y/o un incremento de 0.01 en el ratio lo cual significa 23.1 cajas adicionales por hectárea para exportación por ciclo de producción
3. Con base al análisis económico realizado para la ganancia de ratio producida por los tipos de desmane, se determinó que F+3 produjo un incremento de 23.1 cajas exportables por hectárea por año, lo cual representa \$.127.00 extras por hectárea por año.

2.9. Recomendación

Se recomienda utilizar el desmane falsa más tres (F+3), ya que por tener una mano adicional se obtiene una ganancia extra de 23.1 cajas de banano para exportación por hectárea por año en relación al desmane falsa más cuatro (F+4), aunque lo anterior no haya sido estadísticamente significativo, sin embargo representaría un aumento en utilidad de \$.127.00 por hectárea por año para la empresa.

2.10. 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 conté en el cultivo del banano, Entre Ríos, Puerto Barrios, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
3. Cartay, R. 1997. Banano. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Observatorio Agro Cadenas, Revista de la Facultad de Agronomía 14:3-20.
4. COBIGUA (Compañía Bananera Guatemalteca Independiente, GT). 2004. División Maya-Guatemala. Guatemala. 2 p.
5. Cortez 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. Hernández Orellana, JR. 2004. Determinación de materiales para sujetar los glomérulos florales del banano *Musa* sp. para reducir los daños mecánicos y malformaciones de la fruta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. p. 4-21.
8. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1965. Mapa topográfico de la República de Guatemala; hoja El Cinchado, no. 2562 –IV. Guatemala. Esc. 1:50000. Color.
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2001. Atlas climatológico de la República de Guatemala. Guatemala. 29 p.
10. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT); UPI (Unidad de Políticas e Información Estratégica, GT). 2005. Niveles de empleos (en línea). Guatemala. Consultado 12 oct 2005. Disponible en: <http://r0.unctad.org/infocomm/banana/Doc/strategie.pdf>
11. Molina Arias, ME. 1987. Sistema de propagación rápida de banano; método alternativo entre el convencional y el cultivo de tejidos. ASBANA (CR) 11(28):12-15.
12. Ortiz Vega, RA; Morales López, A. 1999. El cultivo del banano. San José, Costa Rica, EUNED. 185 p.

13. Simmons, CH; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la republica de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda de Ibarra. 1000 p.
14. Soto, M.1985. Banano, cultivo y comercialización. Costa Rica, Lil. 627 p.
15. 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.

2.11. Anexos

Cuadro 2.20A Estándares de calidad de fruta de banano para exportación

ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	Tolerancia
Cicatrices secas	Hasta un 1/8 de sello de áreas acumuladas de cicatrices secas
Cicatrices vivas	Hasta 1/16 de sello en producto terminado.
Mancha de madurez	Leve hasta 1 sello, severa hasta 1/4 de sello.
Dedo mal formado	Cero tolerancia
Dedo cuache	Cero tolerancia
Dedos por gajo: mínimo	Mínimo cuatro dedos
Dedos por gajo: máximo	Máximo ocho dedos
Maduros, verde blando, fruta redondo	No se permite fruta con sobre grado
Gajos por caja	USA: máximo 17 gajos Europa: máximo 18 gajos
Largo mínimo de dedo	USA: mínimo 8 pulgadas Europa: mínimo 8.2 pulgadas
Grado: rango	Grado chiquita 1/32 de pulgada sobre una pulgada. USA: 8 a 18 Europa: 8 a 17
Dedos por caja	USA: hasta 105 Europa: hasta 110
Peso neto de la fruta	USA y Europa: Min: 18.8 kg Max: 19.2 kg

Cuadro 2.21A Resultados del peso total de desperdicio en kilogramos

Finca	Desmane	Repetición																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chi	F3	10.00	4.77	4.32	6.14	3.86	3.18	5.11	3.86	3.18	5.23	5.23	4.55	7.27	16.25	10.80	7.39	5.68	5.91	5.23	7.27
Chi	F4	7.73	9.32	4.09	10.00	3.64	1.14	5.00	10.91	4.32	1.82	6.93	20.68	9.09	5.45	5.68	4.43	11.73	5.23	5.00	2.50
Uthe	F3	4.09	5.68	2.73	5.00	3.41	4.32	4.09	3.86	6.14	3.41	0.68	1.36	3.41	5.45	3.18	4.77	3.86	2.95	3.86	6.36
Uthe	F4	2.27	2.50	5.45	2.73	1.82	2.50	1.59	3.18	3.18	4.32	3.86	7.27	6.59	2.95	2.95	3.86	1.36	4.77	2.95	4.09
Oma	F3	4.77	3.18	4.80	5.22	6.27	4.09	3.86	6.36	9.32	4.09	9.77	4.55	4.77	5.68	5.45	4.09	5.11	5.91	7.05	6.14
Oma	F4	3.63	4.09	1.80	4.09	3.63	3.86	3.86	3.18	4.54	5.00	6.14	7.73	4.55	6.59	4.32	1.59	7.27	5.23	6.82	1.82
Hopy	F3	5.23	5.68	7.16	3.86	4.32	6.59	5.91	4.55	7.50	3.18	1.36	5.00	4.55	4.09	5.91	4.55	6.14	5.68	5.91	5.23
Hopy	F4	3.86	7.61	8.18	2.95	5.11	6.48	6.02	4.09	4.09	2.50	3.23	2.84	9.77	2.27	3.64	3.64	6.59	2.05	1.82	4.09

Cuadro 2.22A Resultados del peso total de chiquita en kilogramos

Finca	Desmane	Repetición																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chi	F3	10.91	18.18	18.64	14.09	20.91	20.00	19.09	23.18	19.09	18.64	13.64	21.14	23.64	8.75	20.00	27.39	20.00	20.91	24.55	20.00
Chi	F4	10.91	15.45	21.82	15.45	17.73	23.64	17.27	12.73	20.91	21.82	27.73	13.30	28.30	19.20	18.64	20.23	22.27	20.91	21.82	20.00
Uthe	F3	19.36	20.00	19.82	22.18	21.18	20.00	21.36	22.09	20.64	19.36	16.36	20.45	17.27	19.09	19.09	18.64	17.27	19.09	19.55	18.18
Uthe	F4	19.55	20.45	20.45	20.00	20.27	19.27	18.27	18.09	20.91	19.09	20.00	20.45	18.18	19.55	20.45	18.18	23.64	18.18	21.82	18.64
Oma	F3	17.28	20.45	20.00	19.22	19.31	19.54	20.22	17.28	17.27	19.09	13.73	20.36	19.23	15.36	22.18	19.91	18.45	22.18	19.45	19.36
Oma	F4	18.18	17.27	20.45	18.18	17.28	18.86	21.64	19.27	18.18	16.81	14.82	16.36	21.14	14.91	17.73	24.27	17.27	15.82	21.18	20.73
Hopy	F3	18.27	21.45	22.82	17.55	20.45	20.14	20.55	21.36	24.36	19.7	19.55	28.91	20.91	23.91	20.91	20.27	18.86	22.73	19.36	20.09
Hopy	F4	26.64	14.91	24.00	19.20	4.82	17.27	17.91	22.73	20.45	20.91	25.64	25.23	17.09	20.82	23.64	22.73	19.55	20.00	17.36	19.09

Cuadro 2.23A Resultados de cajas de fruta exportable por racimo cosechado (ratio)

Finca	Desmane	Repetición																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chi	F3	0.57	0.96	0.98	0.74	1.10	1.05	1.00	1.22	1.00	0.98	0.72	1.11	1.24	0.46	1.05	1.44	1.05	1.10	1.29	1.05
Chi	F4	0.57	0.81	1.15	0.81	0.93	1.24	0.91	0.67	1.10	1.15	1.46	0.70	1.49	1.01	0.98	1.06	1.17	□□	1.15	1.05
Uthe	F3	1.02	1.05	1.04	1.17	1.11	1.05	1.12	1.16	1.09	1.02	0.86	1.08	0.91	1.00	1.00	0.98	0.91	1.00	1.03	0.96
Uthe	F4	1.03	1.08	1.08	1.05	1.07	1.01	0.96	0.95	1.10	1.00	1.05	1.08	0.96	1.03	1.08	0.96	1.24		1.15	0.98
Oma	F3	0.91	1.08	1.05	1.01	1.02	1.03	1.06	0.91	0.91	1.00	0.72	1.07	1.01	0.81	1.17	1.05	0.97	1.17	1.02	1.02
Oma	F4	0.96	0.91	1.08	0.96	0.91	0.99	1.14	1.01	0.96	0.88	0.78	0.86	1.11	0.78	0.93	1.28	0.91	0.83	1.11	1.09
Hopy	F3	0.96	1.13	1.20	0.92	1.08	1.06	1.08	1.12	1.28	1.04	1.03	1.52	1.10	1.26	1.10	1.07	0.99	1.20	1.02	1.06
Hopy	F4	1.40	0.78	1.26	1.01	0.25	0.91	0.94	1.20	1.08	1.10	1.35	1.33	0.90	1.10	1.24	1.20	1.03	1.05	0.91	1.00

2.11.1. Palabras claves

- ☑ **Diferencia significativa:** es la diferencia estadística verdadera entre los promedios de los tratamientos.
- ☑ **Diseño experimental:** es la secuencia completa de pasos a realizar para asegurar que se obtendrá la información necesaria para el contraste de la hipótesis planteada.
- ☑ **Probabilidad:** grado que indica si existe diferencia significativa o no entre los tratamientos y está asociado al grado de significancia establecido por el investigador.
- ☑ **Prueba de hipótesis:** evaluación estadística sobre la suposición o afirmación acerca del comportamiento de una población a través de muestras.
- ☑ **Prueba de Tukey:** Prueba post-análisis de varianza (ANDEVA) para contrastar los tratamientos evaluados al indicar el ANDEVA que hay significancia entre tratamientos.
- ☑ **Significancia:** El nivel de significancia de una prueba es la probabilidad máxima que estamos dispuestos a aceptar,
- ☑ **Unidad experimental:** es la porción de material experimental a la cual se le aplica un tratamiento en una repetición de un experimento.

**CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMPAÑÍA BANANERA
GUATEMALTECA INDEPENDIENTE (COBIGUA S.A.) EN EL MUNICIPIO DE PUERTO
BARRIOS IZABAL, GUATEMALA**



3.1. Presentación

COBIGUA S.A es una empresa dedicada a la producción y exportación de banano, cada día busca mejorar su calidad en la fruta, y a la vez tener un mejor aprovechamiento de esta en todas sus plantaciones, actualmente cuenta con nueve fincas productoras de banano y en los últimos años ha tratado de desarrollar un producto que le sea de ayuda para evitar el alto índice de rechazo que se ocurre por causas ambientales, principalmente por mal formación de la fruta (ML) y cicatriz de crecimiento (CC).

Con base a lo descrito, la Universidad de San Carlos de Guatemala ha adquirido el compromiso de proyectarse con la sociedad productiva del país, para lo cual busca el apoyo de empresas privadas para la realización del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía (E.P.S.A), en donde el estudiante previo a realizar un diagnóstico del área de trabajo, contribuye con sus conocimientos técnicos para un mejor desarrollo de las actividades de las empresas, dicha tarea se desarrolla en un lapso de tiempo de 10 meses.

Durante el -E.P.S.A- llevado a cabo en la empresa mencionada, se ejecutó un trabajo técnico, el cual consistió en evaluar un dispositivo llamado Banalastic (banda de hule que se revienta a base de factores climáticos) y su principal función es darle una mejor formación a las manos y evitar rechazo por mal formación (ML) y por cicatriz de crecimiento (CC).

Las evaluaciones se llevaron a cabo en cinco fincas de la empresa, las fincas que se evaluarán son: Hopy, Chinook, Ipala, Unthe y Omagua 2.

3.2. Evaluación del dispositivo Banalastic para reducir el desperdicio de fruta de banano (*Musa spp*), ocasionado por cicatriz de crecimiento (CC) y dedos mal formados (ML) en cinco fincas de la empresa Cobigua S.A, Puertos Barrios, Izabal

3.2.1. Introducción

Banalastic, es un dispositivo de hule, de aplicación en las explotaciones bananeras para reducir hasta en un 70% el desperdicio de fruta, ocasionada principalmente por cicatriz de crecimiento (CC), y dedos mal formados (ML) (De la Fuente, G, 2,003).

Los estudios y análisis realizados demuestran, que éste sistema también reduce notablemente el riesgo de otros defectos generadores también de un significativo porcentaje de desperdicio de fruta en el proceso de cosecha del banano, tales como: la cicatriz de túnel por acarreo (SRT), la cicatriz de fricción en el corte de racimos (SRF), el cuello roto por acarreo (NI), la cicatriz viva (SRV) que se produce al momento de bajar el racimo de la planta, etc.

Además, la amplia separación entre manos que se logra obtener en el racimo con el uso del Banalastic facilita la colocación de la esponja o protector entre ellas al momento de la cosecha. De igual manera en el proceso de post-cosecha, se obtienen grandes ventajas, específicamente en la labor de desmane por la ya mencionada separación entre manos y un empaque más uniforme y estético de la fruta, dándole una excelente apariencia, presentación y primera impresión a la caja empacada ante los ojos del cliente (De la Fuente, G. 2,003).

3.2.2. Objetivos

3.2.2.A. General

Evaluar la eficiencia del dispositivo Banalastic sobre la disminución de desperdicio de fruta de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento (CC) y dedos mal formados (ML) en cinco fincas de Cobigua S.A, Puerto Barrios, Izabal bajo las condiciones de manejo del cultivo de la empresa.

3.2.2.B. Específicos

Determinar si Banalastic reduce el porcentaje de desperdicio ocasionado por daños ambientales.

Determinar si Cobigua S.A obtiene un mayor rendimiento utilizando Banalastic.

3.2.3. Hipótesis

El dispositivo Banalastic reduce el desperdicio de fruta de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento y dedos mal formados

3.2.4. Metodología general

La metodología que se describe a continuación se utilizó en las pruebas llevadas a cabo en las cinco fincas.

3.2.4.A. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 20 repeticiones. Cada unidad experimenta consistió en un racimo de banano.

3.2.4.B. Variables de respuesta

Las variables medidas para conocer el efecto del Banalastic para reducir las pérdidas del fruto de banano fueron:

- a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento.**
- b. Libras perdidas por malformación de dedos.**
- c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos.**
- d. Pérdida de ratio.**

3.2.5. Evaluación de Banalastic en la finca Chinook, Cobigua S.A

3.2.5.A. Material vegetal utilizado

Variedad: Valery

3.2.5.B. Tratamientos evaluados

T1= Testigo + protección

T2= Banalastic

T3= Banalastic + protección

3.2.5.C. Análisis de la información

Para la evaluación del ensayo se procedió a realizar un análisis de varianza con una significancia del 5% para las variables de respuesta descritas, con la finalidad de determinar si existía diferencia entre los tratamientos evaluados.

Al determinar la significancia entre los tratamientos se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple de medias a través del criterio de Tukey con el objetivo de determinar cuál de los tratamientos presentó las menores pérdidas de fruta de banano. La información de los resultados de campo se presenta en el Cuadro 3.54A.

3.2.5.D. Resultados y discusión

a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento

El Cuadro 3.24 presenta el análisis de varianza para la variable libras perdidas de fruta de banano causadas por la cicatriz de crecimiento, se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Debido a esta significancia se procedió a realizar la prueba de Tukey, para determinar cuál de los tratamientos presentó las menores pérdidas de producción. Se obtuvo también que el coeficiente de variación se presenta alto con un 86.18%, este comportamiento se le atribuye a que existieron unidades experimentales (racimos de banano) que no presentaron daño por cicatriz de

crecimiento o simplemente la pérdida por esta variable fue de cero (0), en otras palabras, lo descrito produjo que la variabilidad aumentara reflejándose en un coeficiente elevado.

Cuadro 3.24 Análisis de varianza para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	56.52	28.26	9.93	0.0002
Error Experimental	57	162.26	2.84		
Total	59	218.79			

Coeficiente de variación: 86.18%

El contenido del Cuadro 3.25 se interpreta de la manera siguiente: el tratamiento Banalastic + Protección que presentó una pérdida por racimo de 0.92 libras y el tratamiento Banalastic que obtuvo una pérdida por racimo de 1.69 libras, mantuvieron un comportamiento estadístico similar, siendo los que produjeron las menores libras perdidas por cicatriz de crecimiento en relación al tratamiento Testigo + Protección, ya que éste último presentó una pérdida de 3.25 libras por racimo, este comportamiento puede observarse también en la

Con base en lo descrito, se determinó que al utilizar el tratamiento Banalastic, se disminuyeron las pérdidas causadas por cicatriz de crecimiento en 1.56 libras por racimo lo que equivale a 48 %, mientras que al utilizar Banalastic + Protección, la disminución de dicho daño disminuyó las pérdidas en 2.33 libras por racimo, es decir un 71.6 % del total de la fruta de cada racimo cosechado.

Cuadro 3.25 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento

Tratamiento	Promedio de libras perdidas	Grupos Tukey
Banalastic + Protección	0.9225	A
Banalastic	1.694	A
Testigo + Protección	3.25	B

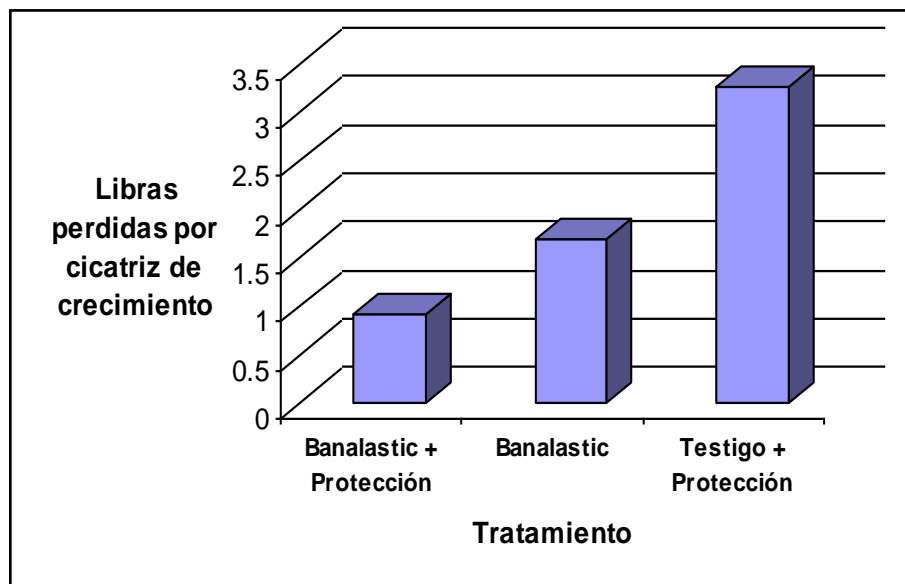


Figura 3.1 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento en los tratamientos evaluados

b. Libras perdidas por malformación de dedos

En el Cuadro 3.26 se presenta el análisis de varianza para la variable libras pérdidas de fruta de banano causadas por malformación de dedos, donde también se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por lo que se procedió de igual forma a realizar la prueba de Tukey para determinar que tratamiento presenta las menores pérdidas de producción. En este caso el coeficiente de variación disminuyó, siendo de 47.94% ya que los resultados en las unidades experimentales se homogenizaron.

Cuadro 3.26 Análisis de varianza para la variable libras perdidas por malformación de dedos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	80.65	40.32	24.31	0.0001
Error Experimental	57	94.55	1.658		
Total	59	175.21			

Coefficiente de variación: 47.94%

El Cuadro 3.27 indica que el tratamiento Banalastic presentó la menor pérdida de libras por racimo de banano ocasionado por malformación de dedos, desechando únicamente 1.26 libras, mientras que al utilizar el tratamiento Banalastic + Protección se obtuvo una diferencia significativa ya que éste produjo una pérdida de 1.43 libras adicionales a las que se perdieron protegiendo la fruta con Banalastic, es decir, Banalastic + Protección produjo pérdidas de 2.69 libras en total, siempre relacionándolo con utilizar únicamente Banalastic. Finalmente, el Testigo + Protección fue el tratamiento que peores resultados obtuvo en la reducción de pérdidas por malformación de dedos, ya que produjo pérdidas de 4.10 libras de fruta.

Cuadro 3.27 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por malformación de dedos

Tratamiento	Promedio de Libras perdidas	Grupo de Tukey
Banalastic	1.26	A
Banalastic + Protección	2.69	B
Testigo + Protección	4.10	C

Desde otra punto de vista y con base a los resultados descritos anteriormente, se determinó que al utilizar el producto de protección Banalastic se disminuyeron las pérdidas causadas por malformación de dedos en 2.84 libras por racimo, lo cual equivale a 69.26%, mientras que al utilizar Banalastic + Protección se redujo las pérdidas en 1.41 libras por racimo, es decir 34.4% del total de la fruta por racimo (Figura 3.2).

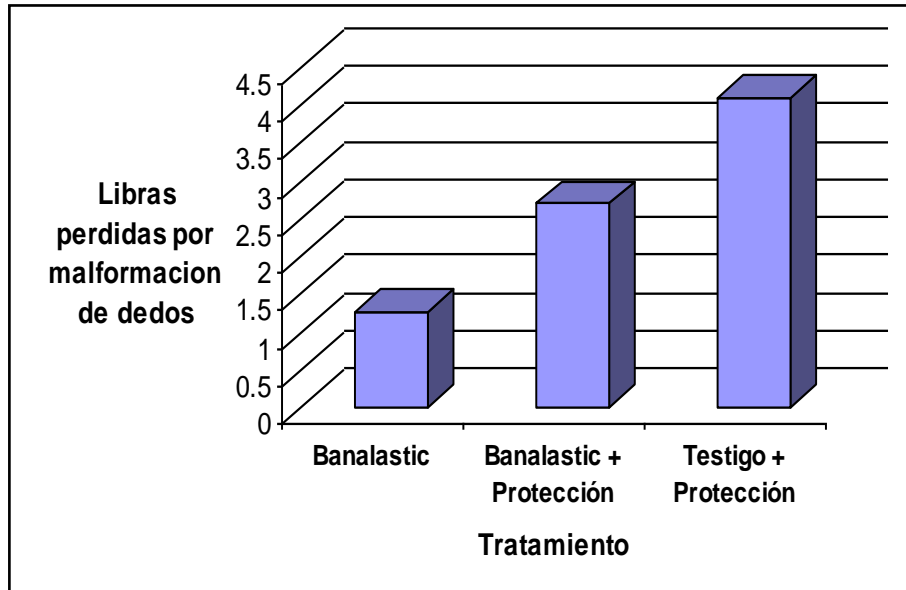


Figura 3.2 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por malformación de dedos en los tratamientos evaluados

c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Al analizar en conjunto las pérdidas del fruto de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos, se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 3.28)

Cuadro 3.28 Análisis de varianza para las libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	225.52	112.76	24.8	0.0001
Error Experimental	57	259.20	4.54		
Total	59	484.72			

Coefficiente de variación: 45.91%

Al realizar el análisis de varianza para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos, se identificó significancia o diferencia estadística por lo que se

procedió a realizar una prueba de comparación múltiple de medias utilizando el criterio de Tukey (Cuadro 3.29), en dicha prueba el tratamiento Banalastic produjo pérdidas de 2.95 libras por racimo, mientras que el tratamiento Banalastic + Protección produjo 3.61 libras por racimo lo cual de manera estadística no representó diferencias significativas, de manera que ambos tratamientos produjeron la menor pérdida de producción en comparación del tratamiento Testigo + Protección que obtuvo las mayores pérdidas de libras por racimo, siendo 7.35 libras.

Cuadro 3.29 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Tratamiento	Promedio de Libras perdidas	Grupo de Tukey
Banalastic	2.95	A
Banalastic + Protección	3.61	A
Testigo + Protección	7.35	B

Se determinó entonces que al utilizar el producto Banalastic se redujo el desperdicio ocasionado por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en 4.4 libras por racimo lo cual es lo mismo que decir 59.8% de reducción en dicho daño, por otro lado, al utilizar Banalastic + Protección se consiguió reducir el desperdicio en 3.74 libras, o sea en 50.88%.

Lo descrito anteriormente se presenta de manera ilustrativa en la Figura 3.3.

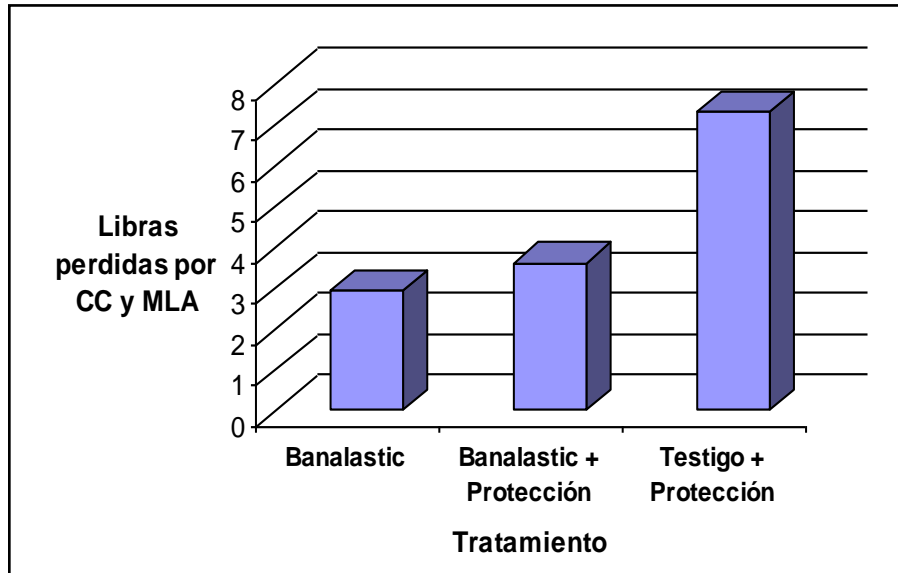


Figura 3.3 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en los tratamientos evaluados

d. Porcentaje de pérdida de ratio

En cuanto a las pérdidas de ratio, que se refiere a la relación caja de fruta empacada por racimo desmanado, el análisis de varianza indica que hubo significancia entre los tratamientos (Cuadro 3.30).

Cuadro 3.30 Análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdidas de ratio

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	0.1313	0.06569	24.81	0.0001
Error Experimental	57	0.1509	0.0026		
Total	59	0.2823			

Coefficiente de variación: 46%

La prueba de comparación de medias por el criterio de Tukey descrita en el Cuadro 3.31 ordena bajo el mismo grupo los tratamientos Banalastic y Banalastic + Protección, es decir que ambos tratamientos presentaron comportamiento similar en cuanto a la

disminución de racimos desmanados por cajas producidas (ratio), relegando al tratamiento Testigo + Protección como el de menor eficiencia en cuanto a la pérdida de ratio.

Se observa que el tratamiento Banalastic obtuvo pérdida de ratio de 0.071 y el tratamiento Banalastic + Protección 0.086, mientras que el Testigo + Protección que presenta una pérdida del 0.177, esto también se observa en la Figura 3.4

Cuadro 3.31 Prueba de Tukey para la variable porcentaje de pérdidas de ratio

Tratamiento	Promedio Pérdida de Ratio	Grupo de Tukey
Banalastic	0.071	A
Banalastic + Protección	0.086	A
Testigo + Protección	0.177	B

Finalmente se determinó que la utilización del producto Banalastic produjo una ganancia de ratio por racimo de 0.10 en relación al testigo, indicando una disminución de 56.4%, mientras que al utilizar Banalastic + Protección se obtuvo una ganancia de ratio por racimo de 0.091 reduciéndose en un 51.41% en comparación del testigo.

En síntesis y de acuerdo a los análisis realizados, se obtuvo que el producto Banalastic redujo el desperdicio de la fruta de banano ocasionado por problemas de cicatriz de crecimiento y por malformación de dedos, aumentando de esta manera la ganancia en la relación caja-racimo.

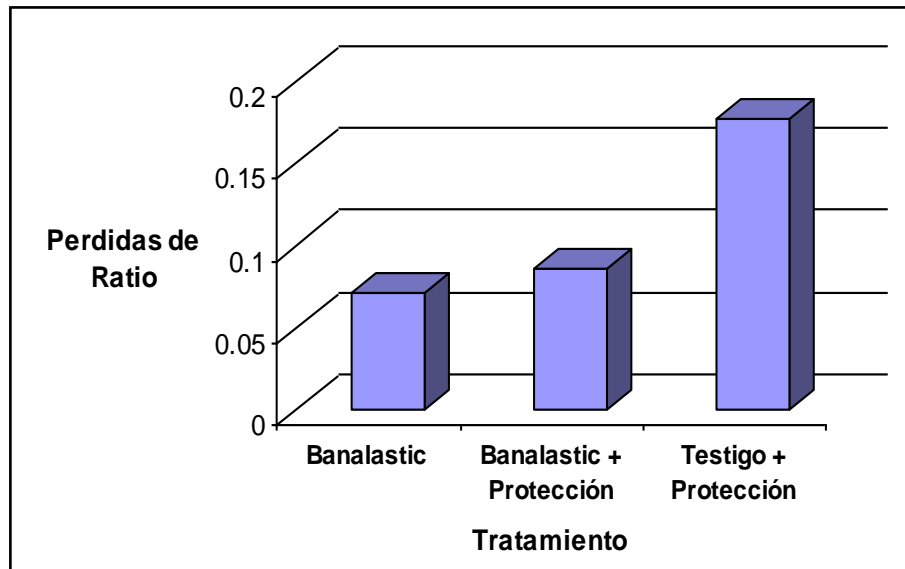


Figura 3.4 Comportamiento de las pérdidas de ratio en los tratamientos evaluados

3.2.6. Evaluación de Banalastic en la finca Uthe, Cobigua S.A

3.2.6.A. Material vegetal utilizado

Variedad: Valery

3.2.6.B. Tratamientos evaluados

T1= Testigo + protección

T2= Banalastic

T3= Banalastic + protección

3.2.6.C. Análisis de la información

Con el objetivo de determinar presencia y/o ausencias de diferencias entre los tratamientos evaluados, se realizó un análisis de varianza a las variables descritas, con un nivel de significancia del 5% para la interpretación de resultados. En el Cuadro 3.55A se presentan los resultados recabados al momento de de la evaluación en campo.

Para las variables que presentaron significancia entre los tratamientos se procedió a realizar una prueba de comparación múltiple de medias utilizando el criterio de Tukey, determinando de ésta manera el o los tratamientos que menores pérdidas de fruta de banano produjeron durante el desarrollo del trabajo (datos originales en el Cuadro 3.55A).

3.2.6.D. Resultados y discusión

a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento

En el Cuadro 3.32 se presenta el análisis de varianza para la variable libras perdidas de fruta de banano causadas por cicatriz de crecimiento, indicando que no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados ya que el valor de Probabilidad es menor al nivel de significancia con que se realizó la prueba (5%), por lo tanto no fue necesario realizar prueba de comparación de medias para dicha variable.

Se observa también que el coeficiente de variación se presentó en alto porcentaje (71.65%), se atribuye este comportamiento a que existieron unidades experimentales (racimos de banano) que no presentaron daño por cicatriz de crecimiento o simplemente la pérdida por esta variable fue de cero (0) mientras que en otras unidades experimentales ocurrió lo contrario (alto grado de daño), en otras palabras, el alto coeficiente de variación en realidad no refleja un mal desarrollo de la prueba, sino que es producto de la naturaleza de la variable en cuestión (distribución heterogénea) dentro de las unidades experimentales, tal como se describió con anterioridad.

Cuadro 3.32 Análisis de varianza para la variable libras pérdidas por cicatriz de crecimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	2.64	1.32	2.43	0.1221
Error Experimental	15	8.17	0.545		
Total	17	10.82			

Coeficiente de variación: 71.65%

En la Figura 3.5 se observa que; aunque estadísticamente no existió diferencia significativa entre tratamientos, si se marcó una diferencia en cuanto a las libras perdidas por cicatriz de crecimiento para lo cual el tratamiento con Banalastic + Protección presentó un promedio de 0.69 libras perdidas siendo 0.87 libras menos en relación al testigo, mientras que el tratamiento de Banalastic presentó un promedio de 0.83 libras perdidas lo cual representó 0.73 libras menos que el testigo.

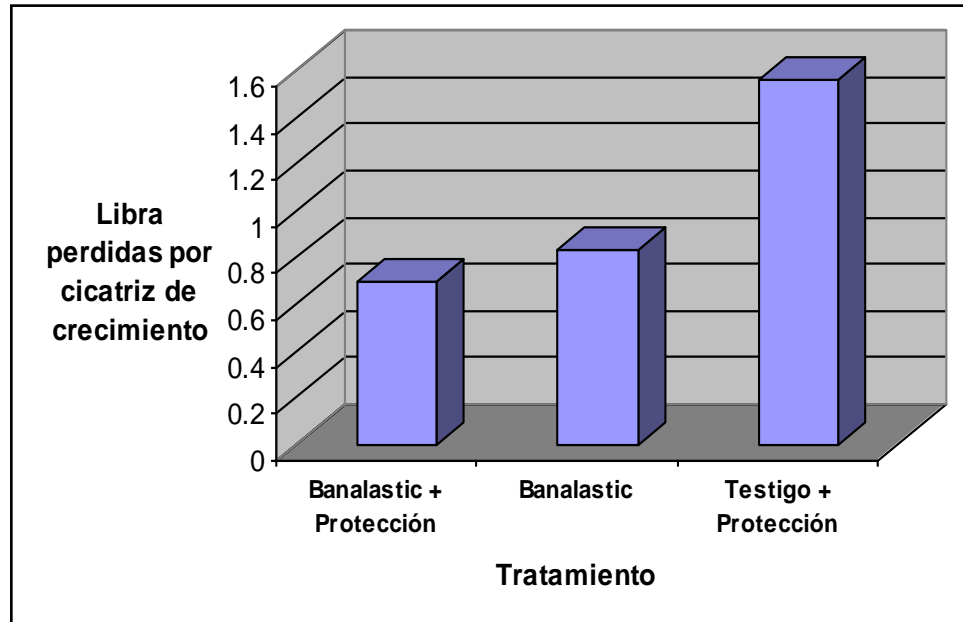


Figura 3.5 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento en los tratamientos evaluados

b. Libras perdidas por malformación de dedos

En el Cuadro 3.33 se presenta el análisis de varianza para la variable libras perdidas de fruta de banano por racimo causadas por malformación de dedos observándose que, para esta variable si se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, procediendo a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey para determinar que tratamiento presentó las menores pérdidas de producción.

Cuadro 3.33 Análisis de varianza para la variable libras pérdidas por malformación de dedos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	52.25	26.12	4.24	0.034
Error Experimental	15	92.53	6.16		
Total	17	144.78			

Coefficiente de variación: 87.97%

En el Cuadro 3.34 se presentan los resultados sobre la prueba de Tukey realizada a la cantidad de libras perdidas de fruta de banano en la finca Uthe debido a la malformación de dedos. En el mismo se diferencian dos grupos Tukey, en el primer grupo se ubica el tratamiento Banalastic con un promedio de pérdida de 1.33 libras por racimo y el tratamiento Banalastic + Protección con un promedio de pérdida de 1.92 libras por racimo, indicando que ambos tratamientos se comportaron de manera similar estadísticamente y son los que mayor reducción en el desperdicio de producción de fruta obtuvieron en relación al Testigo (5.2 libras de pérdida por racimo) el cual se ubica en el último grupo Tukey con la menor eficiencia sobre la pérdida de fruta por la razón ya descrita.

Lo descrito se presenta en la Figura 3.6 para mejor interpretación de los resultados.

Cuadro 3.34 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por malformación de dedos

Tratamiento	Promedio de Libras perdidas	Grupo de Tukey
Banalastic	1.33	A
Banalastic + Protección	1.92	A
Testigo + Protección	5.208	B

En síntesis, los resultados indican que al utilizar el producto Banalastic se disminuyeron las pérdidas causadas por malformación de dedos en 3.87 libras por racimo (74.3%) y si se utiliza el Banalastic + Protección se disminuyen las pérdidas en 3.28 libras por racimo (63.07%).

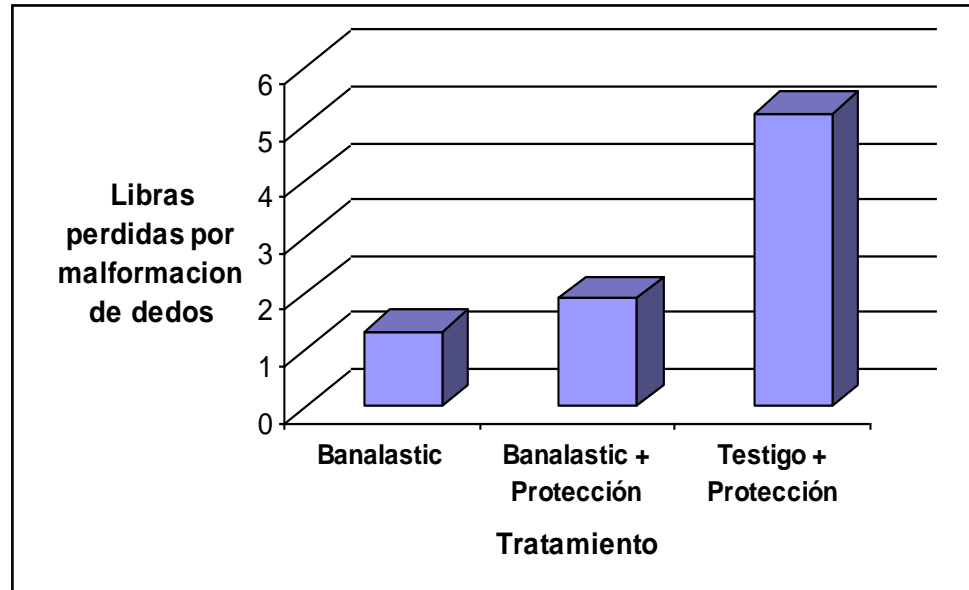


Figura 3.6 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por malformación de dedos

c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Al analizar en conjunto las pérdidas del fruto de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos, se observó que el análisis de varianza presentó diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (Cuadro 3.35).

Cuadro 3.35 Análisis de varianza para las libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	77.41	38.70	6.31	0.0103
Error Experimental	15	92.06	6.13		
Total	17	169.47			

Coeficiente de variación: 64.28%

Al existir significancia se procedió a realizar la prueba de Tukey, en dicha prueba se determinó que los tratamientos Banalastic y Banalastic + Protección, no presentaron diferencias significativas entre sí, comportándose de manera similar en la cantidad de

libras perdidas de fruta ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos (2.16 y 2.62 libras respectivamente), además dichos ambos tratamientos obtuvieron la menor pérdida de producción en relación al Testigo ubicado en el segundo grupo Tukey con un promedio de pérdida de fruta de 6.77 libras (

Cuadro 3.36).

Los resultados interpretados anteriormente se presentan de manera ilustrativa en la Figura 3.7.

Cuadro 3.36 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Tratamiento	Promedio de Libras perdidas	Grupo de Tukey
Banalastic	2.16	A
Banalastic + Protección	2.62	A
Testigo + Protección	6.77	B

Con base a los resultados se determinó que al utilizar el producto Banalastic se redujo el desperdicio ocasionado por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en 4.61 libras por racimo equivalente a 68.09% y al utilizar Banalastic + Protección se disminuyó en 4.15 libras lo cual equivale a 61.2%.

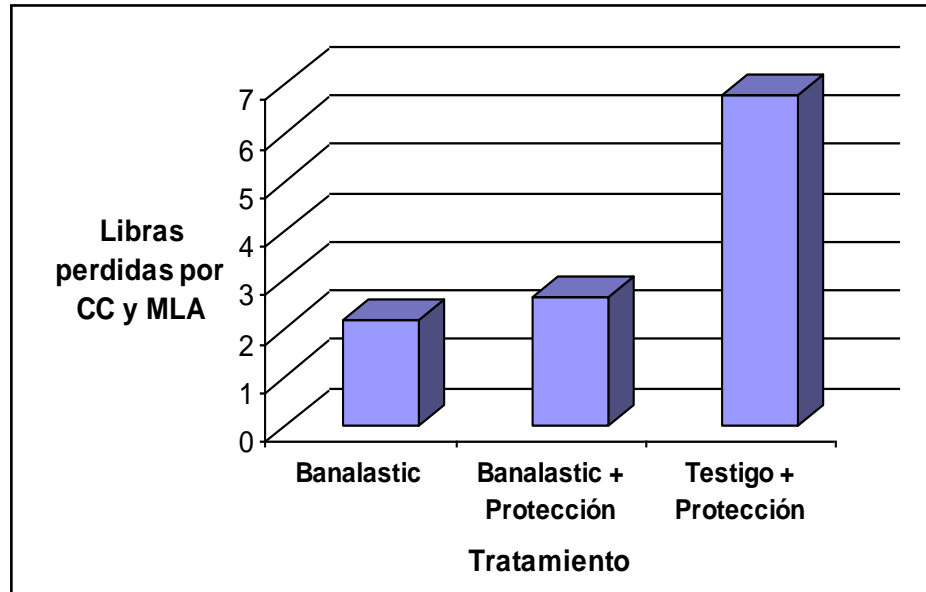


Figura 3.7 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en los tratamientos evaluados

d. Porcentaje de pérdida de Ratio

En cuanto a las pérdidas de ratio, el Cuadro 3.37 contiene el análisis de varianza para dicha variable indicando presencia de significancia entre los tratamientos por lo que se realizó la respectiva prueba de medias.

Cuadro 3.37 Análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdidas de ratio

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	0.0450	0.0225	6.35	0.01
Error Experimental	15	0.0532	0.0035		
Total	17	0.098			

Coefficiente de variación: 64.18%

La prueba de comparación de medias con base al criterio de Tukey que se describe en el Finalmente, la utilización del producto Banalastic presentó una ganancia de ratio por racimo de 0.11 en relación al testigo y al utilizar Banalastic + Protección se obtuvo ganancia de ratio por racimo de 0.10, siempre en comparación al testigo.

Cuadro 3.38, indica que el tratamiento Banalastic presentó una pérdida de ratio de 0.052 y el tratamiento Banalastic + Protección una pérdida de 0.063, lo cual indica comportamientos similares entre ambos tratamientos ya que no presentan diferencias estadísticas y son los que menor pérdida de ratio obtuvieron en comparación al tratamiento Testigo + Protección que presentó una pérdida del 0.1633 ubicándose en el segundo grupo Tukey. Esto también se observa en la Figura 3.8.

Finalmente, la utilización del producto Banalastic presentó una ganancia de ratio por racimo de 0.11 en relación al testigo y al utilizar Banalastic + Protección se obtuvo ganancia de ratio por racimo de 0.10, siempre en comparación al testigo.

Cuadro 3.38 Prueba de Tukey para la variable porcentaje de pérdidas de ratio

Tratamiento	Promedio Pérdida de ratio	Grupo de Tukey
Banalastic	0.052	A
Banalastic + Protección	0.063	A
Testigo + Protección	0.1633	B

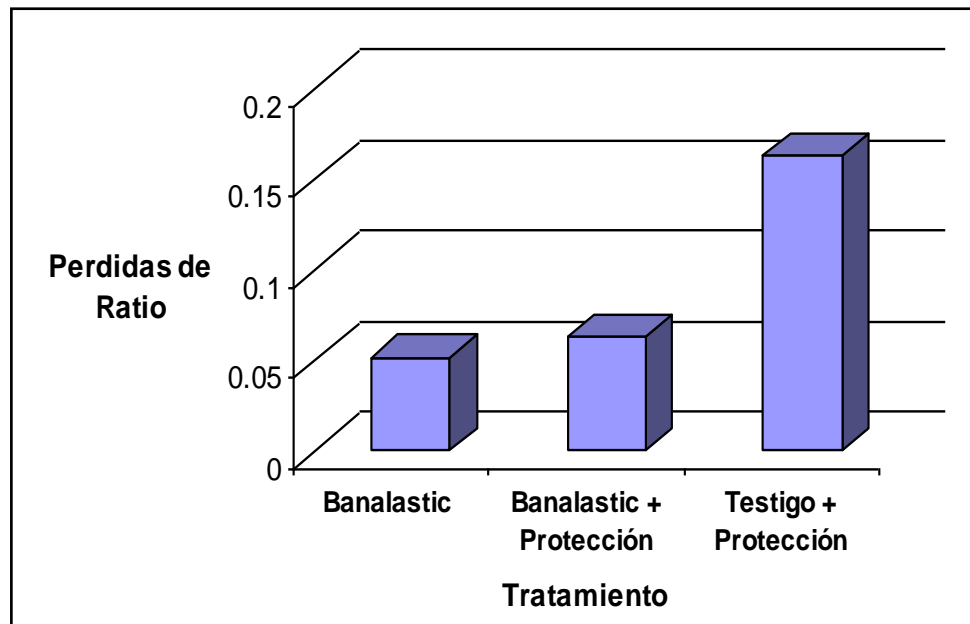


Figura 3.8 Comportamiento de las pérdidas de ratio en los tratamientos evaluados

3.2.7. Evaluación del Banalastic en la finca Hopy, Cobigua S.A

3.2.7.A. Material vegetal utilizado

Variedad: Valery

3.2.7.B. Tratamientos evaluados

T1= Testigo + protección

T2= Banalastic

T3= Banalastic + protección

3.2.7.C. Análisis de la información

La información se analizó de la misma manera que se hizo en las primeras dos fincas, esto es: análisis de varianza con una significancia del 5% y en las variables donde se presentó diferencias significativas se realizó una prueba de comparación múltiple de medias utilizando el criterio de Tukey (datos de campo en el Cuadro 3.56A).

3.2.7.D. Resultados y discusión

a. Libras pérdidas por cicatriz de crecimiento

El

Cuadro 3.39 es el resultado del análisis de varianza realizado para las libras perdidas por efecto de cicatriz de crecimiento, éste indica que no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para disminuir dicho efecto, ya que el valor de probabilidad excede el nivel de significancia de la prueba (5%), por lo tanto no se procedió a realizar prueba de comparación de medias.

Cuadro 3.39 Análisis de varianza para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	4.05	2.02	2.42	0.1231
Error Experimental	15	12.57	0.838		
Total	17	16.62			

Coeficiente de variación: 67.90%

Anteriormente se describe que con fundamentos estadísticos no se encontraron diferencias entre tratamientos para la cantidad de libras perdidas por efecto de cicatriz de crecimiento, sin embargo en la Figura 3.9 se observa que se produjo diferencia entre los tratamientos, pero esta no es significativa, tal como se explicó.

Se observa que el tratamiento Banalastic presentó un promedio de pérdida de 0.84 libras por racimo debido a cicatriz de crecimiento, obteniendo diferencia de 1.14 libras menos que el testigo. Para el tratamiento de Banalastic + Protección se produjo un promedio de 1.21 libras perdidas por racimo siendo (0.77 libras menos que el testigo).

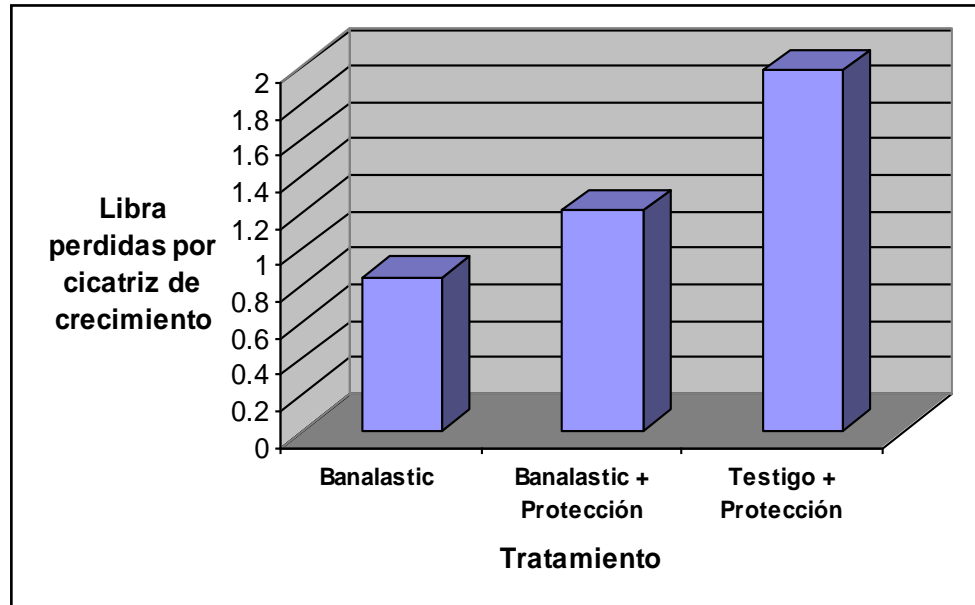


Figura 3.9 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento en los tratamientos evaluados

b. Libras perdidas por malformación de dedos

En el Cuadro 3.40 se presenta el análisis de varianza para la variable libras perdidas de fruta de banano causadas por malformación de dedos, en el cual se observa que para esta variable si existió diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey para determinar que tratamiento presentó las menores pérdidas de producción.

Cuadro 3.40 Análisis de varianza para la variable libras pérdidas por malformación de dedos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	13.74	6.87	4.67	0.02
Error Experimental	15	22.09	1.47		
Total	17	35.83			

Coefficiente de variación: 67.83%

Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey, se obtuvo que el tratamiento Banalastic que presentó un promedio de pérdida de 0.85 libras por racimo y el tratamiento Banalastic + Protección 1.56 libras lo cual produjo un comportamiento similar estadísticamente de ambos tratamientos, además fueron los tratamientos que menor desperdicio de producción de fruta causado por malformación de dedos registraron en comparación con el tratamiento Testigo que fue el de mayor pérdidas de fruta obtuvo con 2.95 libras por racimo de banano (Cuadro 3.41).

Lo anterior indica que al utilizar el producto Banalastic se disminuyeron las pérdidas causadas por malformación de dedos en 2.1 libras por racimo (71.10 %), mientras que utilizando Banalastic + Protección se redujeron las pérdidas en 1.39 libras por racimo (47.10%).

Cuadro 3.41 Prueba de Tukey para la variable libras pedidas por malformación de dedos

Tratamiento	Promedio de Libras perdidas	Grupo de Tukey
Banalastic	0.85	A
Banalastic + Protección	1.56	A
Testigo + Protección	2.95	B

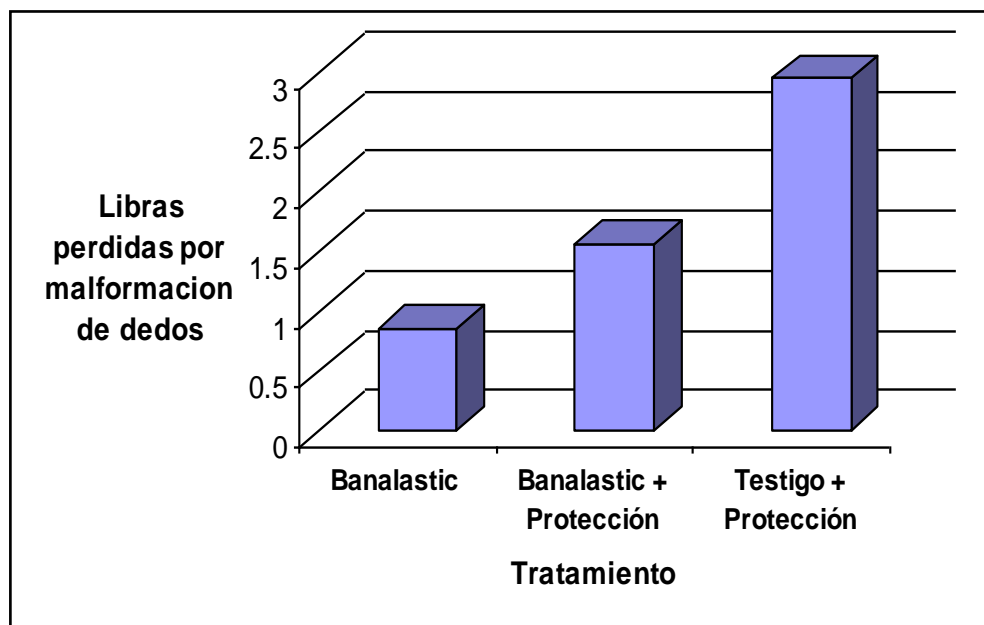


Figura 3.10 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por malformación de dedos en los tratamientos evaluados

La Figura 3.10 es la representación de los resultados obtenidos en la prueba de Tukey para determinar cuál de los tratamientos presentó la menor pérdida de libras de banano ocasionado por malformación de dedos, dichos resultados ya fueron explicados previo al Cuadro 3.41.

c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

En el Cuadro 3.42 se presenta el análisis de varianza para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos, dicho análisis indica que los tratamientos se comportaron con diferencia significativa, por lo que se realizó una prueba de comparación de medias.

Cuadro 3.42 Análisis de varianza para las libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	32.71	16.35	8.28	0.0038
Error Experimental	15	29.63	1.97		
Total	17	62.35			

Coeficiente de variación: 64.28%

La prueba de Tukey contenida en el Desde otra perspectiva, al utilizar el producto Banalastic se disminuyó el desperdicio ocasionado por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en 3.24 libras por racimo lo cual equivale a 65.72% y al utilizar Banalastic + Protección se redujo en 2.16 libras, es decir 43.81%.

Cuadro 3.43, indica que el tratamiento Banalastic presentó un promedio de 1.69 libras perdidas por racimo y el tratamiento Banalastic + Protección 2.77 libras perdidas, ambos tratamientos se presentan dentro del mismo grupo Tukey por no presentar diferencias significativas, además son los tratamientos que menor pérdida de producción ocasionada por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos produjeron. El tratamiento Testigo + Protección presenta la mayor pérdida de libras con un promedio de 4.93. Lo anterior también se presenta de manera gráfica en la Figura 3.11.

Desde otra perspectiva, al utilizar el producto Banalastic se disminuyó el desperdicio ocasionado por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en 3.24 libras por racimo lo cual equivale a 65.72% y al utilizar Banalastic + Protección se redujo en 2.16 libras, es decir 43.81%.

Cuadro 3.43 Prueba de Tukey para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

Tratamiento	Promedio de libras perdidas	Grupos de Tukey
Banalastic	1.69	A
Banalastic + Protección	2.77	A
Testigo + Protección	4.93	B

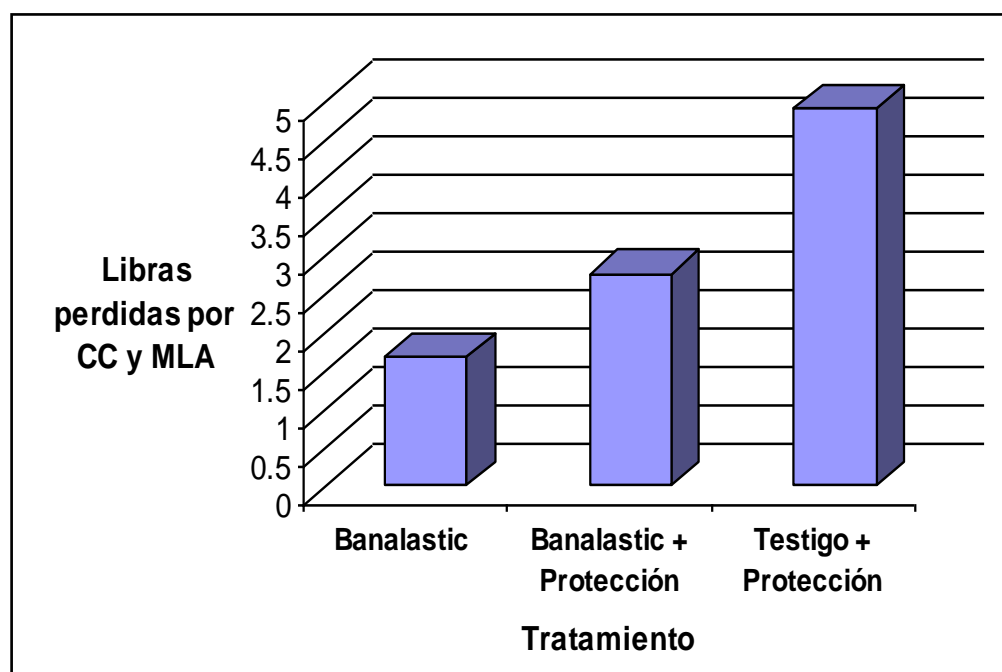


Figura 3.11 Comportamiento de las pérdidas de libras en racimos de banano ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos en los tratamientos evaluados

d. Porcentaje de pérdida de ratio

En el Cuadro 3.44 se presenta el análisis de varianza para la variable pérdidas de ratio en el que se observa que el valor de Probabilidad es menor al nivel de significancia de la prueba ($0.0036 < 0.05$), por lo que posteriormente se realizó una prueba de comparación de medias para determinar los mejores tratamientos.

Cuadro 3.44 Análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdidas de ratio

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F	Probabilidad
Tratamiento	2	0.01915	0.0095	8.37	0.0036
Error Experimental	15	0.01717	0.0011		
Total	17	0.0363			

Coeficiente de variación: 44.74%

La prueba de Tukey descrita en el Cuadro 3.45 indica que el tratamiento Banalastic que presentó una pérdida de ratio de 0.040 y el tratamiento Banalastic + Protección con una pérdida de 0.067 no difieren estadísticamente y son los que produjeron la menor pérdida de ratio en comparación con el tratamiento Testigo + Protección el cual presentó pérdida de 0.119 y obtuvo posición secundaria (segundo grupo Tukey) respecto a la pérdida de ratio. Los resultados analizados también se presentan en la Figura 3.12

Lo anterior sirve como base para determinar qué: la utilización del producto Banalastic generó una ganancia extra de ratio por racimo de 0.07 en relación al Testigo, mientras que al utilizar Banalastic + Protección se obtuvo una ganancia de ratio por racimo de 0.52, siempre en relación al Testigo.

Cuadro 3.45 Prueba de Tukey para la variable porcentaje de pérdidas de ratio

Tratamiento	Promedio pérdida de ratio	Grupos Tukey
Banalastic	0.0406	A
Banalastic + Protección	0.067	A
Testigo + Protección	0.119	B

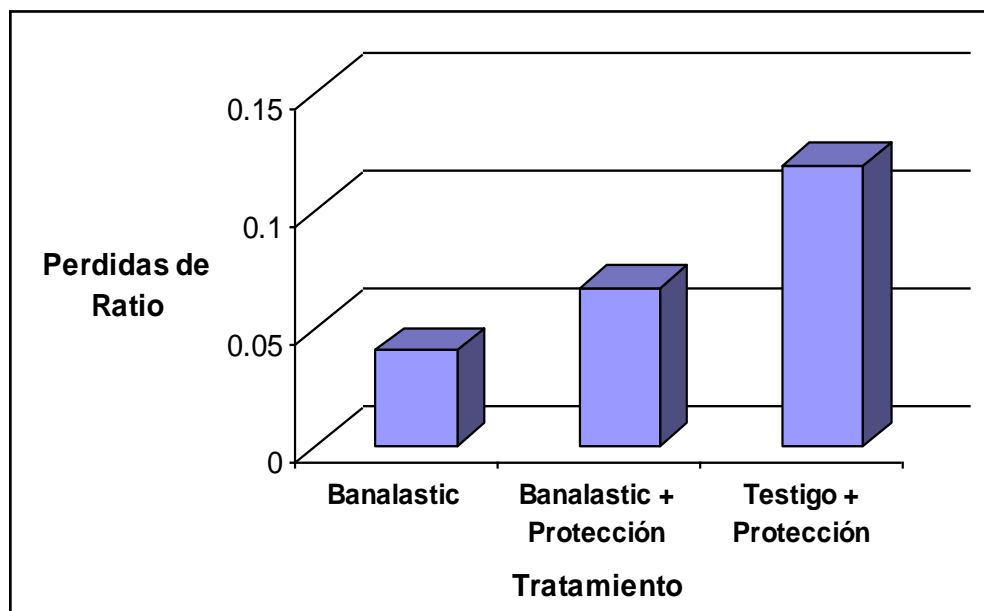


Figura 3.12 Comportamiento de las pérdidas de ratio en los tratamientos evaluados

3.2.8. Evaluación del Banalastic en la finca Ipala I, Cobigua S.A

3.2.8.A. Material vegetal utilizado

Variedad: Valery

3.2.8.B. Tratamientos evaluados

Se evaluaron dos tratamientos y seis repeticiones, los tratamientos se describen a continuación:

T1= Testigo

T2= Banalastic

3.2.8.C. Análisis de la información

a. Prueba de hipótesis

Para la evaluación de la significancia de los tratamientos se procedió a realizar una prueba de hipótesis para medias independientes, para dicha prueba se utilizó un nivel de significancia de 5%. Los datos originales de campo se adjuntan en el Cuadro 3.57A.

Las hipótesis evaluadas fueron las siguientes:

- ✓ El promedio de libras perdidas por racimo de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento no presentan diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.
- ✓ El promedio de libras perdidas por racimo de banano ocasionado por mal formación de dedos no presentan diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.
- ✓ El promedio de libras perdidas por racimo de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento + mal formación de dedos no presentan diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.
- ✓ El promedio de pérdida de ratio no presenta diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.

3.2.8.D. Resultados y discusión

a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento

En el Cuadro 3.46 se presentan los resultados de la prueba de hipótesis para la variable; libras perdidas por cicatriz de crecimiento, dicha prueba evidenció la presencia de diferencia significativa entre la utilización del Banalastic y el Testigo.

Cuadro 3.46 Prueba de hipótesis para la variable libras perdidas ocasionado por cicatriz de crecimiento

	Testigo	Banalastic
Promedio de libras	2.75	1.46
Varianza	2.31	0.102
Estadístico "t"	2.02	
Probabilidad	0.035	

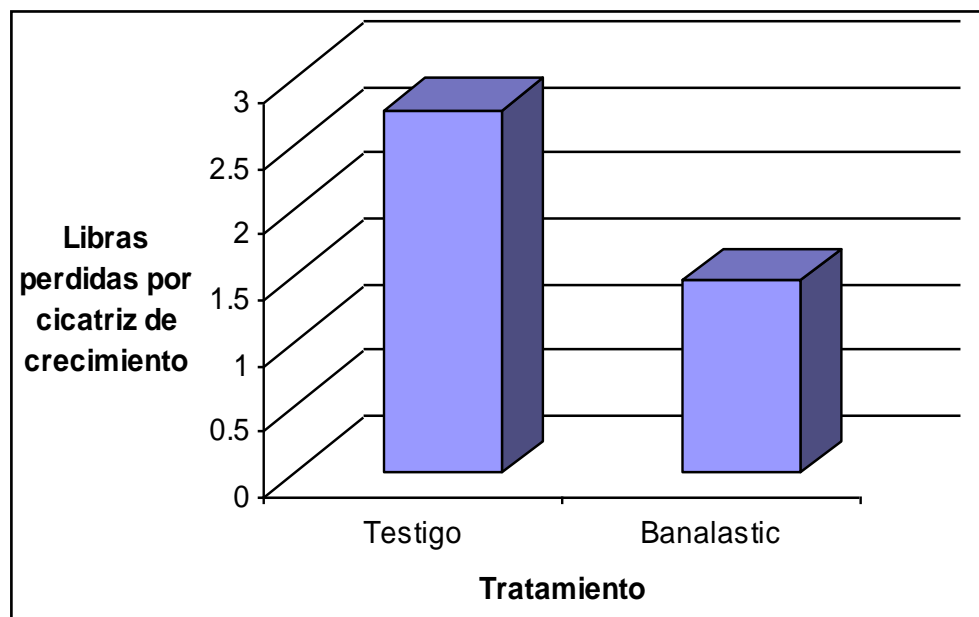


Figura 3.13 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento entre los tratamientos evaluados

Los resultados indican que al utilizar Banalastic se obtuvo una pérdida promedio de 1.46 libras por racimo de banano en comparación del testigo que presentó un promedio más elevado (2.75 libras perdidas), lo anterior justifica la eficiencia del dispositivo evaluado para el objetivo de protección de la fruta en cuanto a daños producidos por cicatriz de crecimiento, en otras palabras: con estos resultados se infiere que al utilizar el Banalastic se redujo en un 46.90% las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento (Cuadro 3.46 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

b. Libras perdidas por malformación de dedos

La prueba de hipótesis para ésta variable presentó diferencia significativa entre los dos tratamientos evaluados.

Los análisis revelaron que al utilizar el Banalastic, las pérdidas por malformación de dedos son bajas (0.65 libras) en relación al Testigo que produjo pérdidas de 2.11 libras por racimo.

La diferencia en los promedios de libras perdidas de banano ocasionado por malformación de dedos, también se puede interpretar de la siguiente manera: Banalastic redujo las pérdidas por malformación de frutos en 1.46 libras (diferencia entre ambos tratamientos), lo cual representó un 69.20% del total de la fruta por racimo evaluado (Cuadro 3.47 y Figura 3.14)

Cuadro 3.47 Prueba de hipótesis para la variable libras perdidas por malformación de dedos

	Testigo	Banalastic
Promedio de libras	2.11	0.65
Varianza	2.69	0.535
Estadístico "t"	1.99	
Probabilidad	0.037	

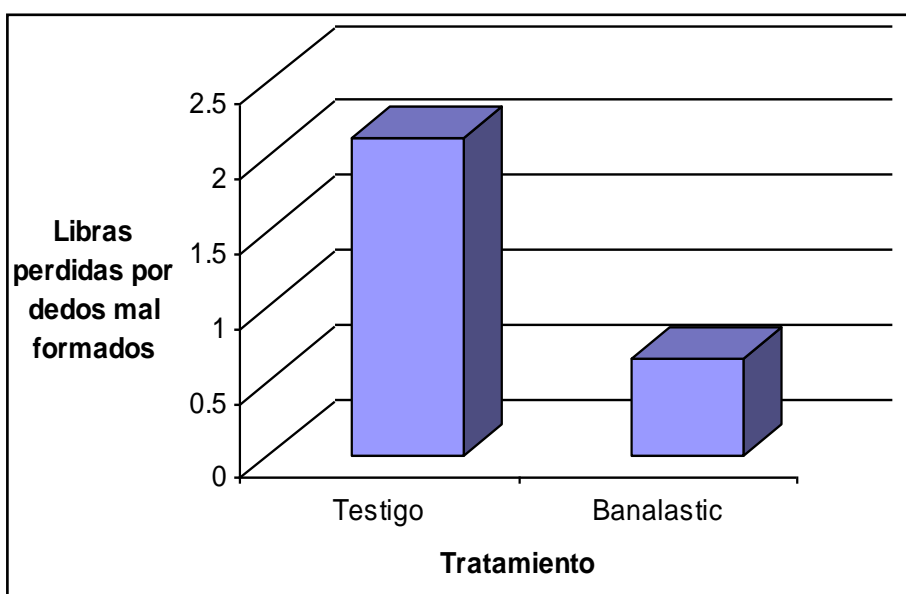


Figura 3.14 Comparación de las pérdidas ocasionadas por malformación de dedos entre los tratamientos evaluados

c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de frutos

El Cuadro 3.48 muestra los resultados de la prueba de hipótesis realizada a la variable de pérdidas de frutos de banano, tanto por cicatriz de crecimiento como por malformación de

los frutos (libras), dicha prueba presentó diferencia estadística entre el testigo y la utilización del Banalastic, ya que el valor de $P < 0.05$ ($0.006 < 0.05$).

Por otro lado, la prueba de hipótesis refleja que al utilizar el producto Banalastic solamente se perdieron 2.11 libras por racimo de banano en relación al Testigo en donde la pérdida promedio aumentó a 4.86 libras, existiendo una diferencia de 2.75 libras entre cada tratamiento utilizado, es decir que, con el uso de Banalastic se redujo la pérdida de fruta (libras) por efecto de cicatriz y malformación en un 56.58% en relación al Testigo. Lo descrito se resume en el Cuadro 3.48, además, dichos resultados también se presentan de manera gráfica para mejor interpretación de los mismos (Figura 3.15).

Cuadro 3.48 Prueba de hipótesis para la variable libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

	Testigo	Banalastic
Promedio de libras	4.86	2.11
Varianza	3.93	0.93
Estadístico "t"	3.04	
Probabilidad	0.006	

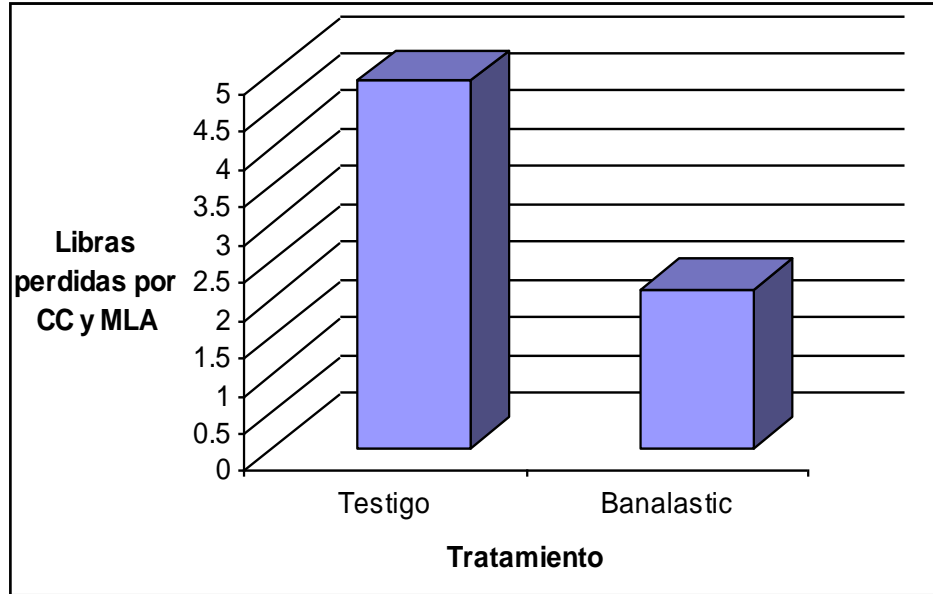


Figura 3.15 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos entre los tratamientos evaluados

d. Pérdida de ratio

El Cuadro 3.49 y la Figura 3.16 evidencian que al utilizar el Banalastic la pérdida de ratio fue de 0.05, mientras que con el testigo la pérdida es de 0.117 indicando que, con el producto Banalastic se obtuvo una ganancia de ratio de 0.067.

Cuadro 3.49 Prueba de hipótesis para la variable pérdida de ratio

	Testigo	Banalastic
Promedio de pérdida de ratio	0.117	0.05
Varianza	0.00228	0.00054
Estadístico "t"	3.04	
Probabilidad	0.006	

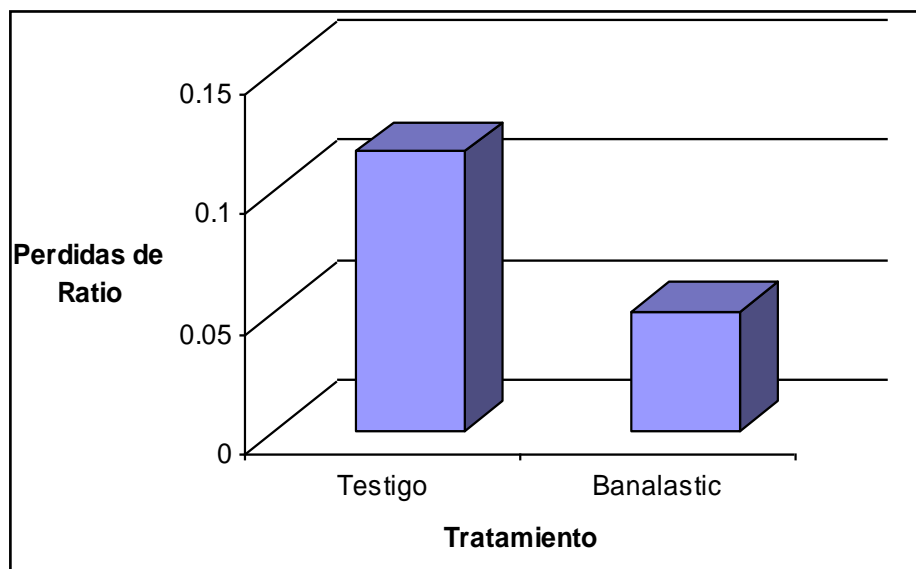


Figura 3.16 Comparación de las pérdidas de ratio entre los tratamientos evaluados

3.2.9. Evaluación de Banalastic en finca Omagua 2, Cobigua S.A

3.2.9.A. Material vegetal utilizado

Variedad: Willians

3.2.9.B. Tratamientos evaluados

Se evaluaron dos tratamientos con ocho repeticiones cada uno, respectivamente. Dichos tratamientos se describen a continuación:

T1= Testigo

T2= Banalastic

3.2.9.C. Análisis de la información

a. Prueba de hipótesis

Para la evaluación de la significancia de los tratamientos se procedió a realizar una prueba de hipótesis para medias independientes con un nivel de significancia del 5%, tal como se desarrolló en la finca Ipala I. Datos de campo en el Cuadro 3.58A.

Las hipótesis evaluadas fueron las siguientes:

- ✓ El promedio de libras perdidas por racimo de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento no presentan diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.
- ✓ El promedio de libras perdidas por racimo de banano ocasionado por mal formación de dedos no presentan diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.
- ✓ El promedio de libras perdidas por racimo de banano ocasionado por cicatriz de crecimiento y mal formación de dedos no presentan diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.
- ✓ El promedio de pérdida de ratio no presenta diferencias significativas entre la utilización del Banalastic y el Testigo.

3.2.9.D. Resultados y discusión

a. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento

Los resultados de la prueba de hipótesis para la variable; libras perdidas por cicatriz de crecimiento, indica que se obtuvo diferencia significativa entre la utilización de Banalastic y el Testigo ($0.04 < 0.05$), además al utilizar el Banalastic se desaprovechó un promedio de 0.43 libras por racimo de banano en comparación al Testigo que presentó un promedio de 0.93 libras perdidas por cicatriz de crecimiento. Interpretando los resultados desde otro punto de vista se tuvo que: Banalastic disminuyó en 0.5 libras las pérdidas por cicatriz de crecimiento, es decir 53.76% de diferencia en relación al testigo (

Cuadro 3.50).

Los resultados que se han analizado para las pérdidas por cicatriz de crecimiento (libras por racimo), se reflejan también en la Figura 3.17.

Cuadro 3.50 Prueba de hipótesis para la variable libras pérdidas por cicatriz de crecimiento

	Testigo	Banalastic
Promedio de libras	0.9375	0.4375
Varianza	0.4598	0.1741
Estadístico "t"	1.77	
Probabilidad	0.04	

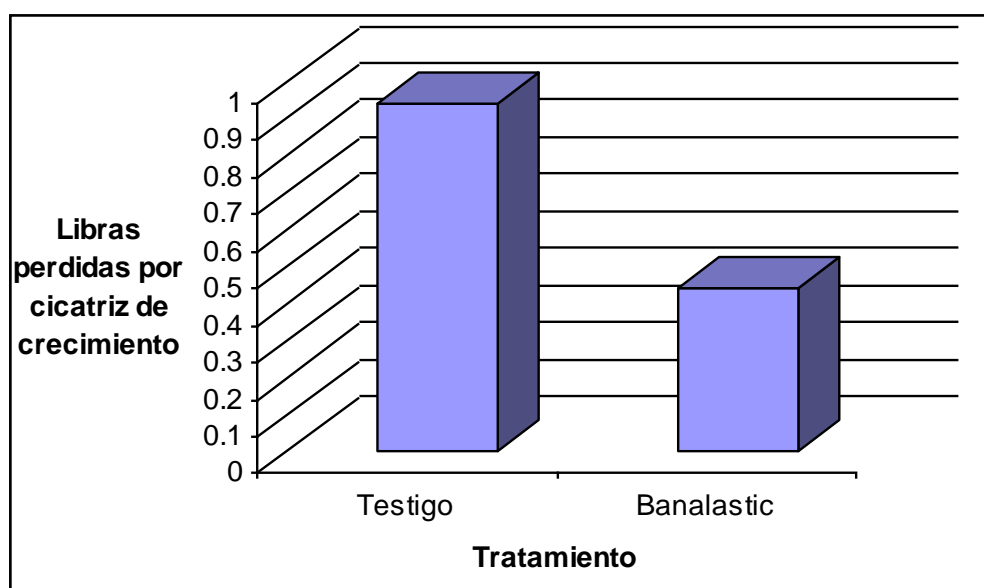


Figura 3.17 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento entre los tratamientos evaluados

b. Libras perdidas por malformación de dedos

En el Cuadro 3.51 se presentan los resultados de la prueba de hipótesis, dicha prueba indica que hubo diferencia significativa entre los dos tratamientos evaluados sobre las libras de fruta de banano perdidas por malformación de dedos. Con base a dichos resultados se determinó que al utilizar el dispositivo Banalastic, las pérdidas por malformación de dedos fueron mínimas en relación al Testigo, ya que el promedio de libras perdidas se registró en

0.375 para el tratamiento de protección de la fruta utilizando el dispositivo mencionado, mientras que con el Testigo se obtuvo una pérdida promedio de 1.06 libras por racimo, éstos resultados también se presentan en la Figura 3.18.

Se infiere entonces que al utilizar el Banalastic, las pérdidas por malformación de frutos se redujeron en 0.68 libras equivalentes a un 64.62% del total de fruta contenida en cada racimo evaluado.

Cuadro 3.51 Prueba de hipótesis para la variable libras pérdidas por malformación de dedos

	Testigo	Banalastic
Promedio de libras	1.062	0.375
Varianza	0.7455	0.1964
Estadístico "t"	2	
Probabilidad	0.032	

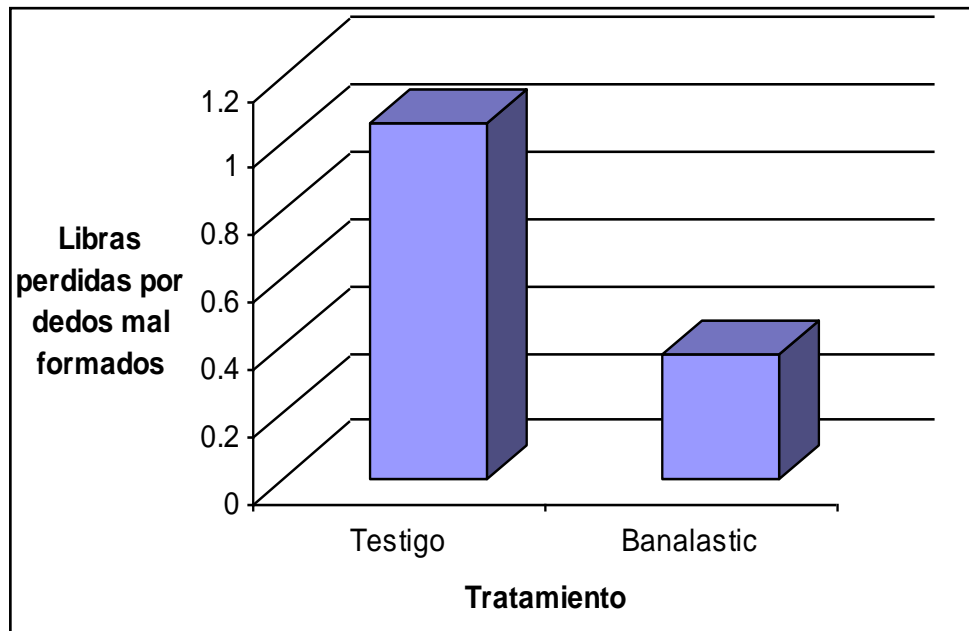


Figura 3.18 Comparación de las pérdidas ocasionadas por malformación de dedos entre los tratamientos evaluados

c. Libras perdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de frutos

El Cuadro 3.52 contiene los resultados de la prueba de hipótesis para esta variable, se observa que hubo diferencia estadística entre el uso de Banalastic y el Testigo ($P < 0.05$ y/o $0.014 < 0.05$).

Para el caso de Banalastic se perdieron únicamente 0.81 libras por racimo de banano por problemas de cicatriz de crecimiento y malformación de dedos, mientras que con el testigo la pérdida promedio se registró en 2 libras (Figura 3.19).

Con base a lo descrito en el párrafo anterior, se encontró que la diferencia en las pérdidas de frutos de banano (libras) ocasionado por cicatriz y malformación fue de 1.19 libras, es decir que con el uso de Banalastic, las pérdidas de producción se redujeron en 59.50%.

Cuadro 3.52 Prueba de hipótesis para la variable libras pérdidas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos

	Testigo	Banalastic
Promedio de libras	2	0.81
Varianza	1.714	0.2098
Estadístico "t"	2.42	
Probabilidad	0.014	

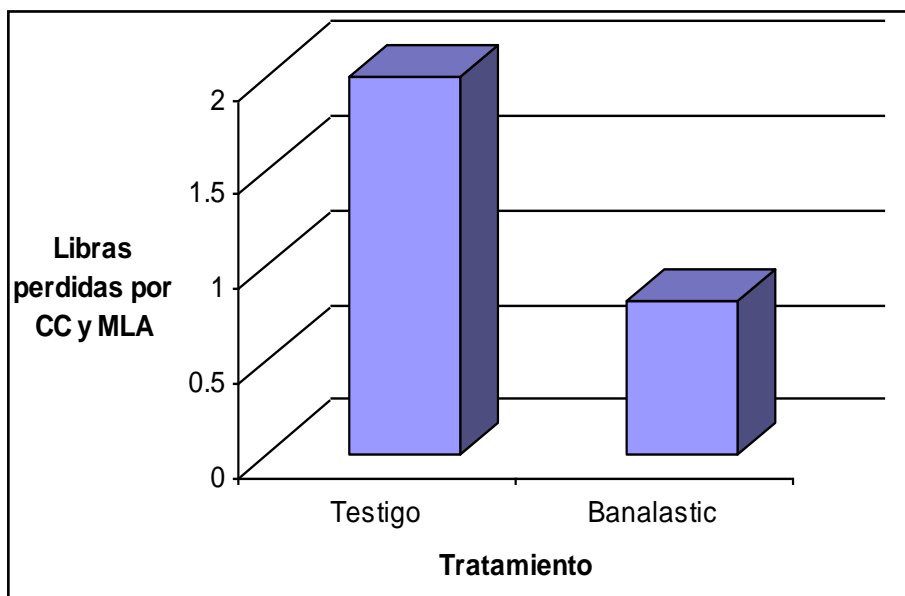


Figura 3.19 Comparación de las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos entre los tratamientos evaluados

d. Pérdida de ratio

La Figura 3.20 fue generada a partir de los resultados contenidos en el Cuadro 3.53, dicha información son los resultados de la prueba de hipótesis realizada para la pérdida de ratio. Lo anterior demuestra que al utilizar Banalastic el promedio de pérdida de ratio fue de 0.019, mientras que con el testigo se obtuvo 0.048 generándose una diferencia de 0.029 entre los tratamientos, dicha diferencia se interpreta como la ganancia en ratio al utilizar el tratamiento Banalastic.

Cuadro 3.53 Prueba de hipótesis para la variable pérdida de ratio

	Testigo	Banalastic
Promedio de pérdida de ratio	0.048	0.019
Varianza	0.00099	0.00012
Estadístico "t"	2.42	
Probabilidad	0.014	

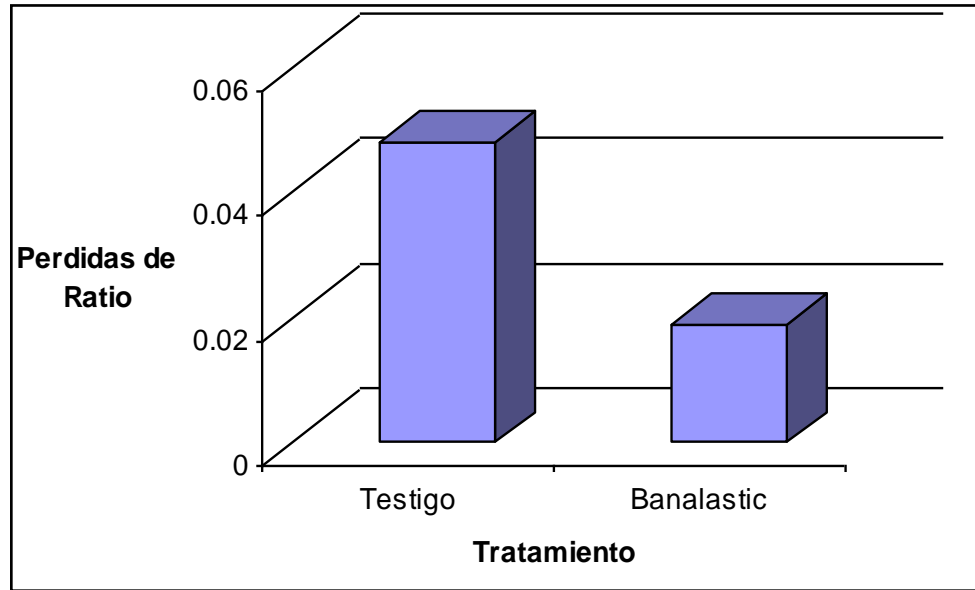


Figura 3.20 Comparación de las pérdidas de ratio entre los tratamientos evaluados

3.3. Conclusiones

Con los resultados de la evaluación del dispositivo Banalastic realizados en Cobigua Norte, se encontró que al utilizar dicho dispositivo se reduce entre 59.8% y 65.72% las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos a comparación de no utilizarlo.

Se determinó para Cobigua Norte, que al utilizar el dispositivo Banalastic se obtienen ganancias de ratio que van de 0.07 a 0.11 a comparación de no utilizar el dispositivo.

Para las condiciones de Cobigua Sur, se determinó que al utilizar el dispositivo Banalastic se reducen las pérdidas ocasionadas por cicatriz de crecimiento y malformación de dedos entre 56.58% y 59.50% a comparación de no utilizar el dispositivo.

En cuanto a las ganancias de ratio para Guatemala se encontraron entre 0.029 y 0.067 a comparación de no utilizar el dispositivo Banalastic.

3.4. Recomendaciones

Durante la realización de estos servicios observamos que el dispositivo Banalastic causo un gran impacto en la reducción de desperdicio por causas ambientales, por lo que recomendamos a la empresa COBIGUA S.A hacer uso de este material para tener un mayor rendimiento de fruta dentro de sus plantaciones.

3.5. Bibliografía

1. Fuente, G De la. 2003. El dispositivo banalastic para el área bananera. Guatemala, Ruber Technology. 10 p. Sin Publicar.

3.6. Anexos

Cuadro 3.54A Resultados de la evaluación de Banalastic en la finca Chinook, Cobigua S.A

Repeticion	Tratamiento	CC	MLA	Perdida de Ratio	CC+MLA
1	1	3.5	4.25	0.187	7.75
1	2	1.12	2.1	0.078	3.22
1	3	0	2.63	0.063	2.63
2	1	6.5	3.4	0.239	9.9
2	2	4.8	1.12	0.143	5.92
2	3	0	2.25	0.054	2.25
3	1	4	3.5	0.181	7.5
3	2	2.12	1.8	0.094	3.92
3	3	0.5	2.63	0.075	3.13
4	1	7	4	0.265	11
4	2	3	2	0.120	5
4	3	0.5	1.25	0.042	1.75
5	1	7	3.4	0.251	10.4
5	2	1	1	0.048	2
5	3	0.5	2	0.060	2.5
6	1	2.5	5	0.181	7.5
6	2	2.5	0	0.060	2.5
6	3	0	4.31	0.104	4.31
7	1	6.4	4	0.251	10.4
7	2	0.75	0	0.018	0.75
7	3	0	1.25	0.030	1.25
8	1	2.5	3	0.133	5.5
8	2	2.1	1.75	0.093	3.85
8	3	2.25	3	0.127	5.25
9	1	3	2.12	0.123	5.12
9	2	2.5	1.2	0.089	3.7
9	3	0.8	2.12	0.070	2.92
10	1	3.2	3.4	0.159	6.6
10	2	3	1.9	0.118	4.9
10	3	6.8	3.1	0.239	9.9
11	1	2.2	3.2	0.130	5.4
11	2	0	0	0.000	0
11	3	3.8	3.4	0.173	7.2
12	1	2.8	3.6	0.154	6.4
12	2	0	1	0.024	1
12	3	0	2.5	0.060	2.5
13	1	2.12	4	0.147	6.12
13	2	2.4	2	0.106	4.4
13	3	0	4	0.096	4
14	1	2	3.2	0.125	5.2
14	2	2.8	2.4	0.125	5.2
14	3	0	3	0.072	3
15	1	1.8	4	0.140	5.8
15	2	4	1.6	0.135	5.6
15	3	0	2	0.048	2
16	1	1.8	8	0.236	9.8
16	2	1.8	0	0.043	1.8
16	3	0.6	3.2	0.092	3.8
17	1	1.8	6	0.188	7.8
17	2	0	2.5	0.060	2.5
17	3	1.2	3.8	0.120	5
18	1	1.4	4.2	0.135	5.6
18	2	0	1.1	0.027	1.1
18	3	0.9	7.4	0.200	8.3
19	1	1.8	4	0.140	5.8
19	2	0	0	0.000	0
19	3	0	0	0.000	0
20	1	1.8	5.8	0.183	7.6
20	2	0	1.8	0.043	1.8
20	3	0.6	0	0.014	0.6

Cuadro 3.55A Resultados de la evaluación de Banalastic en la finca Uthe, Cobigua S.A

Repetición	Tratamiento	CC	MLA	Perdida de Ratio	CC+MLA
1	1	3	3.75	0.163	6.75
1	2	2	0	0.048	2
1	3	1.75	0	0.042	1.75
2	1	1	2.4	0.082	3.4
	2	0	0	0.000	0
2	3	0	0.25	0.006	0.25
3	1	1.2	2.4	0.087	3.6
3	2	1	1.4	0.058	2.4
3	3	0.8	4.2	0.120	5
4	1	1.2	12	0.318	13.2
4	2	0.8	0.8	0.039	1.6
4	3	0.8	3.4	0.101	4.2
5	1	2	4.1	0.147	6.1
5	2	0	2	0.048	2
5	3	0	2.6	0.063	2.6
6	1	1	6.6	0.183	7.6
6	2	1.2	3.8	0.120	5
6	3	0.8	1.12	0.046	1.92

Cuadro 3.56A Resultados de la evaluación del Banalastic en la Finca Hopy, Cobigua S.A

Repetición	Tratamiento	CC	MLA	Peridida de Ratio	CC+MLA
1	1	1.1	0.75	0.045	1.85
1	2	0	0.31	0.007	0.31
1	3	0	1.6	0.039	1.6
2	1	3.1	2.2	0.128	5.3
2	2	0.88	0	0.021	0.88
2	3	1.75	1	0.066	2.75
3	1	1.1	4.84	0.143	5.94
3	2	2.5	0	0.060	2.5
3	3	1.2	3.2	0.106	4.4
4	1	2.2	4.84	0.170	7.04
4	2	0.88	1.5	0.057	2.38
4		1.76	1.76	0.085	3.52
5	1	2.2	1.6	0.092	3.8
5	2	0.8	1.8	0.063	2.6
5	3	2.6	0.8	0.082	3.4
6	1	2.2	3.5	0.137	5.7
6	2	0	1.5	0.036	1.5
6	3	0	1	0.024	1

Cuadro 3.57A Resultados de la evaluación del Banalastic en la finca Ipala I, Cobigua S.A

CC		MLA		CC + MIA		Perdida de Ratio	
Banalastic	Testigo	Banalastic	Testigo	Banalastic	Testigo	Banalastic	Testigo
1.4	4.2	0	1.06	1.4	5.26	0.034	0.127
1	2	0	1.5	1	3.5	0.024	0.084
1.4	4.8	1.4	1.6	2.8	6.4	0.067	0.154
1.5	1.5	0	5	1.5	6.5	0.036	0.157
2	3	1.5	3	3.5	6	0.084	0.145
	1	1	0.5	2.5	1.5	0.060	0.036

Cuadro 3.58A Resultados de la evaluación del Banalastic en la Finca Omagua 2, Cobigua

CC		MLA		CC + MIA		Perdida de Ratio	
Banalastic	Testigo	Banalastic	Testigo	Banalastic	Testigo	Banalastic	Testigo
0.5	0	0	0	0.5	0	0.012	0.000
0	1.5	0	1	0	2.5	0.000	0.060
1	1	0	0.5	1	1.5	0.024	0.036
0	1.5	1	0.5	1	2	0.024	0.048
0.5	1.5	1	2	1.4	3.5	0.036	0.084
1	1.5	0	2.5	1	4	0.024	0.096
0.5	0	0.5	1.5	1	1.5	0.024	0.036
0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.012	0.024

Cuadro 3.59A Formulas utilizadas para el análisis de varianza del diseño completamente al azar.

Fuentes de variación	Grados de libertad (gl)	Suma de cuadrados (SC)	Cuadrados medios (CM)	Valor de F
Tratamientos	t – 1	$\sum_{i=1}^r \frac{Y_{i.}^2}{r} - \frac{Y_{..}^2}{tr}$	SC tratamientos / gl tratamientos	CMtratamiento / CMerror
Error	t(r – 1)	SC total – Sctrat	SCerror / glerror	
Total	tr – 1	$\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{tr}$		

t= número de tratamientos

r= número de repeticiones.

$$\text{Coeficiente de variación} = \frac{\sqrt{CM_{ee}}}{\bar{Y}_{..}} \times 100$$

CM_{ee}= Cuadrados medios del error.

Regla de decisión: Existe diferencia significativa entre los tratamientos si la probabilidad es menor a 0.05.

3.6.1. Anexo 1

Formulas utilizadas para realizar las pruebas de comparación múltiple de medias por el criterio de Tukey

1. Diferencia de medias: $d = |Y_i - Y_{i'}|$

2. Comparador o nivel mínimo de significancia entre tratamientos:

$$W = q_{(t, glee, \alpha)} \times \sqrt{\frac{CMee}{r}}$$

Donde:

q = amplitud total estudentizada. Valor encontrado en tablas y que está en función de:

α = (nivel de significancia)

t = (número de tratamientos), y

glee = (grados de libertad del error experimental)

CMee = cuadrado medio del error experimental

r = número de repeticiones de las medias de los tratamientos a ser comparadas.

3.6.2. Anexo 2

Formulas utilizadas para realizar la prueba de hipótesis de medias independientes.

$$\text{Estadístico "t"} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{Donde;}$$

$$\bar{X}_1 = \text{media_tratamiento_1}$$

$$\bar{X}_2 = \text{media_tratamiento_2}$$

$$s_1^2 = \text{Varianza_tratamiento_1}$$

$$s_2^2 = \text{Varianza_tratamiento_2}$$

$$n = \text{número_de_o_bservaciones_por_tratamiento}$$

Regla de decisión: Si la probabilidad es mayor a 0.05 no hay significancia o diferencia entre tratamientos y se aceptan las hipótesis planteadas.

3.6.3. Anexo 3

Palabras Claves

- Diferencia significativa: es la diferencia estadística verdadera entre los promedios de los tratamientos.
- Diseño experimental: es la secuencia completa de pasos a realizar para asegurar que se obtendrá la información necesaria para el contraste de la hipótesis planteada.
- Probabilidad: grado que indica si existe diferencia significativa o no entre los tratamientos y está asociado al grado de significancia establecido por el investigador.
- Prueba de Hipótesis: evaluación estadística sobre la suposición o afirmación acerca del comportamiento de una población a través de muestras.
- Prueba de Tukey: Prueba post-análisis de varianza (ANDEVA) para contrastar los tratamientos evaluados al indicar el ANDEVA que hay significancia entre tratamientos.
- Significancia: El nivel de significancia de una prueba es la probabilidad máxima que estamos dispuestos a aceptar,
- Unidad Experimental: es la porción de material experimental a la cual se le aplica un tratamiento en una repetición de un experimento.