

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de insecticidas y fungicidas para el control de *Botrytis cinerea* y *Membracis mexicana* en inflorescencias de *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, Protaceae, en finca “La Suiza”, El Palmar, Quetzaltenango.

TPA. Bennson Manuel Corzo Martínez
Carné: 201540934
DPI: 3224167791001
Correo electrónico: bennsonmanuel@hotmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, abril de 2024

Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de Suroccidente
Ingeniería en Agronomía Tropical



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de insecticidas y fungicidas para el control de *Botrytis cinerea* y *Membracis mexicana* en inflorescencias de *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, Protaceae, en finca “La Suiza”, El Palmar, Quetzaltenango.

TPA. Bennson Manuel Corzo Martínez
Carné: 201540934
DPI: 3224167791001
Correo electrónico: bennsonmanuel@hotmail.com

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos
SUPERVISOR-ASESOR

Mazatenango, Suchitepéquez, abril de 2024

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES TPA.

Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Edín Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA.

A:

Dios: Ser omnipotente que ha derramado sus bendiciones sobre mi, además de llenarme de su fuerza para vencer todos los obstáculos desde el principio de mi vida.

Mis padres: Víctor Omar Corzo Gramajo e Indira Colett Martínez García: por el esfuerzo y sacrificio que han hecho para que pueda cumplir mis metas, por sus sabios consejos y haberme enseñado buenos valores y principios.

Esposa e hijos: Maryllin Estefania Aguilar de Corzo, Allison Colett Corzo Aguilar y Víctor Ronel Corzo Aguilar; por ser la razón y motivación de mi vida, por apoyarme con su comprensión y expresar su amor en todas las situaciones adversas durante mi carrera estudiantil.

Mis hermanos: Víctor Omar, Ferdy Gonzalo, Hansel Emir, Enzo Gael e Indira Estela por estar siempre presentes y darme su apoyo en todo momento, sin importar las situaciones

Mis abuelos: Víctor Manuel Corzo López (QEPD), que aun con su falta me sigue inspirando a ser cada día mejor persona, Margarita Estela Gramajo Barrios, América García Méndez y Angel Jacob Martínez Obregón por ser parte importante en mi vida y aconsejarme.

Mis amigos: En especial a Pablo Durán, Mario Gómez, Raúl Gómez, Johan Lapoyeu y Alexis Vega. Por su amistad y convivencia durante mi vida estudiantil y profesional.

AGRADECIMIENTOS.

A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente por permitirme ser parte de la casa de estudios superior, formándome académicamente.

Los docentes del Centro Universitario de Suroccidente, por compartir su conocimiento y experiencias de forma profesional.

Al Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz y al Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales, por brindarme su apoyo y amistad, por compartir sus conocimientos, guiándome de forma profesional y sobre todo motivándome en la etapa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS).

Al Ing. Agr. José Carlos Martínez Lemus, por darme la oportunidad de llevar a cabo mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), por brindarme su amistad y conocimientos en el Agro.

Al Ing. Daniel Arnulfo Colomo de León y al personal de finca “La Suiza”, por brindarme su amistad y ser parte en mi formación como profesional.

INDICE GENERAL

| | Contenido | Página. |
|-------|---|---------|
| I. | INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. | JUSTIFICACIÓN | 3 |
| III. | MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 1. | Marco Conceptual | 4 |
| 1.1. | Cultivo de <i>Macadamia integrifolia</i> Maiden & Betche | 4 |
| 1.2. | Clasificación taxonómica | 4 |
| 1.3. | Características de la inflorescencia de macadamia..... | 5 |
| 1.4. | Etapas o períodos de la inflorescencia de la macadamia | 5 |
| 1.5. | Introducción del cultivo de la macadamia a Guatemala | 7 |
| 1.6. | Ecología del cultivo de la macadamia | 7 |
| 1.7. | Principales variedades de macadamia cultivadas en finca “La Suiza”. ... | 8 |
| 1.8. | Plaga y enfermedad de la inflorescencia evaluada. | 8 |
| 1.9. | Índice de incidencia (%) de organismos plaga, insecto y hongos. | 11 |
| 1.10. | Porcentaje de sanidad | 11 |
| 1.11. | Clasificación de los insecticidas..... | 12 |
| 1.12. | Clasificación de los fungicidas | 13 |
| 1.13. | Productos químicos evaluados en la investigación | 15 |
| 1.14. | Combinaciones o mezclas de agroquímicos..... | 17 |
| 1.15. | Relación Beneficio- Costo..... | 18 |
| 2. | Marco Referencial..... | 19 |
| 2.1. | Nombre de finca | 19 |
| 2.2. | Ubicación geográfica de finca “La Suiza” | 19 |
| 2.3. | Vías de acceso..... | 20 |
| 2.4. | Tipo de institución finca La Suiza | 21 |
| 1.5. | Mapa de finca La Suiza. | 21 |
| 2.6. | Investigaciones relacionadas al tema de la investigación | 22 |

| | | |
|--------|--|----|
| IV. | OBJETIVOS | 29 |
| 1. | Objetivo General | 29 |
| 2. | Objetivos Específicos | 29 |
| V. | HIPÓTESIS | 30 |
| 1. | Hipótesis para los insecticidas evaluados (factor A) | 30 |
| 2. | Hipótesis para fungicidas evaluados (Factor B) | 30 |
| 3. | Hipótesis para la interacción | 30 |
| VI. | MATERIALES Y MÉTODOS | 31 |
| 1. | Materiales utilizados..... | 31 |
| 1.1. | Recursos físicos | 31 |
| 1.2. | Recursos humanos | 32 |
| 1.3. | Recursos financieros..... | 32 |
| 2. | Metodología del experimento | 32 |
| 2.1. | Localización del experimento..... | 32 |
| 2.2. | Diseño experimental | 32 |
| 2.2.1. | Modelo estadísticos..... | 32 |
| 2.2.2. | Factores a evaluar..... | 33 |
| 2.2.3. | Tratamientos evaluados | 34 |
| 2.3. | Dosificaciones y preparación de los tratamientos | 35 |
| 2.4. | Número de repeticiones..... | 36 |
| 2.5. | Unidad experimental..... | 37 |
| 2.6. | Croquis y aleatorización de los tratamientos evaluados | 38 |
| 2.7. | Establecimiento del ensayo de campo para la investigación en campo. | 39 |
| 2.8. | Toma de datos de campo | 40 |
| 2.9. | Fertilización..... | 42 |
| 2.10. | Control de plagas y enfermedades | 42 |
| 2.11. | Análisis estadístico de la los resultados..... | 43 |
| 2.12. | Análisis de varianza, ANDEVA. | 44 |
| 2.13. | Prueba múltiple de medias de Tukey al 5% de significancia | 44 |
| 2.14. | Metodología para alcanzar los objetivos específicos..... | 44 |

| | |
|--|----|
| VII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 53 |
| 1.1. Índice de incidencia..... | 53 |
| 2.1. Índice de incidencia de <i>B. cinérea</i> | 56 |
| 3.1. Porcentaje de sanidad..... | 60 |
| 4.1. Rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea..... | 63 |
| 5.1. Relación beneficio-costo de los tratamientos evaluados..... | 67 |
| VIII. CONCLUSIONES..... | 71 |
| IX. RECOMENDACIONES..... | 72 |
| X. REFERENCIAS..... | 73 |
| XI. ANEXOS..... | 75 |

INDICE DE CUADROS

| Cuadro | Contenido | Página. |
|--------|---|---------|
| 1. | Clasificación taxonómica de la macadamia..... | 4 |
| 2. | Factores A y B evaluados para el control de <i>M. mexicana</i> y <i>B. cinerea</i> en el racimo floral de <i>M. integrifolia</i> | 33 |
| 3. | Combinación de factores A y B evaluados para el control de <i>M. mexicana</i> y <i>B. cinérea</i> en <i>M. integrifolia</i> | 34 |
| 4. | Dosificación de agroquímicos evaluados en la investigación para el control de <i>M. mexicana</i> y <i>B.cinerea</i> en <i>M. integrifolia</i> | 36 |
| 5. | Variables de respuesta y número de muestreos de la investigación adaptados a la fenología de la inflorescencia de <i>M. integrifolia</i> | 40 |
| 6: | Productos y dosificaciones/ ha (Kg ó L) del plan de fertilidad. | 42 |
| 7. | Coadyuvantes a utilizar en las mezclas de los tratamientos a evaluar..... | 43 |
| 8. | Costo fijos y variables de los tratamiento de la investigación por hectárea..... | 51 |
| 9. | Índice de incidencia de <i>M. mexicana</i> para cada una de las repeticiones y tratamientos evaluados, en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> , del ensayo de campo..... | 53 |
| 10. | Resumen del ANDEVA para la reducción del índice de incidencia de <i>M. mexicana</i> en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> , para los tratamientos evaluados | 54 |
| 11. | Índice de incidencia <i>B. cinerea</i> en inflorescencias para cada uno de los tratamientos y repeticiones evaluadas en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> , del ensayo de campo..... | 56 |
| 12. | Resumen del ANDEVA para la reducción del índice de incidencia de <i>B. cinérea</i> en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> para los tratamientos evaluados..... | 58 |
| 13. | Porcentaje de sanidad de las inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> para cada una de las repeticiones y tratamientos evaluados en inflorescencias de ... <i>M. integrifolia</i> del ensayo de campo..... | 60 |
| 14. | Resumen del ANDEVA para el incremento del porcentaje de sanidad en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> para los tratamientos evaluados..... | 61 |
| 15. | Número de nueces por raquis y rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea, por tratamiento y repetición en el ensayo de campo .. | 64 |
| 16. | Resumen del ANDEVA para el incremento del rendimiento de nuez húmeda en concha en quintales por hectárea de <i>M. integrifolia</i> , para los tratamientos evaluados..... | 65 |
| 17. | Prueba múltiple de medias tukey al 5% de la interacción de los factores insecticidas y fungicidas para el rendimiento de quintales | |

| | |
|---|----|
| de nuez húmeda en concha por hectárea de <i>M.integrifolia</i> , de los tratamientos evaluados. | 66 |
| 18. Análisis económico de los tratamientos evaluados para el control de <i>M. mexicana</i> y <i>B. cinérea</i> en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> | 68 |
| 19. Matriz de datos para incidencia de <i>M. mexicana</i> de los tratamientos evaluados en inflorescencia (sin conversión) de <i>M. integrifolia</i> | 79 |
| 20. Matriz de datos para incidencia de <i>B. cinérea</i> de los tratamientos evaluados en inflorescencia (sin conversión) de <i>M. integrifolia</i> | 80 |
| 21. Matriz de datos para el porcentaje de sanidad de los tratamientos evaluados en inflorescencia (sin conversión) de <i>M. integrifolia</i> | 81 |
| 22. Matriz de datos para el número de nueces por raquis y rendimiento de nuez húmeda en concha de los tratamientos evaluados. | 82 |
| 23: Costos fijos de los tratamiento de la investigación por hectárea. | 83 |
| 24: Costos variables de los tratamientos de la investigación por hectárea | 84 |

INDICE DE FIGURAS

| Figura | Contenido | Página |
|--------|--|--------|
| 1. | Inflorescencia del cultivo de <i>M. integrifolia</i> de finca "La Suiza". | 5 |
| 2: | a) Daños de salivazos de <i>M. mexicana</i> b) Huevos vistos al microscopio... | |
| | c) Eclosiones vistas al microscopio. | 9 |
| 3. | Ciclo de vida de <i>B. cinérea</i> . | 10 |
| 4. | Mapa con vías de Acceso hacia finca La Suiza. | 20 |
| 5. | Mapa de finca "La Suiza" con la distribución de lotes. | 21 |
| 6. | Curva de floración de macadamia en finca "La Suiza", durante el año 2,020. | 22 |
| 7: | Incidencia media mensual (%) de <i>M. mexicana</i> en racimos florales de <i>M. integrifolia</i> durante el año 2,020. | 23 |
| 8: | Comportamiento gráfico de la producción de inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> vs. índice de incidencia de <i>B. cinérea</i> , durante el año 2,020. | 24 |
| 9: | Proporcionalidad de especies reportadas en el análisis PCR en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> . | 25 |
| 10: | Historial de cosecha de nuez húmeda en concha (qq/año) de finca "La Suiza", periodo 2004-20019. | 28 |
| 11. | Croquis de campo de la unidad experimental. | 38 |
| 12: | Croquis y aleatorización de los tratamientos evaluados. | 39 |
| 13. | Prueba múltiple de medias tukey al 5% del factor insecticidas para la reducción del índice de incidencia de <i>M. mexicana</i> en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> , de los tratamientos evaluados. | 55 |
| 14. | Prueba múltiple de medias tukey al 5% del factor fungicidas para la reducción del índice de incidencia de <i>B. cinérea</i> en inflorescencias de <i>M. integrifolia</i> de los tratamientos evaluados. | 59 |
| 15. | Prueba múltiple de medias de tukey al 5% del factor fungicidas para el incremento del porcentaje de sanidad en inflorescencias de <i>M.integrifolia</i> , para los tratamientos evaluados. | 62 |
| 16: | Preparación de mezclas de insecticidas y fungicidas para los tratamientos evaluados. | 76 |
| 17: | Inflorescencia de <i>M. integrifolia</i> sana en etapa II. | 76 |
| 18: | Organismos plaga en inflorescencias de macadamia finca "La Suiza " | |
| | a). <i>M. mexicana</i> ., b) <i>B.cinerea</i> . | 77 |
| 19: | Fruto de macadamia <i>M. integrifolia</i> en cáscara en etapa 5. | 77 |
| 20: | Levantamiento de datos en unidades experimentales. | 78 |

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general la evaluación de tres insecticidas y siete fungicidas para el control del insecto *Membracis mexicana* y el hongo *Botrytis cinérea* en las inflorescencias de *Macadamia integrifolia*, en finca “La Suiza” ubicada en el municipio del Palmar, Quetzaltenango.

Se logró determinar cuáles de los insecticidas evaluados redujeron el índice de incidencia de *M. mexicana*, cuáles de los fungicidas evaluados reduce el índice de incidencia *B. cinérea*, así mismo, obtener cuáles de las combinaciones de insecticidas y fungicidas mejora el porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia*; obtener cuál de los tratamientos evaluados genera mayor rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y determinar la relación beneficio-costo de los tratamientos evaluados para el control de de *M. mexicana* y *B. cinérea* en inflorescencia de *M. integrifolia*.

Para su implementación se utilizó un arreglo bifactorial con diseño bloques completos al azar en parcelas divididas, evaluando dos factores en interacción siendo estos, insecticidas (factor A) y fungicidas (factor B).

Los insecticidas evaluados fueron Acefate 97% (ZARPA 97 SG) en dosis de 0.71 kg/ha, *Lambda cihalotrina* 5.4% (KARATE ZEON 5 EC), en dosis de 1.11 L/ha y *clorpirifos*, (FORAFOS 48 EC), en dosis de 1.11 L/ha; y los fungicidas evaluados fueron *Dodina* 40%, (SYLLIT 400 SC), en dosis de 1.25 L/ha; *Metil tiofanato*, (CYCOSIN 50 SC), en dosis de 1.4 L/ha; *Difenoconazole +ciprodinil*, (INSPIRED GOLD), en dosis de 0.6 L/ha; *Extracto del aceite del árbol del té* 22.25%, (TIMOREX GOLD), en dosis de 0.4 L/ha, *Prochloraz* 40%, (MIRAGE 40EC), en dosis de 1.25 l/ha, *Fluoxastrabina+tebuconazol*, (EVITO T), en dosis de 0.5L/ha y *Fludioxinil+ciprodinil*, (SWITCH 62.5WG), en dosis de 0.5 kg/ha.

Se determinó que los insecticidas *Lambda cyhalotrina* (KARATE ZEON) *Clorpirifos* (CLORPIRIFOS) y *Acefate* (ZARPA), redujeron el índice de incidencia de *Membracis mexicana* en un rango 9.48 a 5.8% respecto al testigo absoluto que ponderó un 13.66% de índice de incidencia del insecto.

Además de que los fungicidas *Prochloraz* (MIRAGE), *Extracto de aceite del árbol de té* (TIMOREX GOLD), *Dodine* (SYLLIT), *Metil tiofanato* (CYCOSIN) y *Tebuconazole + ciprodinil* (INSPIRED GOLD) aumentaron el porcentaje de sanidad entre del 11.68% hasta 20.07% con respecto al testigo relativo. Así mismo el tratamiento que ponderó la mayor relación beneficio costo fue el tratamiento 12 conformado *Lambda cyhalotrina + Extracto de aceite del árbol del té* ya que obtuvo incremento de 1.44 unidades en la relación beneficio costo y 143.8 % de índice de rentabilidad en comparación al testigo absoluto.

SUMMARY

The general objective of the research was the evaluation of three insecticides and seven fungicides for the control of the *Membracis mexicana* insect and the *Botrytis cinerea* fungus in the inflorescences of *Macadamia integrifolia*, on the “La Suiza” farm located in the municipality of Palmar, Quetzaltenango.

It was possible to determine which of the insecticides evaluated reduced the incidence rate of *M. mexicana*, which of the fungicides evaluated reduce the incidence rate of *B. cinérea*, and also, obtain which of the combinations of insecticides and fungicides improve the percentage of health in *M. integrifolia* inflorescences; obtain which of the evaluated treatments generates the highest yield of wet nut in shell per hectare and determine the benefit-cost relationship of the treatments evaluated for the control of *M. mexicana* and *B. cinerea* in inflorescence of *M. integrifolia*.

For its implementation, a bifactor arrangement was used with a complete randomized block design in divided plots, evaluating two interacting factors, insecticides (factor A) and fungicides (factor B).

The insecticides evaluated were Acefate 97% (ZARPA 97 SG) at a dose of 0.71 kg/ha, Lambda cyhalothrin 5.4% (KARATE ZEON 5 EC), at a dose of 1.11 L/ha and chlorpyrifos, (FORAFOS 48 EC), at a dose of 1.11 L/ha; and the fungicides evaluated were Dodina 40%, (SYLLIT 400 SC), at a dose of 1.25 L/ha; Methyl thiophanate, (CYCOSIN 50 SC), at a dose of 1.4 L/ha; Difenconazole +cyprodinil, (INSPIRED GOLD), at a dose of 0.6 L/ha; Tea tree oil extract 22.25%, (TIMOREX GOLD), at a dose of 0.4 L/ha, Prochloraz 40%, (MIRAGE 40EC), at a dose of 1.25 l/ha, Fluoxastrabine+tebuconazole, (EVITO T), in dose of 0.5L/ha and Fludioxinil+cyprodinil, (SWITCH 62.5WG), in doses of 0.5 kg/ha.

It was determined that the insecticides Lambda cyhalothrin (KARATE ZEON), Chlorpyrifos (CLORPIRIFOS) and Acefate (ZARPA), reduced the incidence rate of *Membracis mexicana* in a range of 9.48 to 5.8% compared to the absolute control that had a 13.66% rate. incidence of the insect.

In addition to the fact that the fungicides Prochloraz (MIRAGE), Tea Tree Oil Extract (TIMOREX GOLD), Dodine (SYLLIT), Methyl Thiophanate (CYCOSIN) and Tebuconazole + Cyprodinil (INSPIRED GOLD) increased the percentage of health between 11.68% and 20.07% with respect to the relative witness. Likewise, the treatment that had the highest benefit-cost ratio was treatment 12 consisting of Lambda cyhalothrin + Tea Tree Oil Extract since it obtained an increase of 1.44 units in the benefit-cost ratio and 143.8% profitability index compared to the absolute control.

I. INTRODUCCIÓN

Finca “La Suiza” se encuentra ubicada en el municipio del “Palmar”, Quetzaltenango; posee una extensión territorial de 723.6 hectáreas, altura promedio de 980 metros sobre el nivel del mar, precipitación pluvial de 3500mm/año, temperatura promedio de 20 °C, velocidad del viento de 6-10 km/h y cuenta con los cultivos de *Macadamia integrifolia*, *Coffea arabica*, *Coffea canephora* y *Musa x paradisiaca*

La investigación tuvo como objetivo general la evaluación de tres insecticidas y siete fungicidas para el control del insecto *Membracis mexicana* y el hongo *Botrytis cinérea* en las inflorescencias de *Macadamia integrifolia*, lográndose determinar cuáles de los insecticidas evaluados reducen el índice de incidencia de *M. mexicana*, así mismo, que fungicidas evaluados reducen el índice de incidencia *B. cinérea*, además de obtener las combinaciones de insecticidas y fungicidas que mejoran el porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia*; obtener cuales tratamientos evaluados generan mayor rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y determinar la relación beneficio-costos de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinérea* en inflorescencia de *M. integrifolia*.

Para su implementación se utilizó un arreglo bifactorial con diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas con un total de 32 tratamientos y dos repeticiones, evaluando dos factores en interacción siendo estos, los insecticidas (factor A) *acefate*, ZARPA, en dosis de 0.71 kg/ha., *Lambda cyhalotrina*, KARATE ZEON, en dosis de 1.22 l/ha., *Clorpirifos*, FORAFOS, en dosis de 1.22 l/ha. y sin insecticida; y fungicidas (factor B) *Dodina*, SYLLIT, en dosis de 1.4 l/ha, *Metil tiofanato*, CYCOSIN, en dosis de 1.2 l/ha, *Difenoconazole + Ciprodinil*, INSPIRED GOLD, en dosis de 0.6 l/ha., *Aceite del árbol del té*, TIMOREX GOLD, en dosis 0.4 l/ha, *Prochloraz*, MIRAGE, en dosis de 1.25 l/ha, *Fluoxastrabina+tebuconazol*, EVITO T, en dosis de 0.5 kg/ha., *fludioxinil+ ciprodinil*, SWITCH, en dosis de 0.71 l/ha. y sin fungicida.

Se contribuyó a la reducción del índice de incidencia de *M. mexicana* en un rango de 9.48 al 5.8%; así mismo a la reducción del índice de incidencia de *B. cinérea*, en un rango de 10.82% a 3.46%; al aumento del porcentaje de sanidad de 11.68% al 20.07% en inflorescencias de *M. integrifolia*, así como al incremento del rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea en un rango de 12.37 a 19.39 quintales.

Así mismo el tratamiento que ponderó la mayor relación beneficio costo fue el tratamiento 12 conformado *Lambda cyhalotrina* en dosis de 1.12 l/ha. + *Extracto de aceite del árbol del té* en dosis de 0.4 l/ha., ya que obtuvo un incremento de 1.44 unidades en la relación beneficio costo y 143.8 % de índice de rentabilidad en comparación al testigo absoluto.

II. JUSTIFICACIÓN

Se tiene el interés de elevar el porcentaje de sanidad en las inflorescencias, reducir la incidencia de *M. mexicana* y *B. cinerea* en las inflorescencias de *M. integrifolia*; además de aumentar el rendimiento expresado en quintales de nuez húmeda en concha y la relación beneficio-costos considerando la evaluación de tratamientos con nuevos productos en combinaciones de insecticidas y fungicidas para el control de *M. mexicana* y *B. cinerea* ya que ambos organismos se relacionan con el daño y pérdida de inflorescencias, lo que impacta de forma directa en la reducción de hasta el 18.75% de producción equivalente a una disminución del ingreso económico de Q 796,875.00

III. MARCO TEÓRICO

1. Marco Conceptual

1.1. Cultivo de *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche

Según Nagao, M. & Hirae, H., (1992) citado por Reyes, M. & Lavín, A., (2000) el árbol de *M. integrifolia* pertenece a la familia Protaceae es originaria de Australia específicamente de los bosques húmedos subtropicales del sudeste de Queensland, entre la latitud 25° y 31° sur lo que lo hace poco tolerante al frío. Los árboles pueden alcanzar una altura de 10 a 20 metros de altura.

Fue introducida en 1800 a Hawai pero su explotación comercial inició en el año de 1900. Los principales países productores para el año 2002/2003 fueron, Australia, con 37,000, Hawai con 23,000, Sudáfrica con 16,000, Guatemala con 10,000 y Kenia con 6.500 toneladas métricas según lo indica INDEXMUNDI (2005).

1.2. Clasificación taxonómica

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la macadamia

Fuente: Walforth S. y de los Ríos (2005).

| | |
|-----------|--|
| Reino: | Vegetal |
| Clase: | Angiospermae |
| Subclase: | Rosidae |
| Orden: | Proteales |
| Familia | Proteaceae |
| Género: | Macadamia |
| Especie: | <i>M. integrifolia</i> Maiden & Betche |

Se culmina con el nombre científico *Macadamia integrifolia*, Maiden & Betche.

1.3. Características de la inflorescencia de macadamia

Depende principalmente de la variedad, pero por lo regular para la especie *M. integrifolia* la inflorescencia es de color verde al iniciar su desarrollo y conforme su madurez se torna en un blanco cremoso; su longitud se aproxima entre 12 a 30 centímetros describe Díaz, E.; Lemus, O.; & Zometa, E., (2004).

Así mismo la Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ), (2004), argumenta que las floraciones de mayor importancia económica del cultivo ocurren en el mes de agosto y se extiende hasta octubre, ésta floración representa el pico de cosecha que comienza a partir del mes de mayo a agosto; la inflorescencia de macadamia se presenta a continuación:



Figura 1. Inflorescencia del cultivo de *M. integrifolia* de finca "La Suiza".

La inflorescencia posee alrededor de 220 flores dispuesta a lo largo del raquis, divididas en grupos de alrededor de cuatro a seis flores conocidos como cojines florales.

1.4. Etapas o períodos de la inflorescencia de la macadamia

Según Corzo, (2020) en el estudio de dinámica de floración debido a los tiempos de retorno a la toma del muestreo consecutivo se obtuvo en promedio el tiempo en el que la inflorescencia madura, explicando así las etapas o estados de la floración hasta la nuez húmeda en cáscara verde en finca "La Suiza".

1.4.1. ETAPA 1

Inicia desde la emergencia de la inflorescencia hasta la maduración del botón foral, ya que cambia de color verde a blanco ; tiene una durabilidad de 25 a 33 días, a esta etapa se le denomina “flor verde”; inicia el ataque de *M. mexicana* y *B. cinerea*.

1.4.2. ETAPA 2

Luego del cambio de coloración se abren los botones florales, se exponen los pétalos y anteras se curvan hacia atrás, permitiendo que el estilo se alargue, preparándose para ser polinizado; tiene una durabilidad de 22 a 25 días. A esta etapa se le denomina “flor blanca”; aún hay presencia de ataque de *M. mexicana* y *B. cinerea*, además debido a que los raquis que ya fueron afectados por *B. cinerea* se encuentran estructuralmente débiles propiciando a la incubación y proliferación de *Colletotrichum gloesporoides*.

1.4.3. ETAPA 3

Los pétalos cambian de coloración (de blanco a café), marchitándose de los pisos florales más cercanos a la base del raquis, hacia el ápice del mismo; dejando expuesto el estilo e iniciando el desarrollo del ovario fecundado; tiene una duración promedio de 12 días y se le denomina “en estado de cepillo o alfiler”, etapa susceptible al aborto ya sea por acción de deficiencias de micro elementos tales como calcio y boro, o por la obtención de alimento de *Atta* spp. (hormiga arriera ó zompopos).

1.4.4. ETAPA 4

Es notorio el crecimiento de la nuez aumentando en volumen, presenta una coloración verde clara, se lignifica el raquis, cambiando de coloración (de verde a café), con el objetivo de sostener a las nueces en formación, en éste proceso es cuando inicia el ataque de *E. torticornis* o *Declona* spp. (Barrenadores del fruto y nuez), debido a que el pericarpio y la testa o concha aún son de estructura blanda y no pueden proteger al embrión en desarrollo o kernel. Esta etapa es denominada “Estado de canica” dura de 27 a 33 días; y en esta etapa es cuando se puede realizar una contabilización previa del número de frutos obtenidos por raquis.

1.4.5. ETAPA 5

La nuez está desarrollada, el pericarpio y testa son más rígidos, por lo que se protege de mejor manera al embrión, sin embargo, el ataque de *E. torticornis* es notorio, se detiene el aborto de frutos; en esta etapa se obtiene el número de nueces por raquis final, registrando el porcentaje de aborto de nuez. A esta etapa se le conoce como “nuez grande”. Tiene una duración de 30 a 35 días.

1.4.6. ETAPA 6

La maduración del embrión está cerca de llegar a su pico máximo (aproximadamente 65 días después de culminada la etapa 5); el pericarpio y testa son completamente rígidos, y con coloración opaca, se incrementa los niveles de ácido abscísico y finalmente se desprende la nuez del raquis.

1.5. Introducción del cultivo de la macadamia a Guatemala

La Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ), (2004) citado por Colomo D. , (2015), argumenta que en el año de 1958 ingresaron semillas de variedades importadas de Hawai las cuáles fueron manejadas por el Instituto Agropecuario Nacional, la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) y la estación experimental Chicolá.

La duración de la floración desde la emergencia de los primordios florales hasta la madurez de la fructificación cuenta con una aproximado de 210 a 234 días pasando por diversas etapas siendo éstas la etapa desde botón floral hasta madurez fisiológica del fruto, describe Rojas, García, Lozano, & Rojas, (2009).

1.6. Ecología del cultivo de la macadamia

1.6.1. Factores Climáticos:

Navas, (2019) argumenta que el cultivo se adapta a precipitaciones desde 1,000 a 4,000 mm/año con suficiente insolación, se adapta a temperaturas desde 12 a 32° C y velocidades de viento que rondan los 5 a 8 km/hora.

1.6.2. Factores Edáficos

Así mismo Navas (2019), describe que el cultivo se adapta a alturas que rondan desde los 600 a 1,600 metros sobre el nivel del mar, prospera en suelos franco arenosos, franco arcilloso y arcilloso, se deben evitar los que tengan mal drenaje. Se desarrolla bien en un rango de pH entre 5.5 y 7.0, Por tener sistema radicular muy superficial se necesita que los suelos sean fértiles, sueltos, bien drenados y sin capas impermeables que impidan el crecimiento normal de la raíz.

Las plantaciones se desarrollan bien en pendientes no mayores de 30 %. Sin embargo, en Guatemala las condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo se encuentran en zonas con pendientes inclinadas o quebradas.

1.7. Principales variedades de macadamia cultivadas en finca “La Suiza.

Navas, (2019), describe que las principales variedades que se cultivan en Guatemala y el mundo tienen su origen en la selección realizada en la universidad de Hawái, donde tomaron especial interés en el alto contenido de aceite de las almendras y el mayor tamaño de estas en relación con la cáscara, siendo las predominantes en finca “La Suiza”, las variedades ikaika 333, kakea 508 y kau 344. En el caso del lote Antigua cuenta en su mayoría, con las variedades ikaika 333 y kakea 508

1.8. Plaga y enfermedad de la inflorescencia evaluada.

1.8.1. *Membracis mexicana*, Membracidae

La familia membracidae pertenece a la orden hemiptera, son insectos de aparato bucal chupador con pronoto modificado en diversas formas, característicos de la familia, en el caso de *M. mexicana* sus ovoposiciones las realiza en el raquis de las inflorescencias de macadamia (ver figura dos), donde se desarrollan y alimentan las ninfas.

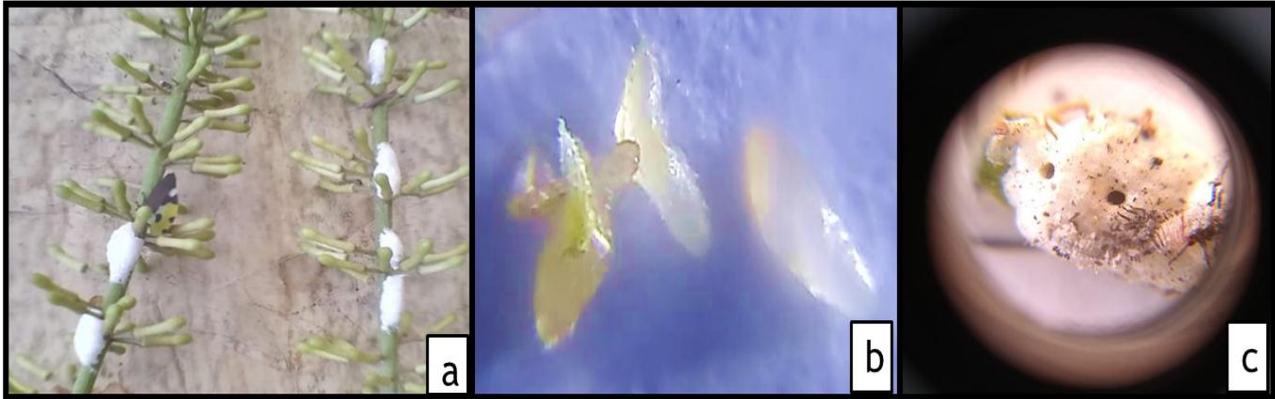


Figura 2: a) Daños de salivazos de *M. mexicana* b) Huevos vistos al microscopio. c) Eclosiones vistas al microscopio.

Se pueden observar los daños de *M. mexicana* en las inflorescencias de *M. integrifolia*, junto a los huevos y la presencia de eclosiones en los salivazos (posturas de huevos).

1.8.2. *Botrytis cinerea*

Conocido como moho gris, es un hongo fitopatógeno perteneciente a la familia Sclerotinicaeae, se desarrolla en las inflorescencias de *M. integrifolia*, provocando la muerte de las inflorescencias o parte de él. El hongo se desarrolla principalmente en árboles mayores a 10 años debido a que el espacio ya se encuentra ocupado por las ramas de la plantación, y en condiciones de humedad el hongo se desarrolla invadiendo el racimo floral de abajo hacia arriba.

1.8.2.1. Clasificación taxonómica de *Botrytis cinerea*, Sclerotinicaeae

Según Colomo D. (2015) Este fitopatógeno, posee dos principales especies; normalmente se refiere al hongo por el nombre del anamórfico (forma asexual) como *B. cinerea*, ya que la fase sexual (telomórfico), raras veces se observa. Éste último es un ascomyceto, y su nombre científico es *Botryotinia fuckeliana*.

1.8.2.2. Método de infección y ciclo de vida

Las epizootias pueden ocurrir cuando prevalece tiempo lluvioso, durante un período de dos o tres días o más, y el rango de la temperatura va de 10 °C a 22 °C. El hongo infecta las inflorescencias mediante la esporulación y la liberación de conidios al

ambiente, seguido el conidio se adhiere a la superficie del tejido en cuestión y germina en la superficie del hospedero y penetrar provocando la muerte del tejido e iniciando una lesión primaria y empeorando con el transcurrir el desarrollo del hongo. Las nuevas infecciones, pueden ocurrir cuando estas esporas se lavan o vuelan hacia las inflorescencias que están en un estado susceptible de desarrollo y que han estado mojadas por más de seis a ocho horas (Jarvis, 1998) citado por Colomo, D., (2015); el ciclo de vida se presenta:

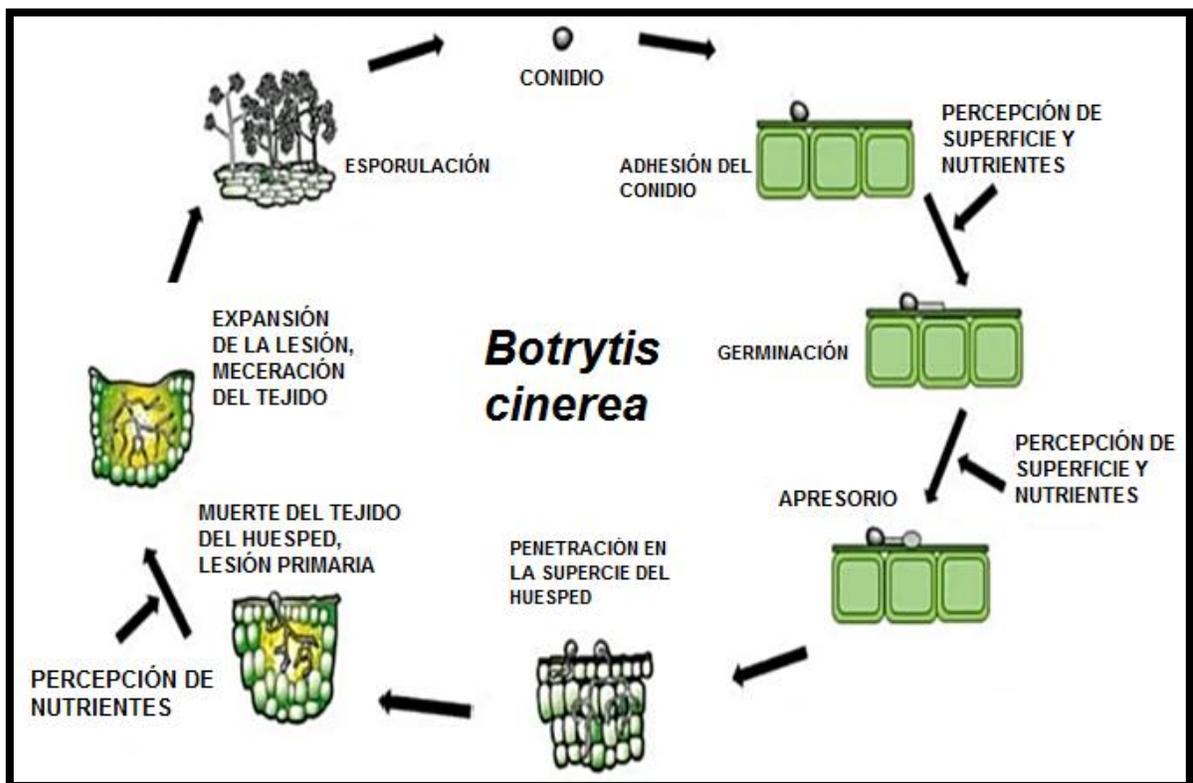


Figura 3. Ciclo de vida de *B. cinérea*.

Fuente: BIOALTERNATIVA, (2,020).

La invasión del hongo inicia como un conidio que se adhiere a una superficie, en el caso de la *M. integrifolia* en la epidermis de las flores o en el raquiz de la inflorescencias, en donde se inocula e inicia con la infección. Este hongo puede causar la muerte de toda la inflorescencia o solo puede afectar a cierta sección de la inflorescencia.

1.9. Índice de incidencia (%) de organismos plaga, insecto y hongos.

Es una escala cuantitativa ya que es la determinación numérica del nivel de la plaga o enfermedad en un determinado órgano de la planta. En definición según Ivancovich (1998), es el porcentaje o proporción de individuos enfermos en relación al total. Los individuos de estudios pueden ser plantas, hojas, flores, folíolos, frutos, espigas, etc. En los cuales se evalúan la presencia de insectos, hongos, etc.

Se evalúa en cada individuo la presencia o ausencia del insecto o enfermedad. No se determinan niveles de severidad. El uso de este parámetro en los cultivos es particularmente útil para estudiar la velocidad de patrón de avance de las poblaciones de insectos o de las enfermedades. Es un parámetro objetivo, de cálculo sencillo, y no se necesita un entrenamiento especial del evaluador para su empleo. Para su cálculo se utiliza una fórmula sencilla, a continuación, se describe:

$$\text{Índice de incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de eventos repetidos en la población}}{\text{total de la población}} * 100$$

1.10. Porcentaje de sanidad.

Es una escala cuantitativa ya que es la determinación numérica del nivel de la plaga o enfermedad en un determinado órgano de la planta. En definición según Ivancovich (1998), es el porcentaje o proporción de individuos sanos en relación al total de la población

Se evalúa en cada individuo la ausencia del insecto o enfermedad. No se determinan niveles de severidad. El uso de este parámetro en los cultivos es particularmente útil para estudiar a la población que no fue afectada por el organismo plaga o enfermedad, en algunos casos se utiliza para diferencia especímenes resistentes o con cualidades de resistencia, principalmente en mejoramiento genético. Es un parámetro objetivo, de cálculo sencillo, y no se necesita un entrenamiento especial del evaluador para su empleo. Para su cálculo se utiliza una fórmula sencilla, a continuación, se describe:

$$\text{Porcentaje de sanidad (\%)} = \frac{\text{Número de individuos sin presencia de daño}}{\text{total de la población}} * 100$$

1.11. Clasificación de los insecticidas

1.11.1. Inhibidores de acetilcolinesterasa

Bloquean la acción de la enzima acetilcolinesterasa, interrumpiendo la transmisión de impulsos entre las células nerviosas, en este grupo de encuentran los carbamatos y organofosforados.

1.11.2. Antagonistas del canal de cloruro regulado por GABA

Interfieren con los canales de cloruro en la membrana nerviosa, interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas, en este grupo se encuentran Ciclodieno organoclorados y Fenilpirazoles (Fiproles).

1.11.3. Moduladores del canal de sodio

Interfieren con los canales de sodio en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas, en este grupo se encuentran los organoclorados, piretroides y piretrinas.

1.11.4. Agonista/antagonista del receptor de Acetilcolina de tipo nicotínico

Imita la acción de neurotransmisor acetilcolina bloqueando los receptores e interrumpiendo la transmisión de impulsos de entre las células nerviosas en este grupo se encuentran neonicotinoides, nicotina y spinocin.

1.11.5. Activadores del canal de cloruro

Se adhieren y activan los canales de cloruro en la membrana nerviosos interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas en este grupo se encuentra avermectina.

1.11.6. Hormona juvenil

Compite, imita o interfiere con las hormonas juveniles esenciales para el desarrollo del insecto, se encuentran las hormonas juvenil sintética o análoga.

1.11.7. Bloqueadores del canal de sodio dependientes del voltaje

Interfieren con los canales de sodio en la membrana nerviosa interrumpiendo la transferencia de iones y la transmisión de impulsos entre las células nerviosas, encontrando en este grupo a indoxacarb, entre otros.

1.12. Clasificación de los fungicidas

1.12.1. Según su modo de acción

El modo de acción, es la manera de como el producto llega al sitio en donde ejerce función específica o como se mueve dentro de los tejidos de la planta para afectar los procesos fisiológicos y biológicos vitales en el ciclo de vida del hongo.

1.12.1.1. Modo de acción en el ciclo de vida del hongo

- Preventivos.
- Curativos.
- Erradicantes.

1.12.1.2. Modo de distribución (posición y/o movimiento en la planta)

- Protectantes (contacto).
- Sistémicos.
- Translaminares.
- Mesostémicos.

1.12.2. Mecanismo de acción

Es el efecto directo del fungicida sobre la biología del microorganismo o en la reacción bioquímica y biofísica, responsable del cambio o de la muerte del hongo. A continuación, se detallan los diferentes modos y mecanismos de acción de los fungicidas:

- Inhibidores multisitio.
- Inhibición síntesis de glucano y pared celular.

El glucano es el componente estructural mayoritario de las paredes celulares fúngicas; la inhibición de éste, ocasiona un colapso en la integridad de la pared celular.

- **Inhibición síntesis de lípidos y de la membrana**

Afectan la biosíntesis de la pared celular (metabolismo de los lípidos). Actúan sobre la permeabilidad de la membrana afectando la formación de glicolípidos.

- **Inhibidores de biosíntesis de esteroides (ergosterol)**

Los inhibidores de enzimas o procesos enzimáticos en la biosíntesis del esteroide. Los esteroides están localizados en las membranas celulares y le confieren estabilidad y control de la permeabilidad.

- **Inhibidores de la respiración**

La respiración es un complejo proceso oxidativo que conserva la energía liberada por el catabolismo de las moléculas, tales como carbohidratos a través de la producción de ATP y de ADP.

- **Inhibición de la mitosis y división celular**

La tubulina (microtúbulos-cito esqueleto), es una molécula importante en la formación y segregación de cromosomas en la división celular; la alteración de ésta afecta la mitosis a nivel de la metafase, el huso acromático es distorsionado y la separación del núcleo es suspendida, causando la muerte de la célula fúngica.

- **Interferencia en la síntesis de ácidos nucleicos**

Afectan la síntesis de ácidos nucleicos ADN y ARN, afectando la división celular.

- **Interferencia en síntesis de aminoácidos y proteínas**

Según Colomo D. (2015) la biosíntesis de proteínas involucra el traslado de la información contenida en el ARNm en la síntesis de una secuencia de aminoácidos.

1.13. Productos químicos evaluados en la investigación

1.13.1. Factor A, Insecticidas

Zumbado & Azofeia, (2018); describe que la familia *Membracidae* cuenta con aparato bucal chupador, así mismo menciona como representante diversas especies y entre ellas a *M. mexicana*, este insecto (para el caso del problema en cuestión) se alimenta de la savia ubicada en las flores y raquis de las inflorescencias de *M. integrifolia*, además que por el hábito de oviposición en donde los huevos son colocados dentro del raquis, mismos, que son cubiertos por una masa color blanca que los protege de la desecación por temperatura y de los depredadores naturales (ver en figura dos); por lo que las moléculas a utilizar para el caso de este insecto son sistemáticos o poseen cierto grado de sistematicidad, a continuación se describen:

1.13.1.1. Acefate 97% (ZARPA 97 SG)

Según Arysta LifeScience, (2020) es un insecticida organofosforado sistémico de amplio espectro que actúa sobre insectos chupadores y masticadores; actúa inhibiendo la colinesterasa y afectando el sistema nervioso central hasta provocar la muerte del insecto, se utilizó en dosis de 0.71 kg/ha.

1.13.1.2. Lambda cyhalotrina 5.4% (KARATE ZEON 5 EC)

SYNGENTA, (2017) argumenta que es un insecticida de la familia de los piretroides de rápido efecto que permite proteger a las plantas tratadas, así mismo tiene efecto ovicida y adulticida sobre insectos masticadores, picadores y raspadores; se utilizó en dosis de 1.1 l/ha.

1.13.1.3. Clorpirifos (FORAFOS 48 EC)

FORAGRO, (2020) argumenta que es un insecticida que actúa por contacto, ingestión e inhalación, alterando el sistema nervioso del insecto hasta provocar su muerte; se utilizó en dosis de 1.1 l/ha.

1.13.2. Factor B, fungicidas

A continuación, se describen los fungicidas evaluados como factor b para el control de *Botrytis cinérea*:

1.13.2.1. **Dodina 40% (SYLLIT 400 SC)**

Este fungicida originalmente fue diseñado para el control de *Hemileia vastatrix* Roya, en el cultivo de café *C. arabica*, y para *Mycosphaerella fijiensis* Sigatoka negra, en el cultivo de las *Musaceas*, pero se ha estado impulsando su uso para el control de *B. cinerea*, según Arysta LifeScience, (2020) describe que es un fungicida de uso foliar que tiene acción preventiva al entrar en contacto con la hoja y curativa cuando empieza a ingresar a la primera capa epidémica de la hoja evitando la germinación de las ascoosporas, mismas estructuras reproductivas de *B. cinerea*; se utilizó en dosis de 1.25l/ha.

1.13.2.2. **Methyl thiofanato (CYCOSIN 50 SC)**

Según Alvares, Rojas, & Mendoza, (2017) es un fungicida que se absorbe por hojas y raíces, es sistémico de elevada acción preventiva y curativa. Es distribuido por la planta a través del floema; inhibe la respiración celular e impide la culminación de la mitosis en las células de hongos, los mismos autores reportan el uso de *Methyl thiofanato* para controlar a *B. cinerea*, además de que se ha impulsado su uso en el cultivo de *M. integrifolia*; se utilizó en dosis de 1.4 L/ha.

1.13.2.3. **Difenoconazole 8.72% + Ciprodinil 25.72% (INSPIRE GOLD)**

Según la ficha técnica de INSPIRE GOLD, (1997) es un fungicida de acción sistémica, el ciprodinil afecta la síntesis de metionina y la secreción de enzimas hidrolíticas de las células de los hongos; y difenoconazole es un inhibidor de la demetilación del esterol e inhibe la biosíntesis del ergosterol de las membranas celulares, deteniendo el desarrollo de los patógenos; actúa primordialmente en el desarrollo de las hifas secundarias del patógeno dentro de los tejidos de la planta pero también lo hace en menor escala sobre el desarrollo y la virulencia de las conidias de los hongos.

Además que Bernaloa, (2019) refiere al uso de difenoconazole y ciprodinil para el control de *B. cinerea* en el cultivo de uva en Perú, reporta que su uso es principal para la etapa de postcosecha; se utilizó en dosis de 0.6 L/ha.

1.13.2.4. Aceite del árbol del té 22.25% (TIMOREX GOLD)

STK, BIO-AGTEGNOLOGIES, (2020), describe que es un fungicida orgánico a base de extracto de aceite de *Malaleuca alternifolia*, que actúa de forma preventiva y curativa ya que inhibe la germinación de esporas, el crecimiento de micelio, la producción de esporangios mediante la eliminación de colonia de patógenos presentes en plantas y frutos. Se ha utilizado en diversas pruebas dentro de la finca, pero no se pudo cuantificar resultados en la prueba por lo que se propuso para el control de *B. cinérea* como un nivel en el factor B; se utilizó en dosis de 0.4 L/ha.

1.13.2.5. Prochloraz 40% (MIRAGE 4EC):

Es un fungicida perteneciente a la familia de los Imidazoles, fue formulado como fungicida de amplio espectro preventivo, curativo y erradicante, además se ha utilizado según ADAMA, (2016) para el control de *B. cinerea* en diversos cultivos; se utilizó en dosis de 1.25 L/ha.

1.13.2.6. Fluoxastrabina+ tebuconazol (EVITO T)

ARYSTAL LIFESCIENCE GUATEMALA, (s/f), describe que es un fungicida de contacto para prevención de enfermedades fungosas que atacan diversos hongos, poseen función gasificante cuando se descompone en presencia de humedad y oxígeno emitiendo bisulfuro de carbono etilendisotiocianato los cuales son cocidos como biocidas (ver figura 33 en anexos), se utilizó en dosis de 0.5 l/ha.

1.13.2.7. Fludioxinil+ ciprodinil (SWITCH 62.5 WG)

SYGENTA MEXICO, (2019) argumenta que es la combinación de dos ingredientes activos, actuando de forma sistemática por el ciprodinil y actividad de contacto por parte del fludioxinil, éste inhibe la germinación y penetración de esporas; además que es utilizado para el control de *B. cinerea* en el cultivo de crisantemo y lechuga (ver figura 34 en anexos); se utilizó en dosis de 0.5 Kg/ha.

1.14. Combinaciones o mezclas de agroquímicos

1.14.1. Incompatibilidad

La Organización Mundial para la Salud (1992), argumenta que la mezcla presenta, en mayor o menor grado, un aspecto grumoso o floculoso. Si se agita, los componentes no se disuelven, o bien vuelven a separarse inmediatamente. En este caso se puede

ensayar el agregado de algún compatibilizante y observar los resultados. En algunas ocasiones se puede detectar “desprendimiento” de calor, lo que es una señal inequívoca de reacciones químicas entre los componentes. En este caso no puede siquiera intentarse el uso de compatibilizantes

Según Bartual et al (s/f.), algunos agroquímicos no pueden mezclarse entre sí porque se distorsionan sus propiedades físico químicas. En este caso se dice de ellos que son incompatibles. Normalmente las etiquetas indican, para cada producto, los casos más frecuentes de incompatibilidad. Pero en caso de existir dudas deberá hacerse un ensayo a fin de determinar la viabilidad de la mezcla. Se deberá proceder de la siguiente manera: En un recipiente, preferentemente de vidrio, se hace una mezcla, en muy pequeña escala, que guarde exactamente la misma proporción de cada uno de los componentes. Se procederá de acuerdo con el siguiente orden:

- Colocar la cantidad de agua necesaria. Constatar si es preciso aplicar un corrector en función del pH y del contenido de sales.
- Mezclar en primera instancia las formulaciones secas (polvos mojables, gránulos) agitando hasta su disolución.
- Colocar luego las soluciones concentradas en agua.
- Luego los concentrados emulsionables u otro tipo de formulaciones líquidas (floables, microencapsulados). Agitar.
- Agregar luego los polvos solubles. Agitar.
- Finalmente agregar el o los coadyuvantes. Agitar

1.14.2. Compatibilidad.

Se presenta como una mezcla suave. No hay fases diferenciadas. Si existe algún sedimento leve, al agitar se disuelve de manera inmediata. Los productos se pueden utilizar de manera conjunta.

1.15. Relación Beneficio- Costo

La Agencia de Gobierno Electrónico y Sociedad de la Información (2010), expone que la relación beneficio/costo en el caso de una actividad específica (no de un proyecto) resulta de la división entre los ingresos o beneficios totales que haya generado

dicha actividad y los costos totales a los cuales se haya incurrido al llevar a cabo la producción. Una fórmula sencilla de la relación beneficio/costo es la siguiente: $R/C/B = IT/CT$ En donde RCB = Relación Beneficio Costo IT = Ingresos Totales CT = Costos Totales. Las consideraciones que deben hacerse luego de conocer los resultados son las siguientes: $B/C > 1$, se recuperan los costos y hay un margen de ganancia $B/C = 1$, sólo se recuperan los costos, pero no se obtiene ganancia ni pérdida $B/C < 1$, hay pérdidas

1.15.1. Costos totales.

López (2015) indica que se entiende por costo de producción a la sumatoria de los costos fijos y variables que en conjunto se ejecutan para lograr la explotación de alguna unidad de producción, con el objetivo de obtener una remuneración económica. La fórmula para calcular el costo de producción se describe a continuación:

$$CT = \text{Costos fijos} + \text{costos variables.}$$

1.15.2. Ingresos

López (2015) denomina ingreso al incremento de los recursos económicos que presenta una organización, una persona o un sistema contable, y que constituye un aumento del patrimonio neto de los mismos. Es decir, la suma de las entradas monetarias y no monetarias que se perciben por la realización de una actividad productiva.

2. Marco Referencial

2.1. Nombre de finca

El nombre oficial que corresponde a la unidad productiva es finca “La Suiza” que pertenece a la empresa Zona Fértil S.A.

2.2. Ubicación geográfica de finca “La Suiza”

Gómez, (2017) menciona que finca “La Suiza” se encuentra ubicada al sur occidente de Guatemala a una altura de 980 metros sobre el nivel del mar, específicamente en el municipio de El Palmar departamento de Quetzaltenango, a $14^{\circ}42'28''$ latitud Norte y $91^{\circ}39'14''$ longitud Oeste, respecto al meridiano de Greenwich, según GOOGLE EARTH, (2019), (ver en figura 4)

Así mismo Vaíl, (2020) afirma que finca “La Suiza” se encuentra colindando al norte con finca “El Nil” y aldea “Nuevo Colón”, al noreste con finca “Santa Anita”, al sureste con finca “Nueva Delfina”, al sur con finca “Helvetia”, al suroeste con labor “La Ceiba” y finalmente al noroeste con finca “La Aurora”,

2.3. Vías de Acceso

Según Gómez, (2017) la principal vía de acceso se encuentra ubicada en el kilómetro 179 de la carretera al pacífico, en el cruce de “cuatro caminos”, siendo el camino que se dirige al norte atravesando a la aldea “San Luis” se recorre 25 kilómetros y se encuentra el casco de la finca.

Los caminos son asfaltados (ocho kilómetros) empedrados (diez kilómetros), y de terracería (siete kilómetros) normalmente problemáticos en época lluviosa.

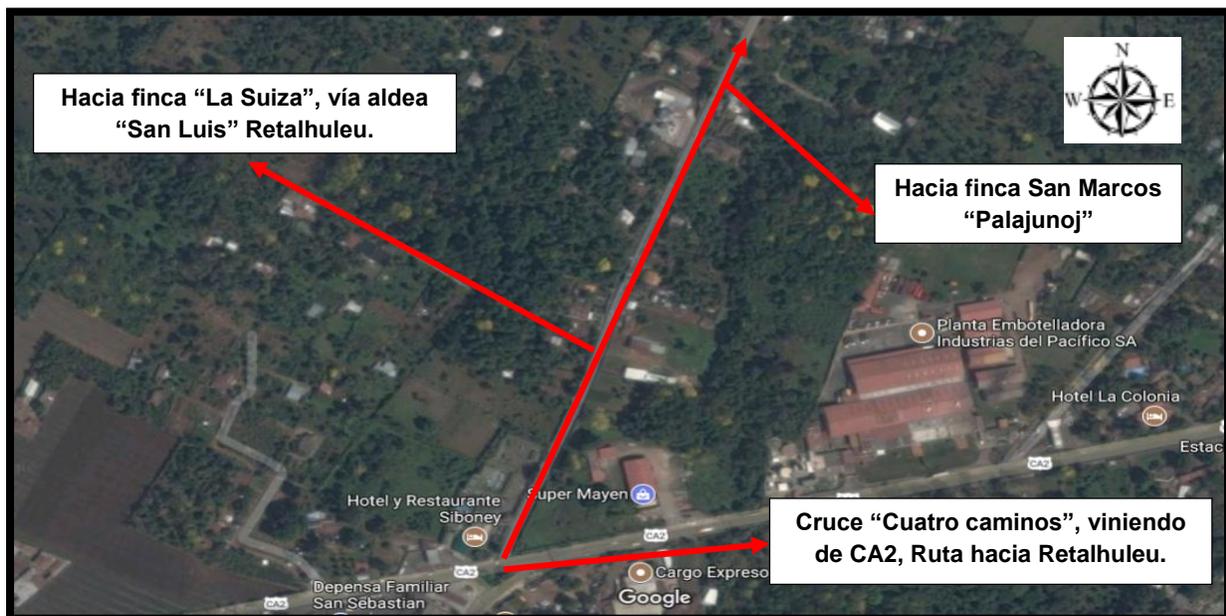


Figura 4. Mapa con vías de Acceso hacia finca La Suiza.

Fuente: Gómez (2017).

Se puede observar la vía principal de acceso a finca “La Suiza”, ruta principal carretera Centroamérica “CA2” del municipio de Cuyotenango, hacia San Sebastián, hasta llegar al cruce de “cuatro caminos, virando hacia el norte dirigiéndose hacia San Marcos “Palajunoj”.

2.4. Tipo de institución finca La Suiza

Finca “La Suiza”, es una empresa netamente agrícola de carácter privado, perteneciente a la empresa Zona Fértil S.A. representada por varios accionistas principalmente, quienes responden por las obligaciones legales y monetarias de la empresa.

1.5. Mapa de finca La Suiza.

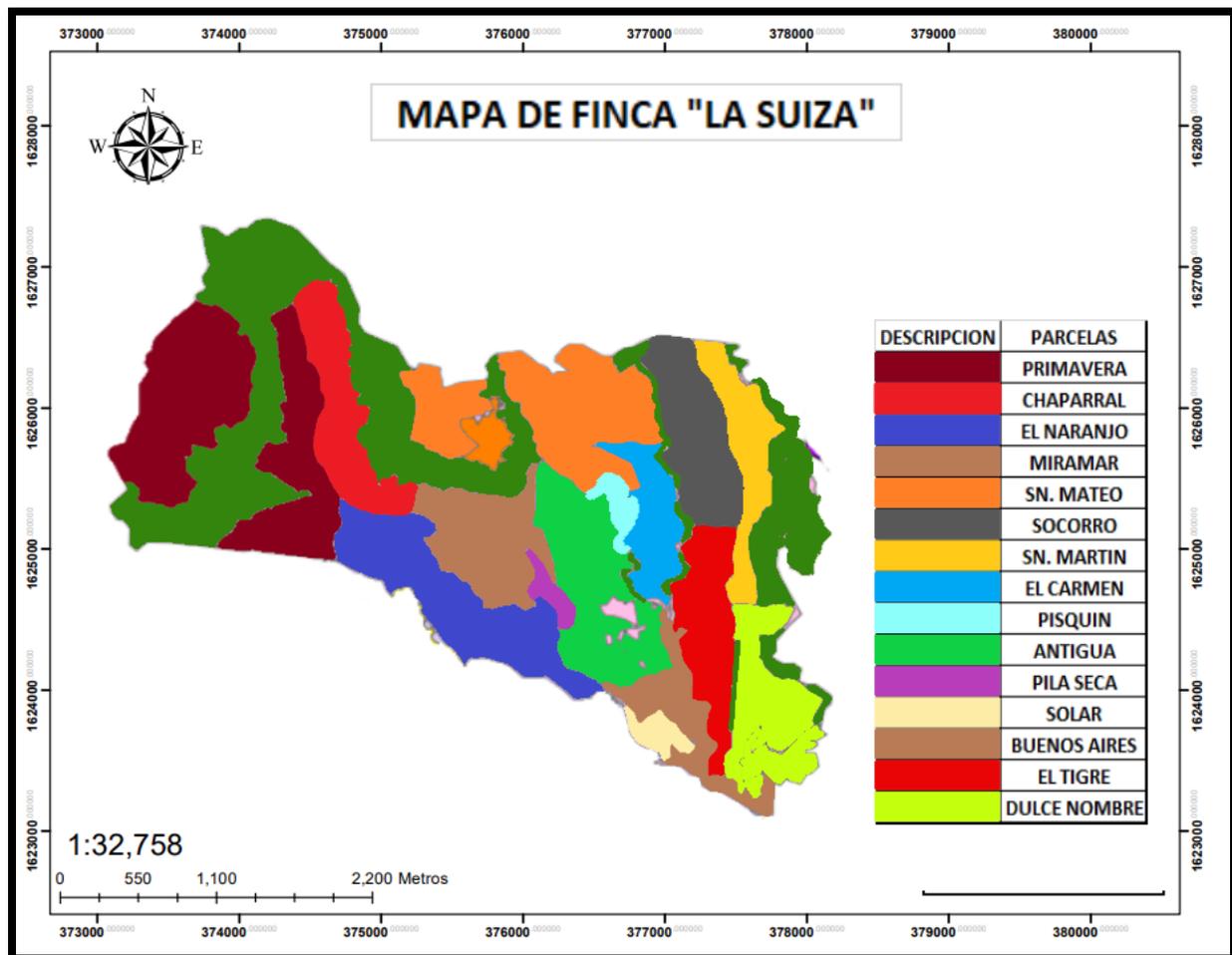


Figura 5. Mapa de finca “La Suiza” con la distribución de lotes.

Fuente: Colomo, (2017).

Esta finca posee siete lotes en producción de *M. integrifolia*, siendo estos los lotes “San Mateo”, “El Carmen”, “El Solar”, “Buenos Aires”, “El Naranjo”, “Miramar” y “Antigua”, que fue en donde se estableció la investigación.

2.6. Investigaciones relacionadas al tema de la investigación

A continuación se presenta información desarrollada durante el diagnóstico de

- Dinámica de floración de *M. integrifolia* llevada a cabo en los 15 lotes de finca "La Suiza"; en los meses de febrero a junio, desarrollada por Corzo (2,020).

Contempla las etapas que inician con el desarrollo del primordio floral, hasta la obtención de nuez no abortable; así mismo se elaboró una curva de floración, curva de incidencia de *M. Mexicana* y *B. cinerea* (ver en figura seis) para el año 2,020, esto debido a que no sé contaba con mucha información específica del comportamiento de éste organismo en finca "La Suiza".

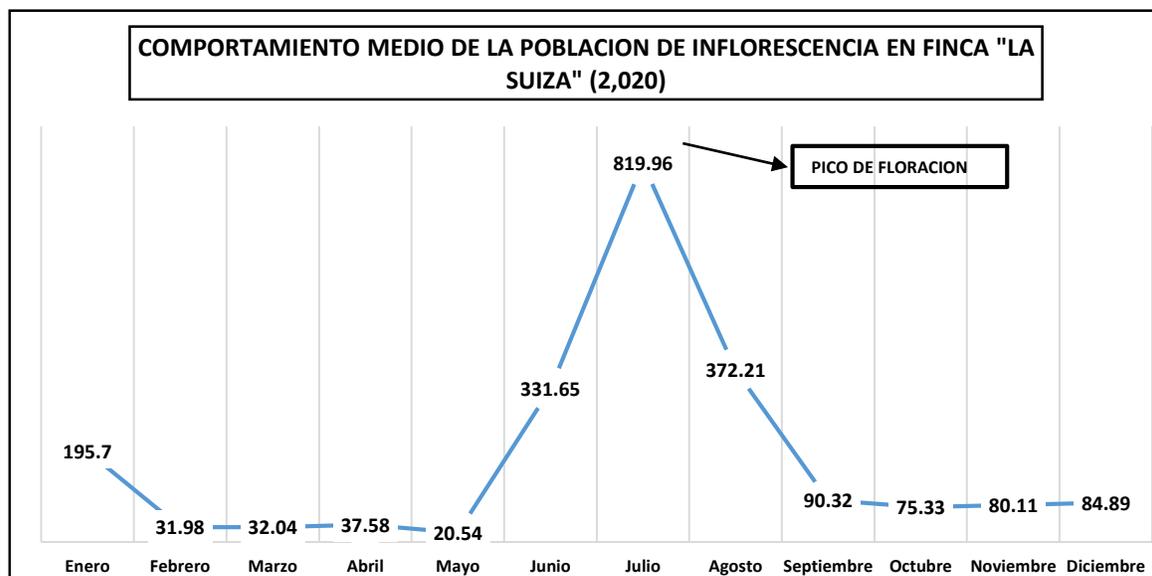


Figura 6. Curva de floración de macadamia en finca "La Suiza", durante el año 2,020.

Fuente: Corzo (2,020)

Se puede observar el aumento de las inflorescencias iniciando en el mes de junio, seguido se presentó el pico de floración en el mes de julio (aunque diversos autores describen que los picos de floración se presentan en los meses de agosto o septiembre y uno más en noviembre o diciembre) con 819.96 inflorescencias por árbol y finalmente en agosto se presentó la última floración considerable.

Esta información es de suma importancia debido a que los picos de floración indican los momentos de aplicaciones de pesticidas para el control del organismo plaga para proteger las inflorescencias, debido a que estos picos son de donde se obtiene la

mayor cosecha (pico de cosecha) para el siguiente año, las demás floraciones (de menor número de población) se le conoce como floraciones de relleno, estas floraciones brindan la cosecha en los demás meses.

Para el caso de *M. mexicana* la principal característica del insecto es la forma en la que protege sus ovoposiciones ya que las protege con una sustancia cerosa conocida comúnmente como salivazos de los cuales emergen las ninfas a continuar con su ciclo biológico. Los daños son realizados por las ninfas al eclosionar debido a que laceran el raquis de las inflorescencias y posteriormente al estar en el exterior se alimentan de savia en los puntos de crecimiento (brotes apicales y racimos florales), el comportamiento de la incidencia de *M. mexicana* se presenta a continuación.

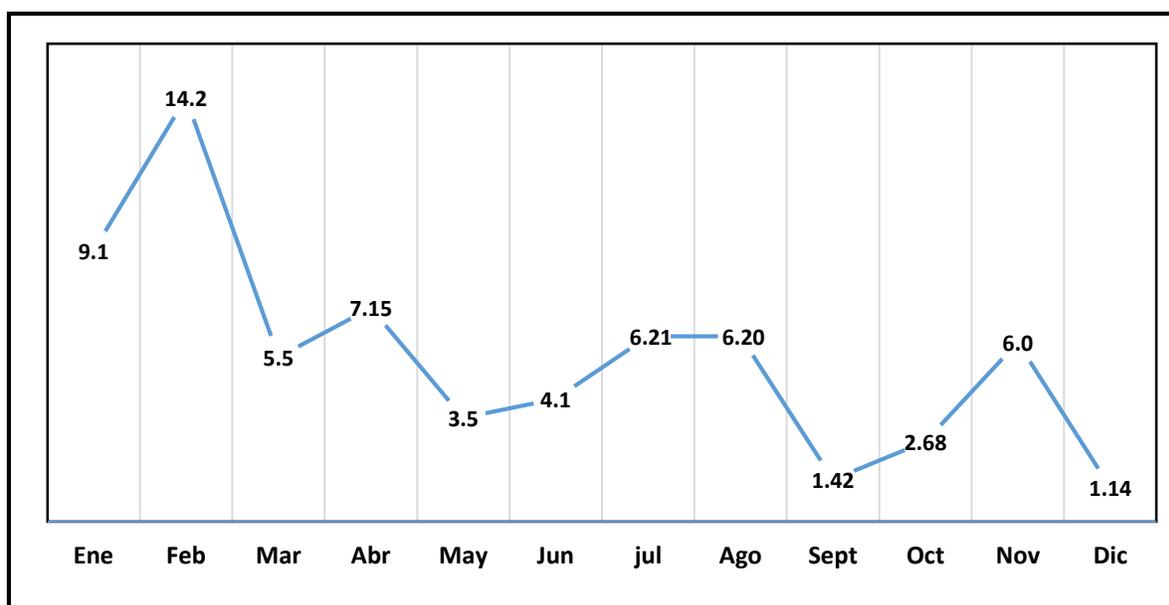


Figura 7: Incidencia media mensual (%) de *M. mexicana* en racimos florales de *M. integrifolia* durante el año 2,020.

Fuente: Corzo (2,020)

Se puede observar que la mayor presencia fue en el mes de febrero ponderando un 14.2% de índice de incidencia en inflorescencias.

Para el caso de *B. cinérea* se puede observar que la epizootia es notoria y van de la mano con la población existente de inflorescencias de macadamia, debido a que para finca “La Suiza” el comportamiento fue proporcional; siendo en el pico de floración en el

mes de julio con 820 inflorescencias por árbol y un índice de incidencia de 47.26%, la cual se presenta a continuación:

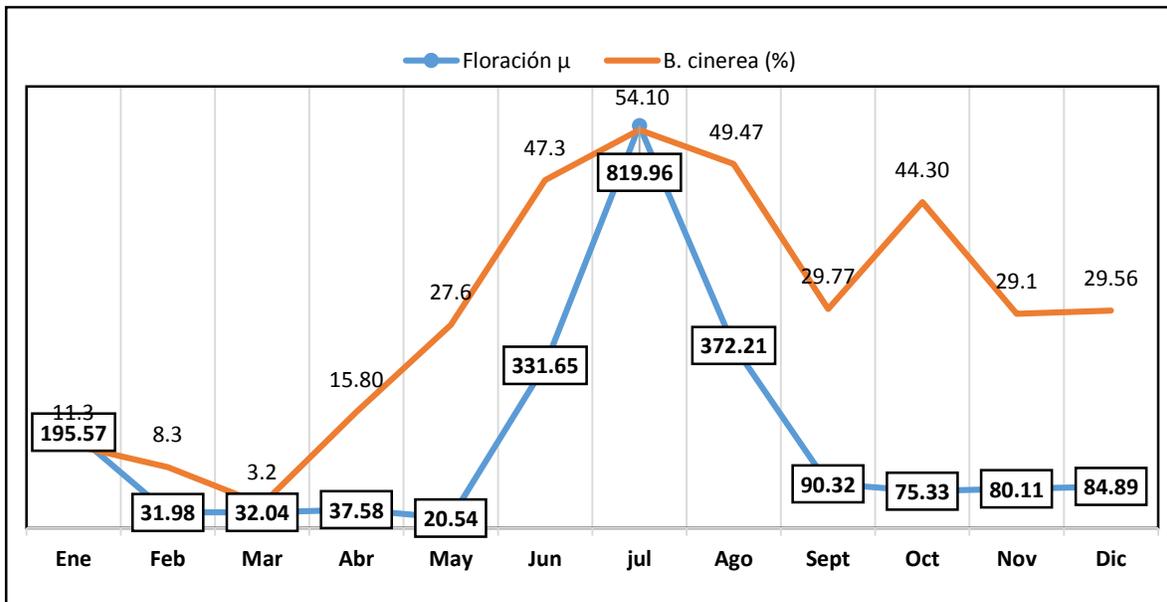


Figura 8: Comportamiento gráfico de la producción de inflorescencias de *M. integrifolia* vrs. índice de incidencia de *B. cinerea*, durante el año 2,020.

Fuente: Corzo (2,020)

Se pueden observar el comportamiento gráfico de la producción de inflorescencias vrs el índice de incidencia de incidencia de *B. cinerea*, coincidiendo que el pico de la producción de inflorescencia que el mayor índice de incidencia fue en el mes de julio para el año 2020.

- Análisis de reacción de cadenas de polimerasas (PCR) en cuatro estadios de floración:

Este análisis se realizó con el objetivo de determinar cuál era el agente causal del moho gris en la floración debido a las altas epizootias encontradas en los campos de finca "Suiza":

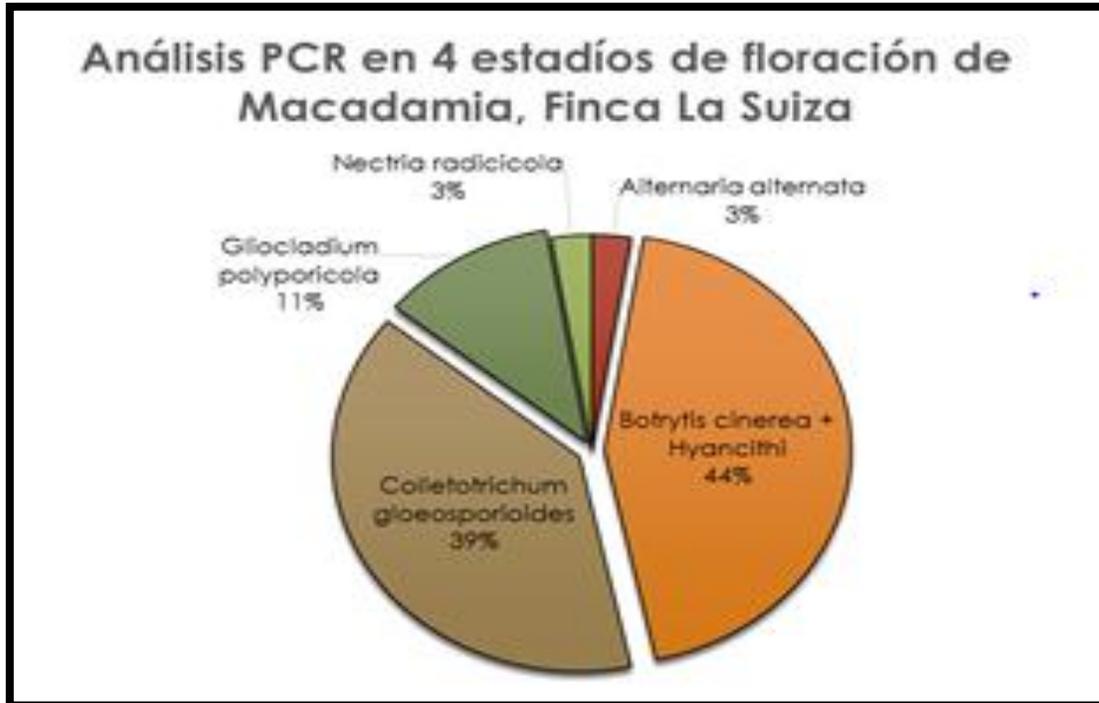


Figura 9: Proporcionalidad de especies reportadas en el análisis PCR en inflorescencias de *M. integrifolia*.

Fuente: Zona Fertil S.A. (2019).

Se puede observar que *B. cinerea* y *Hyancithi* son las principales enfermedades causante del moho gris en la floración por otro lado se encuentran los hongos saprófitos oportunistas *Colletotrichum gloeosporoides* y *Alternaria alternata*, ya que éstos necesitan que otros hongos realicen el daño para luego ingresar y continuar con la infección.

- Calidad de nuez de macadamia

Es un documento elaborado por Corzo (2020), en donde se relaciona la calidad de la nuez de macadamia en cuanto a tamaño, conversiones de nuez en cáscara a nuez húmeda en concha, el porcentaje del kernel p/p sano conocido como prerendimiento grado A y el rendimiento total del kernel recuperado conocido por sus siglas en ingles TKR en porcentaje, que básicamente es el rendimiento expresado en porcentaje p/p del kernel sano y con daños

En el mismo se detalla que finca Suiza se ponderó un total de 6500 quintales de nuez húmeda en concha, una conversión de 0.44 Macadamia en cáscara/ nuez húmeda en concha y un porcentaje de 75.77% de nuez mayor a 22 milímetros, conocida como nuez grande y 24.33% de nuez menor a 22 milímetros, conocida como nuez pequeña.

- Evaluación de fungicidas para el control de *B. cinerea* en inflorescencias del cultivo de macadamia realizado en finca “La Suiza”, 2,018.

Está investigación fue realizada por Daniel Colomo en 2018, donde se evaluó el uso de los fungicidas *Difenoconazole+ ciprodinil*, INPIRED GOLD, en dosis de 0.5 L/ha y *Aceite del árbol del té*, TIMOREX GOLD, en dosis de 0.4 L/ha, el año 2,018 en el mes agosto donde se obtuvo una floración de 125 inflorescencia por árbol; las variables de respuesta fueron rendimiento en quintales de nuez húmeda en concha y porcentaje de sanidad en inflorescencia de *M. integrifolia*.

Los resultados obtenidos por el fungicida *Difenoconazole+ ciprodinil*, INSPIRED GOLD fue de 6.42 quintales de nuez húmeda en concha y un porcentaje de sanidad de 41.7%, para el caso del fungicida *Aceite del árbol del té*, TIMOREX GOLD, fue de 5.21 quintales de nuez húmeda en concha y un porcentaje de sanidad de 46.2%

- Implementación de un método de manejo de la pudrición gris de la flor (*Botrytis cinerea*) en macadamia; Finca Patzulín, El Palmar, Quetzaltenango.

Estas investigaciones fueron realizada por Daniel Colomo con las experiencias vividas desde el año 2003 a 2007, en donde se contemplan el uso de cinco tratamientos utilizando, Carbendazim 50 SC , *Aceite del árbol del té* (*Melalleuca alternifolia*), 22.3 EC, enzima de los cítricos 2SL, *aceite del árbol del té*, 62.2 EC y el Testigo absoluto, siendo el mejor tratamiento el fungicida *aceite de árbol del té*, 22.3 EC, con un dato final de 42% de la variable inflorescencias sanas, incidencia de 38.75% de *B. cinérea*, un rendimiento de 18.32 quintales de nuez húmeda en concha.

- Diversidad y patogenicidad de especies de *Botrytis*, *Cladosporium*, *Neopestalotiopsis* y *Pestalotiopsis* que causan enfermedades en las flores de macadamia en Australia.

Realizada por Prasannath k. Galea VL & Akinsan OA en 2013, confirmaron que 16 especies de hongos eran patógenas en las inflorescencias de macadamia, causando distintos niveles de severidad del tizón. La distribución de los agentes causales varió en las principales regiones productoras de macadamia de Australia.

Cladosporium y *Neopestalotiopsis* se aislaron con mayor frecuencia en la parte norte (Quesland) que *Botrytis*, que se aisló comparativamente con mayor frecuencia de flores enfermas en la parte sur (Nueva Gales del Sur) de las regiones de producción de macadamia australiana.

La incidencia de enfermedades mostró que *Cladosporium*, *Botrytis*, *Pestalotiopsis* y *Neopestalotiopsis* estaban más extendidos y ocurrían con mayor frecuencia en la mayoría de las regiones de producción, donde no se obtuvieron de la etapa inicial del desarrollo de las inflorescencias (etapa uno), pero los cuatro géneros de hongos se recuperaron de inflorescencias en etapa dos a cuatro

- **Historial de rendimiento de nuez húmeda en concha de finca “La Suiza”.**

Según Colomo (2019) es un registro anual de los ingresos de cosecha de nuez húmeda en concha en quintales, se cuentan con el registro desde que la empresa Zona Fértil S.A. compró la finca; siendo este desde el año 2004 hasta el 2019.

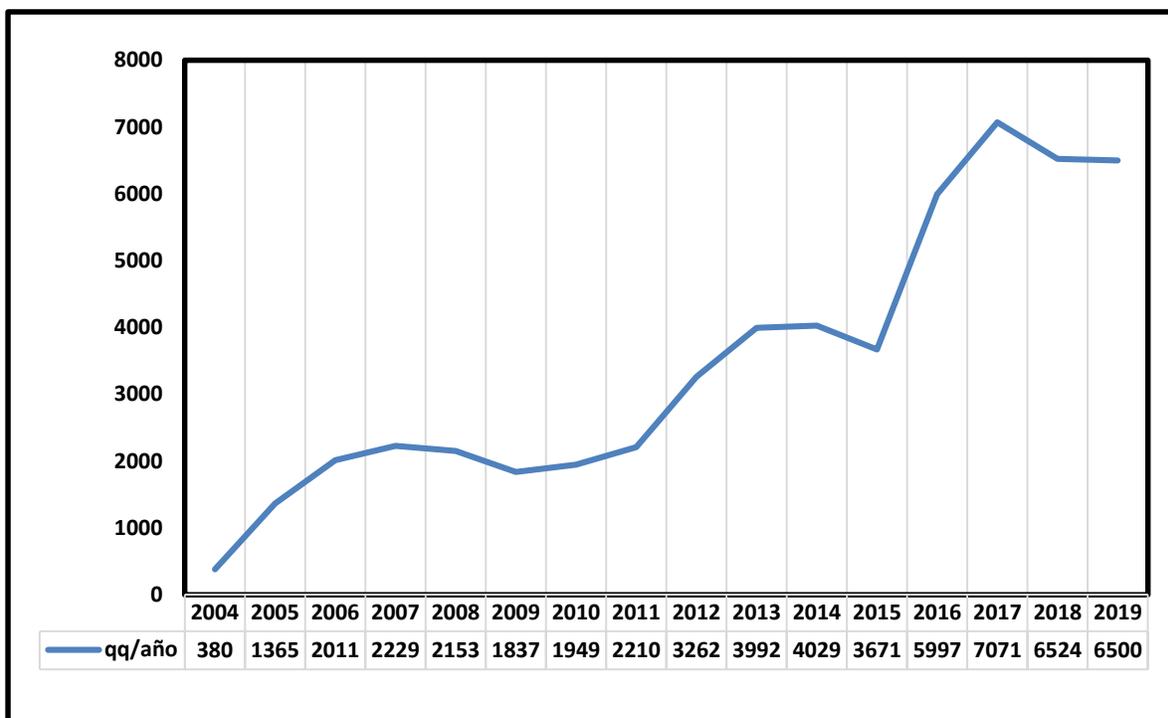


Figura 10: Historial de cosecha de nuez húmeda en concha (qq/año) de finca “La Suiza”, periodo 2004-20019.

Fuente: Colomo (2019)

Se puede observar el historial de cosecha de nuez húmeda en concha expresada en quintales por año, de finca “La Suiza” para el periodo 2004 al 2019, en donde se registró para los años 2018 y 2019 una reducción del rendimiento.

IV. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar el efecto de tres insecticidas y siete fungicidas para control de *Membracis mexicana* y *Botrytis cinerea* en inflorescencias de *M. integrifolia*. en finca “La Suiza”, El Palmar, Quetzaltenango.

2. Objetivos Específicos

- 2.1. Determinar cuál de los insecticidas evaluados reduce el índice de incidencia de *M. Mexicana* en las inflorescencias de *M. integrifolia*.
- 2.2. Determinar cuál de los fungicidas evaluados reduce el índice de incidencia de *B. cinérea*.
- 2.3. Obtener cuál de las combinaciones de insecticidas y fungicidas evaluados, mejora el porcentaje de sanidad.
- 2.4. Obtener cuál de los tratamientos evaluados genera el mayor rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea.
- 2.5. Determinar la relación beneficio-costos de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B.cinerea*.

V. HIPÓTESIS

1. Hipótesis para los insecticidas evaluados (factor A)

Ho₁: Los tres insecticidas evaluados tendrán el mismo efecto sobre el índice de incidencia de *M. mexicana*, porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia*, rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y relación beneficio-costos.

Ha₁: Al menos uno de los tres insecticidas evaluados tendrá un efecto diferente sobre el índice de incidencia de *M. mexicana*, porcentaje de sanidad en inflorescencias *M. integrifolia*, rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y relación beneficio-costos.

2. Hipótesis para fungicidas evaluados (Factor B)

Ho₂: Los siete fungicidas evaluados tendrán el mismo efecto sobre el índice de incidencia de *B. cinérea*, porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia*, rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y relación beneficio-costos.

Ha₂: Al menos unos de los siete fungicidas evaluados tendrán un efecto diferente sobre el índice de incidencia de *B. cinérea*, porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia*, rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y relación beneficio-costos.

3. Hipótesis para la interacción

Ho₃: No existirá interacción entre los tres insecticidas y siete fungicidas evaluados sobre la incidencia de *M. mexicana* y *B. cinerea*, porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia*, rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y relación beneficio-costos.

Ha₃: Existirá interacción entre los tres insecticidas y siete fungicidas evaluados sobre el índice de incidencia de *M. mexicana* y *B. cinerea*, porcentaje de sanidad de inflorescencias de *M. integrifolia*, rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y relación beneficio-costos.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se presentan los materiales utilizados para el establecimiento y manejo de la evaluación:

1. Materiales utilizados

1.1. Recursos físicos

- 576 árboles de *M. integrifolia*.
- 3 recipientes con capacidad de 25 litros.
- 5 asperjadoras motorizadas con capacidad de 25 litros.
- 1 libreta de campo.
- 10 nylons color rojo.
- 1 probeta de 50 cc.
- 1 probeta de 10 cc.
- 1 computadora
- Agua.
- Insecticidas:
 - 1 kilogramo de O,S-dimetil acetilfosforamidotoato 97% (ZARPA 97 SG).
 - 1 litro de Lambda cyhalotrina 5.4% (KARATE ZEON 5CS).
 - 1 litro de Clorpirifos (CLORPIRIFOS 48 EC).
- Fungicidas:
 - 1 litro de *Dodina* 40 % (SYLLIT 400 SC).
 - 1 litro de *methil thiofanato* (CYCOSIN 50 SC).
 - 0.45 litros de *Difenoconazole 8.72% + Ciprodinil 25.72%* (INSPIRE GOLD).
 - 0.3 litros *Aceite del árbol del té 22.25%* (TIMOREX GOLD).
 - 0.5 kilogramos de *anilinopirimidina + cyprodinil* (SWITCH 62.5 WG).
 - 0.5 litros de *fluoxastrobin + tebuconozole* (EVITO T SC).
 - 1 litro de *prochloraz 40%* (MIRAGE 40 EC).
 - 2 litros *Alquilsulfato de sodio + betaina + propanotriol + solventes y dispersantes* (WETTEX).
 - 1 litro regulador de pH a base de ácido fosfórico (PH PLUS).

1.2. Recursos humanos

- 1 caporal de aplicación.
- 1 practicante de E.P.S.A.T.
- 3 colaboradores para establecimiento de la evaluación.
- 2 colaboradores para la toma de muestreo previo a realizar la primera aplicación.
- 6 colaboradores para la aplicación de los pesticidas.
- Colaboradores para la toma de datos durante toda la evaluación.

1.3. Recursos financieros.

Fueron proporcionados por la administración de finca “La Suiza, los cuales comprendieron el pago de la mano de obra y la adquisición de los productos evaluados en la investigación.

2. Metodología del experimento

2.1. Localización del experimento

El ensayo a nivel de campo se realizó en el área de cultivo de *M. integrifolia* de finca “La Suiza” ubicada en el municipio del Palmar, Quetzaltenango; específicamente en la parcela “Antigua”.

Este experimento se utilizó para desarrollar los primeros cuatro objetivos específicos planteados en esta investigación, a continuación, se describe.

2.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño bifactorial de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, la principal razón para utilizar este diseño fue por bloquear gradientes de cambio entre las unidades las 64 unidades experimentales y los dos bloques, esto debido a la heterogeneidad del lote Antigua, principalmente por la pendiente del suelo y el área extensa que se utilizó ya que fueron 3.22 hectáreas.

2.2.1. Modelo estadísticos

A continuación, se presenta y describe el modelo lineal de un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma k + \tau i + (\gamma\tau)ki + \beta j + (\tau\beta)ij + \varepsilon_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Observaciones de la unidad experimental.

μ = Media general del ensayo.

γk = Efecto de los bloques.

$(\gamma\tau)ki$ = Error de la parcela grande [E(a)].

βj = Efecto del tratamiento β de la parcela pequeña.

$(\tau\beta)ij$ = Efecto de interacción de tratamientos de la parcela grande y parcela pequeña.

ε_{ijk} = Error de la parcela pequeña [E(b)].

2.2.2. Factores a evaluar

Cuadro 2. Factores A y B evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinerea* en el racimo floral de *M. integrifolia*.

| AGROQUIMICOS | INGREDIENTE ACTIVO | NOMBRE COMERCIAL |
|------------------------------------|------------------------------|----------------------|
| INSECTICIDAS (FACTOR A) | Dimetil acetilfosforamidato | ZARPA 97 SG |
| | Lambda ciahlotrina | KARATE ZEON 5 EC |
| | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC |
| | ----- | Sin insecticida |
| FUNGICIDAS (FACTOR B) | Dodina | SYLLIT 40 SC |
| | Metil tiofanato | CYCOSIN SC |
| | Difenoconazole + cyprodinil | INSPIRE GOLD EW |
| | Aceite del árbol de té | TIMOREX GOLD 22.3 EC |
| | Prochloraz | MIRAGE 45 Ec |
| | Fluoxastrobina + tebuconazol | EVITO T 45 Sc |
| | Fludioxonil + ciprodinil | SWITCH 62.5 WG |
| | ----- | Sin fungicida |

Se pueden observar las moléculas utilizadas correspondientes a los insecticidas como factor “A” con cuatro niveles; y fungicidas como factor “B” con ocho niveles, seleccionados entre una amplia gama de soluciones comerciales por sus mecanismos de acción y control para *B. cinerea* y *M. mexicana*.

2.2.3. Tratamientos evaluados

Luego de establecidos los factores A y B se realizaron las combinaciones pertinentes para obtener los tratamientos de la evaluación, a continuación, se presentan:

Cuadro 3. Combinación de factores A y B evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinérea* en *M. integrifolia*.

| TRATAMIENTO | FACTOR A (INSECTICIDAS) | | FACTOR B (FUNGICIDAS) | |
|-------------|---------------------------|------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | INGREDIENTE ACTIVO | NOMBRE COMERCIAL | INGREDIENTE ACTIVO | NOMBRE COMERCIAL |
| T1 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Dodina</i> | SYLLIT 40 SC |
| T2 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Metil tiofanato</i> | CYCOSIN SC |
| T3 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Difenoconazole + cyprodinil</i> | INSPIRE GOLD EW |
| T4 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Aceite del árbol de té</i> | TIMOREX GOLD 22.3 EC |
| T5 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Prochloraz</i> | MIRAGE 45 Ec |
| T6 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Fluoxastrobina + tebuconazol</i> | EVITO T 45 Sc |
| T7 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | <i>Fludioxonil + ciprodinil</i> | SWITCH 62.5 WG |
| T8 | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | ----- | Sin fungicida |
| T9 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Dodina</i> | SYLLIT 40 SC |
| T10 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Metil tiofanato</i> | CYCOSIN SC |
| T11 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Difenoconazole + cyprodinil</i> | INSPIRE GOLD EW |
| T12 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Aceite del árbol de té</i> | TIMOREX GOLD 22.3 EC |
| T13 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Prochloraz</i> | MIRAGE 45 Ec |
| T14 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Fluoxastrobina + tebuconazol</i> | EVITO T 45 Sc |
| T15 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | <i>Fludioxonil + ciprodinil</i> | SWITCH 62.5 WG |
| T16 | <i>Lambda ciahlotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | ----- | Sin fungicida |

.....Continuación cuadro 3.

| | | | | |
|-----|-------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| T17 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Dodina | SYLLIT 40 SC |
| T18 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Metil tiofanato | CYCOSIN SC |
| T19 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Difenoconazole + cyprodinil | INSPIRE GOLD EW |
| T20 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Aceite del árbol de té | TIMOREX GOLD 22.3 EC |
| T21 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Prochloraz | MIRAGE 45 Ec |
| T22 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Fluoxastrobina + tebuconazol | EVITO T 45 Sc |
| T23 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | Fludioxonil + ciprodinil | SWITCH 62.5 WG |
| T24 | Clorpirifos | FORAFOS 48 EC | ----- | Sin fungicida |
| T25 | ----- | SIN INSECTICIDA | Dodina | SYLLIT 40 SC |
| T26 | ----- | SIN INSECTICIDA | Metil tiofanato | CYCOSIN SC |
| T27 | ----- | SIN INSECTICIDA | Difenoconazole + cyprodinil | INSPIRE GOLD EW |
| T28 | ----- | SIN INSECTICIDA | Aceite del árbol de té | TIMOREX GOLD 22.3 EC |
| T29 | ----- | SIN INSECTICIDA | Prochloraz | MIRAGE 45 Ec |
| T30 | ----- | SIN INSECTICIDA | Fluoxastrobina + tebuconazol | EVITO T 45 Sc |
| T31 | ----- | SIN INSECTICIDA | Fludioxonil + ciprodinil | SWITCH 62.5 WG |
| T32 | ----- | SIN INSECTICIDA | ----- | Sin fungicida |

Se puede observar que se tiene 32 tratamientos; se cuenta con siete testigos relativos siendo estos del T25 a T31 con el objetivo de evaluar de forma individual el efecto de las moléculas y un testigo absoluto (T32) para comparar el efecto de los demás tratamientos evaluados.

2.3. Dosificaciones y preparación de los tratamientos

Para la determinación de las dosificaciones por pesticidas se tomó en cuenta las recomendaciones de las fichas técnicas y las opiniones de los representantes técnicos de las casas comerciales, ya que si bien las dosis recomendadas por los panfletos deben de utilizarse bajo la recomendaciones de los mismos los volúmenes de agua utilizados para el cultivo de macadamia son considerablemente mayores, por lo que para esta evaluación se utilizó un volumen de agua de 712 litros/hectárea,

a continuación en el cuadro cuatro se presentan las dosis de cada uno de los agroquímicos evaluados:

Cuadro 4. Dosificación de agroquímicos evaluados en la investigación para el control de *M. mexicana* y *B.cinerea* en *M. integrifolia*.

| TIPO DE AGROQUIMICO | INGREDIENTE ACTIVO | NOMBRE | DOSIS (ha.) |
|---------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------|
| INSECTICIDAS | <i>Acetafe</i> | ZARPA 97 SG | 0.82 Kg |
| | <i>Lambda cialotrina</i> | KARATE ZEON 5 EC | 1.22 L |
| | <i>Clorpirifos</i> | FORAFOS 48 EC | 1.22 L |
| FUNGICIDAS | <i>Dodina</i> | SYLLIT 40 SC | 1.4 L |
| | <i>Metil tiofanato</i> | CYCOSIN SC | 1.2 L |
| | <i>Difenoconazole + cyprodinil</i> | INSPIRE GOLD EW | 0.6 L |
| | <i>Aceite del árbol de té</i> | TIMOREX GOLD 22.3 EC | 0.4 L |
| | <i>Prochloraz</i> | MIRAGE 45 Ec | 1.25 L |
| | <i>Fluoxastrobina + tebuconazol</i> | EVITO T 45 Sc | 0.5 L |
| | <i>Fludioxonil + ciprodinil</i> | SWITCH 62.5 WG | 0.5 Kg |
| COADYUVANTES | <i>Organocilicona</i> | WETTEX | 0.8 L |
| | <i>Acido fosfónico</i> | PH PLUS | 0.71 L |

Para la preparación de las mezclas de pesticidas se inició con la corrección de pH debido a que se determinó que el agua natural provenientes de nacimientos poseía un pH de 6.8 por lo que con la dosis del corrector de acidez se bajó hasta aproximadamente a 5.7 o seis en escala, seguido se fueron preparando las mezclas por tratamiento para realizar las soluciones que correspondían de insecticidas y fungicidas tomando en cuenta el orden de mezcla, finalmente se procedió a agregar el adherente y antiespumante para luego hacer la aplicación en el campo de cultivo (ver figura 15, en anexos).

2.4. Número de repeticiones

Para el cálculo del número de repeticiones se utilizó la ecuación del error experimental para el diseño de bloques completos al azar con arreglo de parcelas

divididas donde el objetivo es al menos 12 grados de libertad y se basa en los niveles de los factores "A y B" la cuál a continuación, se describe:

$$Gl = A(B - 1)(r - 1)$$

En donde:

GL: Grados de libertad (al menos 12)

A: Número de niveles del factor A(Insecticidas)

B: Número de niveles del factor B(Fungicidas)

r: Número de repeticiones

1: Constante

$$G.L.= 4 (8-1) (r-1)$$

$$G. L= 4(7) (r-1)$$

$$12= (28) (r-1)$$

$$12/28= r-1$$

$$0.43+1=r$$

$$1.43=r \approx 2$$

Por lo que se decidió a utilizar dos repeticiones, ya que al reemplazar los valores dentro de la ecuación se obtuvieron 28 grados de libertad.

$$Gl = A(B - 1)(r - 1)$$

$$Gl= 4(8-1)(2-1)$$

Gl: 28

2.5. Unidad experimental

De acuerdo con las combinaciones de los factores A y B se tuvieron 32 tratamientos, para establecerlos en campo se utilizaron árboles de macadamia de las variedades IKAIKA 333 y KAKEA 508 en producción pertenecientes al lote

“Antigua” (mayores de 15 años), un total de nueve árboles por unidad experimental y un área de 441 m² tal y como se presenta:

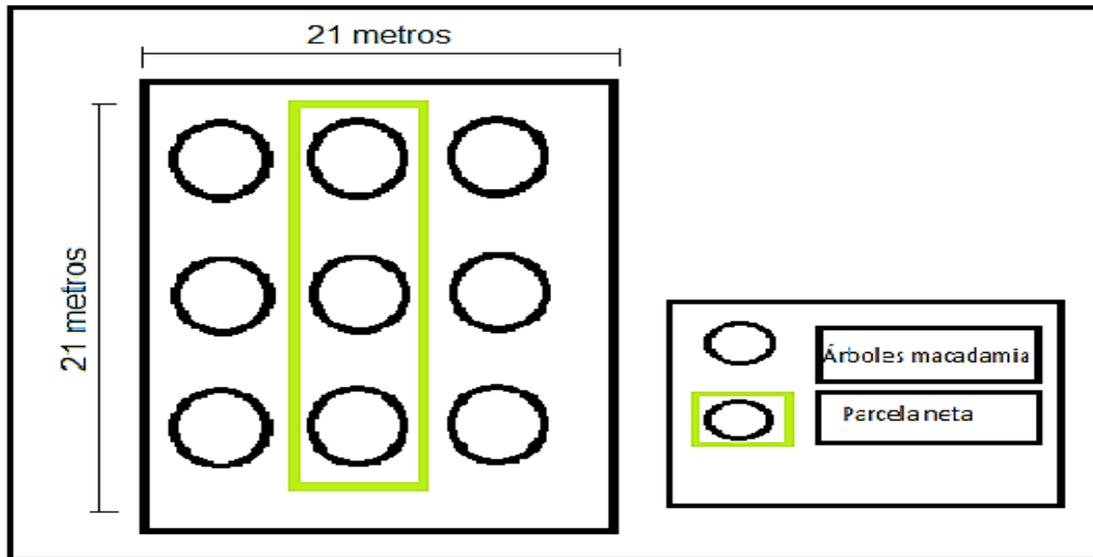


Figura 11. Croquis de campo de la unidad experimental.

Se puede observar que nueve árboles fueron la parcela bruta y tres árboles de parcela neta, además previo a la aplicación se realizó el marcaje de 75 primordios florales completamente sanos en todos los aspectos (25 por árbol) para poder darles el seguimiento y obtener las variables de respuesta incidencia de *M. mexicana*, *B. cinérea*, porcentaje de sanidad en las inflorescencias de *M. integrifolia*, rendimiento de nuez humedad en concha en quintales por hectárea y la relación beneficio-costos.

2.6. Croquis y aleatorización de los tratamientos evaluados

Luego de obtenidos los 32 tratamientos, dos repeticiones (dos bloques) y las 64 unidades experimentales; se procedió a aleatorización de los tratamientos tomando en cuenta que los diseños experimentales contemplan el azar para evitar sesgos estadísticos y el favorecimiento de algún tratamiento por la ubicación o cualquier otra gradiente que pudiera inducir al error.

Para evitar el favorecimiento de algún tratamiento se necesitó aleatorizar la ubicación de cada tratamiento en el diseño y también en el campo, para esto se utilizó el método de la tómbola para obtener el posicionamiento de los tratamientos en la primera parcela grande, para las siguientes parcelas solo se fue corriendo una posición en cada cambio de parcela a continuación:

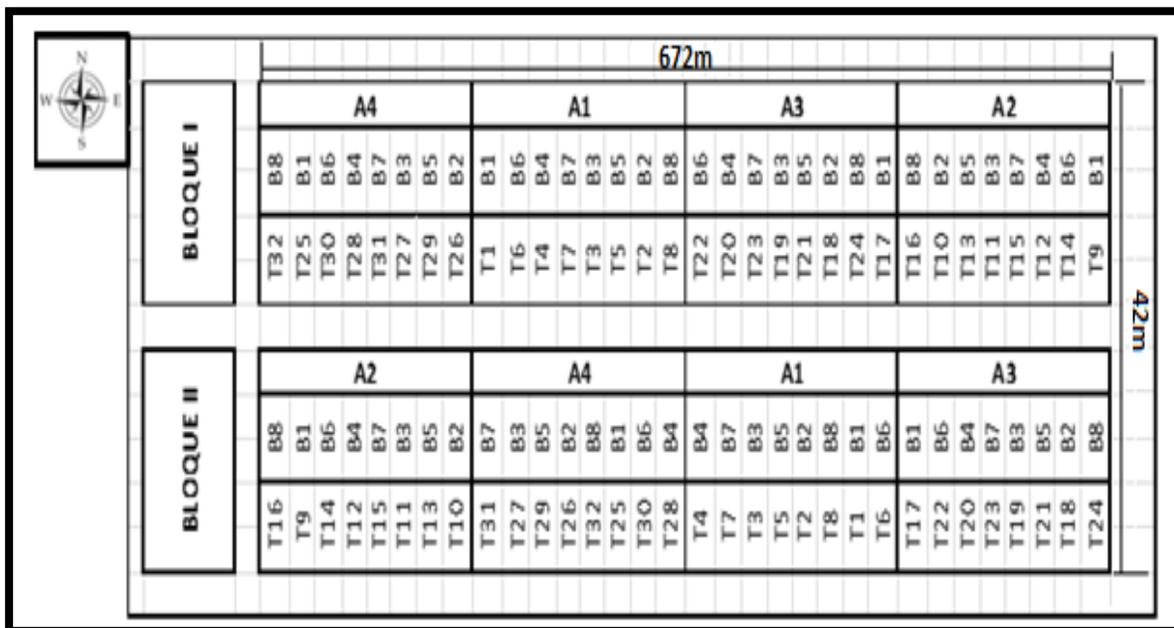


Figura 12: Croquis y aleatorización de los tratamientos evaluados.

Se puede observar el croquis de campo con la aleatorización de los tratamientos evaluados, ubicados dentro de las parcelas grandes y pequeñas; dentro de los dos bloques que se definieron para la evaluación de campo.

2.7. Establecimiento del ensayo de campo para la investigación en campo.

Se establecieron dos bloques con cuatro parcelas grandes y 64 sub parcelas, las cuales comprendían una población de nueve arboles por unidad experimental, y una población total de 576 árboles por todo el ensayo de campo, seguido se delimitó cada parcela neta utilizando nylon de diversos colores colocándolos en los fustes junto con el correlativo de la aleatorización de los tratamientos para que solamente estos fuesen muestreados.

Así mismo se también se marcaron 75 inflorescencias estrictamente sanas por parcela neta, 25 inflorescencias por árbol de *M. integrifolia*, los cuales fueron la base

de la investigación, ya que mediante estas se determinó el comportamiento y efecto de la aplicación de cada tratamiento evaluado.

2.8. Toma de datos de campo

Se realizaron un total de tres levantamientos de datos o muestreos (ver figura 20 en anexos), de forma consecutiva en los meses de julio a diciembre del año 2,020, coincidiendo en las etapas fenológicas importantes en el desarrollo las inflorescencias para macadamia en cáscara verde con el objetivo de dar respuesta a las variables evaluadas.

Durante el proceso de evaluación se adaptó la fenología de la inflorescencia para establecer las variables de respuesta, el número de muestreos y las fechas para realizarlos, partiendo de las 75 inflorescencias sanas marcadas por tratamiento, tal y como se presentan:

Cuadro 5. Variables de respuesta y número de muestreos de la investigación adaptados a la fenología de la inflorescencia de *M. integrifolia*.

| No. De muestreo | Etapas | Variable de respuesta | Descripción |
|-----------------|------------------|---|--|
| 1 | Flor verde | Incidencia de <i>M. Mexica</i> y <i>B. cinérea</i> | Toma de datos a los 25 días después de haber marcado las inflorescencias |
| 2 | Flor blanca | Porcentaje de sanidad de inflorescencias. | Toma de datos a los 53 días después de haber marcado las inflorescencias |
| 3 | Macadamia grande | Rendimiento de nuez húmeda en concha y análisis beneficio-costos. | Toma de datos a los 119 días después de haber marcado las inflorescencias. |

En el cuadro cinco se puede observar los muestreos adaptados a las etapas fenológicas junto con las variables de respuestas a tomar, se realizaron de la siguiente manera:

El primer muestreo se llevó a cabo a los 25 días después de marcadas las inflorescencias sanas, cuando las inflorescencias se encontraban en etapa 1 o “flor verde”, con el objetivo de determinar la incidencia de *M. mexicana*

El segundo muestreo se realizó a los 53 días después marcadas las inflorescencias sanas, cuando las inflorescencias se encontraban en etapa 2 o “flor blanca”, con el objetivo de determinar la incidencia de *B. cinérea* y el porcentaje de sanidad de las inflorescencias de *M. integrifolia*.

El tercer muestreo se realizó a los 119 días después de marcadas las inflorescencias sanas, cuando las inflorescencias se encontraban en etapa 5 o en “macadamia grande”, con el objetivo de establecer el rendimiento de nuez húmeda en concha.

La última variable de respuesta fue la relación beneficio-costos, para la obtención de esta variable se necesitó del rendimiento de nuez húmeda en concha expresada en quintales, que es la forma en la que se comercializa con la empresa Alimentos Selectos S.A.; los costos fijos y variables de los tratamientos; y el precio unitario del rendimiento.

También fue necesario ir recopilando información, desarrollada durante la ejecución de la investigación debido a que fue fundamental en muchos principios, tales como: la calidad de la nuez húmeda en concha, dinámica de floración, análisis de reacción de cadena de la polimerasa o en sus en inglés PCR en inflorescencias y la evaluación de los fungicidas *Difenoconazole +cyprodinil*, INSPIRED GOLD y *Aceite del árbol del té*, TIMOREX GOLD.

2.9. Fertilización

Se realizó utilizando el plan de fertilización propuesto para los lotes en producción de nuez de macadamia, mayor a 15 años, por parte de la administración de finca “La Suiza”, tomando en cuenta las necesidades de enmiendas nutricionales del cultivo, se presentan los productos utilizados en el plan de fertilización en el cuadro seis:

Cuadro 6: Productos y dosificaciones/ ha (Kg ó L) del plan de fertilidad.

| Producto | Dosis/ha | N-NH4 | P2O5 | K2O | MgO | SO4 | FeO | CuO | MnO | ZnO | BO3 | CaO |
|--------------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Basacote 12M | 27.80 | 4.17 | 2.22 | 3.34 | 0.56 | 1.39 | 0.11 | 0.01 | 0.17 | 0.01 | 0.01 | --- |
| Basfoliar Zn | 0.60 | 0.04 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0.45 | --- | --- |
| Basfoliar Ca | 1.50 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 0.49 |
| Van iperen Fosfito | 0.50 | --- | 0.28 | 0.19 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Van iperen Vico | 1.00 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Foltron | 1.00 | 0.13 | 0.26 | 0.07 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Total | | 4.51 | 2.93 | 3.76 | 0.56 | 1.39 | 0.11 | 0.01 | 0.17 | 0.46 | 0.11 | 0.49 |

Se pueden observar los productos y dosificaciones utilizados en el plan de fertilización aplicados complemento a la fertilidad del suelo.

2.10. Control de plagas y enfermedades

Se realizó con los tratamientos evaluados en ésta investigación, para esto se realizó una aplicación para el control de *M.mexicana* y *B.cinerea*, además se agregaron coadyuvantes para evitar pérdidas por lluvia y corrector de pH para garantizar la efectividad de las aplicaciones se presentan:

Cuadro 7. Coadyuvantes a utilizar en las mezclas de los tratamientos a evaluar.

| No. | INGREDIENTE ACTIVO | NOMBRE COMERCIAL | PESTICIDA | DOSIS |
|-----|--|------------------|-----------------|------------|
| 1 | Organosilicona+ solventes y dispersantes | WETTEX | ADHERENTE | 0.3L/ha |
| 2 | <i>Ácido fosfórico</i> | Ph PLUS | CORRECTOR DE PH | 0.75/200 L |

Se muestran las descripciones y dosificaciones de los coadyuvantes utilizados para mejorar la calidad del agua utilizada como base en las mezclas que se aplicaron en combinación con los tratamientos evaluados.

2.11. Análisis estadístico de los resultados

Este análisis fue realizado en los primeros cuatro objetivos específicos.

Previo a iniciar al análisis de la información se procedió a realizar la transformación de los porcentajes de variables cuantitativas discretas a cuantitativas continuas mediante una función del programa Microsoft Excel en su versión 2020, a continuación, se detalla la fórmula aplicada:

$$\sin^{-1} \sqrt{\left(\frac{\text{Porcentaje}}{100}\right)}$$

Para la función anterior se debe de dividir el valor de la celda, en este caso se debe de dividir el porcentaje dentro de 100 para obtener el valor en proporción y el resultado se expresa como un valor que presenta distribución normal.

Para el manejo de la información y la realización de los análisis de varianza se utilizó como base el programa INFOSTAT, (2020) en su versión gratuita para estudiantes en donde se procedió a establecer el modelo estadístico para procesar la información; para ello se organizó la información de forma correcta para que el programa reconociera el patrón de ordenamiento, además de definir las especificaciones del modelo para el arreglo de parcelas divididas y las interacciones entre factores A, B y bloques.

La descripción del modelo fue de suma importancia debido a que ésta le da los parámetros y directrices al programa para definir la forma del cálculo de los análisis de varianzas.

2.12. Análisis de varianza, ANDEVA.

El análisis de varianza fue realizado en los primeros cuatro objetivos específicos ya que la misma metodología aplicó para las variables de respuesta, siendo realizado con herramientas tecnológicas a través del programa estadístico InfoStat,

2.13. Prueba múltiple de medias de Tukey al 5% de significancia

Se realizó para los primeros cuatro objetivos específicos, con el objetivo de determinar qué tratamiento tiene mejor efecto sobre las variables de respuesta anteriormente descritas con el apoyo del mismo programa, para esto se procedió a indicarle al programa que realizase las comparaciones pertinentes, en este caso la prueba de tukey al 5% de significancia e indicándole las medias de importancia relacionadas al modelo del arreglo de parcelas divididas.

Para finalmente proceder al análisis y la interpretación de la información obtenida mediante el análisis estadístico de los resultados, el cálculo de las varianzas y las pruebas múltiples de medias de Tukey al 5% de significancia para cada una de las variables de respuesta.

2.14. Metodología para alcanzar los objetivos específicos.

2.14.1. Para determinar cuál de los insecticidas evaluados redujo la incidencia de *M. mexicana* en las inflorescencias de *M. integrifolia*, se procedió de la siguiente forma:

2.14.1.1 Descripción

Se utilizó un diseño bifactorial de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, éste diseño se utilizó para los primeros cuatro objetivos específicos; así mismo se realizó un muestreo que se llevó a cabo a los 25 días después de marcadas las inflorescencias sanas, cuando las inflorescencias se encontraban en etapa 1 o en “flor verde”.

El daño de éste insecto se distingue por la presencia de sus oviposiciones en las inflorescencias, específicamente en el raquis dispuesto dentro de los cojines florales (ver en la figura dos). Con esta información se generó una matriz de datos, seguido se procedió a determinar el índice de incidencia del insecto utilizando (ver cuadro 19 en anexos).

2.14.1.2. Variable

- **Índice de incidencia de *M. mexicana* en inflorescencias de *M. integrifolia*.**

Se determinó partiendo de la contabilización porcentual del daño del insecto *M. mexicana* presente en las 75 inflorescencias sanas que se marcaron previo a la aplicación de los insecticidas, en los árboles de *M. integrifolia* de la parcela neta de los 32 tratamientos evaluados, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Incidencia de } M. mexicana (\%) = \frac{\text{No.de inflorescencias afectadas por } M. mexicana}{75 \text{ inflorescencias}} * 100$$

El resultado de la aplicación de la ecuación anterior fueron los valores en porcentaje de índice de incidencia, los cuales fueron necesarios transformarlos para que los datos tuvieran un comportamiento de distribución normal.

2.14.1.3. Análisis estadístico de la variable índice de incidencia de *M. mexicana* en inflorescencias de *M. integrifolia*

Se utilizó un análisis de varianza al 5% de significancia, mediante el uso de programa Infostat, para poder encontrar la fuente de variación, seguido se procedió a la realización de la prueba múltiple de medias de la fuente de variación que presentó mayor fuente de variación, para finalmente concluir con los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico.

2.14.2. Para determinar cuál de los fungicidas evaluados redujo la incidencia de *B. cinerea* en las inflorescencias de *M. integrifolia* se procedió de la siguiente forma:

2.14.2.1. Descripción

Se utilizó un diseño bifactorial de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, para los primeros cuatro objetivos específicos; así mismo se

realizó un muestreo que se llevó a cabo a los 25 días después de marcadas las inflorescencias sanas, cuando las inflorescencias se encontraban en etapa 1 o en “flor verde”.

El daño de éste hongo se distingue debido a que las infecciones pueden provocar quemaduras o podredumbres en las inflorescencias, dependiendo del avance de la epizootia; el daño se puede encontrar en toda la inflorescencia y puede provocar desde la pérdida de secciones de la inflorescencia hasta culminar con la colonización completa de la misma (ver figura 18 en anexos). Con esta información se generó una matriz de datos, seguido se procedió a determinar el índice de incidencia del hongo (ver cuadro 21 en anexos).

2.14.2.2 Variable.

- **Índice de incidencia de *B. cinérea* en inflorescencia de *M. integrifolia***

Se determinó partiendo de la contabilización porcentual del daño del hongo *B. cinerea* presente en las 75 inflorescencias sanas que se marcaron previo a la aplicación de los fungicidas, en los árboles de *M. integrifolia* de la parcela neta de los 32 tratamientos evaluados, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de Incidencia de } B. \text{ cinerea}(\%) = \frac{\text{No. de inflorescencias afectadas } B. \text{ cinerea}}{75 \text{ inflorescencias}} * 100$$

El resultado de la aplicación de la ecuación anterior fueron los valores en porcentaje de índice de incidencia, los cuales fueron necesarios transformarlos para que los datos tuvieran un comportamiento de distribución normal.

2.14.2.3. Análisis estadístico de la variable índice de incidencia de *B. cinérea* en inflorescencias de *M. integrifolia*

Se utilizó un análisis de varianza al 5% de significancia, mediante el uso de programa Infostat, para poder encontrar la fuente de variación, seguido se procedió a la realización de la prueba múltiple de medias de la fuente de variación que presentó mayor fuente de variación, para finalmente concluir con los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico.

2.14.3. Para obtener cuál de las combinaciones de insecticidas y fungicidas evaluados, mejora el porcentaje de sanidad de las inflorescencias de *M. integrifolia*, se procedió de la siguiente forma.

2.14.3.1. Descripción

Se utilizó un diseño bifactorial de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, para los primeros cuatro objetivos específicos; así mismo se realizó un muestreo que se llevó a cabo a los 53 días después de marcadas las inflorescencias sanas, cuando las inflorescencias se encontraban en etapa II o en “blanca” debido a que en ésta es la etapa crítica según Corzo (2020); ya que se presenta la caída masiva de flores continuado con la fenología para la formación de frutos, Con esta información se generó una matriz de datos, seguido se procedió a determinar el porcentaje de sanidad de las inflorescencias de *M.integrifolia* (ver cuadro 20 en anexos).

2.14.3.2. Variables

• Porcentaje de sanidad de inflorescencias de *M. integrifolia*

Se distinguió discriminatoriamente las inflorescencias afectadas por el daño de *B. cinerea*, *M. mexicana*, los racimos muertos de forma natural o por el efecto de algún otro factor; de las inflorescencias notoriamente sanas (ver figura 18 en anexos). Para lo anterior se necesitó apoyarse en la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de sanidad} = \frac{\text{No. de inflorescencias sanas}}{75 \text{ inflorescencias muestreados}} * 100$$

2.14.3.3. Análisis estadístico de la variable Porcentaje de sanidad en inflorescencia de *M. integrifolia*

Se utilizó un análisis de varianza al 5% de significancia, mediante el uso de programa Infostat, para poder encontrar la fuente de variación, seguido se procedió a la realización de la prueba múltiple de medias de la fuente de variación que presentó mayor fuente de variación, para finalmente concluir con los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico.

2.14.4. Para obtener cuál de los tratamientos evaluados generó el mayor rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea, se procedió de la siguiente forma.

2.14.4.1. Descripción

Para obtener cuál de los tratamientos evaluados generó el mayor rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea expresada en quintales se utilizó un diseño bifactorial de bloques completos al azar con arreglo de parcelas divididas, éste diseño se utilizó para los primeros cuatro objetivos específicos; así mismo se realizó un muestreo a los 119 días después de aplicados los tratamientos, específicamente en la etapa cinco ya que, en esta etapa, aunque la nuez se encuentra fisiológicamente inmadura, ya no es abortable y es considerada como nuez segura para su cosecha (ver figura 19 en anexos).

Para está variable primero se determinó el número de nueces por raquis para lo cual se contabilizó el número total de nueces obtenidas por cada uno de las 75 inflorescencias marcadas, a continuación, se describe la ecuación utilizada para calcular el número de nueces por raquis por tratamiento:

$$NNR = NNT / NRT$$

NNR= Número de nueces por raquis.

NNT= Número de nueces totales por tratamiento.

NRT= Número de raquis por tratamiento (75).

2.14.4.2. Variable

• Rendimiento de nuez húmeda en concha de *M. integrifolia*

Luego de obtenida esta información del número de nueces por raquis se generó una matriz de datos (ver cuadro 22 en anexos), seguido se procedió a realizar el cálculo del rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea, considerando los valores obtenidos en la siguiente ecuación:

$$NHEC(qq) = \frac{(NNR * F_{\mu} * Dp/ha)}{(No.MC/libra * 100)} * Conversi\acute{o}n^{Mc/NHEC}$$

En donde:

NHEC (qq): es el rendimiento expresado en quintales de nuez húmeda en concha.

NNR: número de nueces por raquis (macadamia en cáscara).

F_μ: Floración media del lote expresada como número de inflorescencias (820).

D_p/ha: Densidad poblacional por hectárea (178 árboles en este caso).

No.MC/libra * 100: Número medio de macadamia en cáscara por libra planteado a quintales.

Conversi\acute{o}n^{Mc/NHEC}: Conversión de quintales de macadamia en cáscara a quintales de nuez húmeda en concha.

Con estas ecuaciones se obtuvieron los rendimientos de los tratamientos expresados en quintales, esto se debe a que la empresa que compara la nuez, Alimentos Selectos S. A., utiliza esa unidad de medida.

2.14.4.3. Análisis estadístico de la variable rendimiento de nuez húmeda en concha de *M. integrifolia*

Se utilizó un análisis de varianza al 5% de significancia, mediante el uso de programa Infostat, para poder encontrar la fuente de variación, seguido se procedió a la realización de la prueba múltiple de medias de la fuente de variación que presentó mayor fuente de variación, para finalmente concluir con el o los tratamientos que obtuvieron el mayor rendimiento.

2.14.5. Para determinar la relación beneficio costo de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinerea*, se procedió de la siguiente forma.

2.14.5.1. Descripción

Se realizó un análisis económico que contempla ocho indicadores, mediante el cual se obtiene la relación beneficio costo.

2.14.5.2. Variable

- **Relación beneficio costo de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinérea***

La relación beneficio costo indica la viabilidad de la explotación o en este caso la aplicación de los tratamientos, ya que se puede obtener o determinar si existe beneficio monetario o no al valor de la inversión. Paramétricamente se tiene que si la relación beneficio costo es mayor a uno se recupera el capital de la inversión y se obtienen ganancias; por el contrario, si el valor es menor a uno, no se recomienda la implementación porque no se estaría recuperando la inversión (capital), para el cálculo de la relación beneficio-costo se utilizó la siguiente ecuación

$$\text{Relación Beneficio – Costo} = \frac{\text{Ingresos brutos (Q)}}{\text{Costos totales (Q)}}$$

2.14.5.3. Análisis económico de la variable relación beneficio-costo de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinérea*

Se utilizaron los ocho indicadores que contemplan el análisis, a continuación se describen:

- **Costo total de producción**

Se define como la sumatoria de los costos directos y variables que en conjunto se invierten para obtener la producción expresado en quetzales (Q) por hectárea, para el caso de esta investigación los costos directos fueron: el costo de producción por hectárea el cual es de Q 2,500.00; y costos variables fueron el costo de cosecha de macadamia en cáscara y post cosecha para la obtención de la nuez húmeda en concha el cual fue de Q 112.50 por quintal y el agregado de los costos por tratamiento, los cuales se describen en el cuadro seis.

- **Volumen de producción**

Es el rendimiento obtenido por tratamiento, expresado en quintales de nuez húmeda en concha de macadamia por hectárea, los que fueron obtenidos de la toma de datos del muestreo número tres en la etapa cinco de la inflorescencia de *M. integrifolia*.

Cuadro 8. Costos fijos y variables de los tratamientos de la investigación por hectárea.

| Tratamientos | COMBINACIONES | | COSTOS (Q) | | |
|--------------|---------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------|
| | INSECTICIDAS (F.A.) | FUNGICIDAS (F.B.) | COSTOS FIJOS (Q) | COSTOS VARIABLES (Q) | TOTAL |
| T1 | ZARPA | SYLLIT | Q 2,500.00 | Q 2,349.77 | Q 4,849.77 |
| T2 | | CYCOSIN | Q 2,500.00 | Q 2,271.66 | Q 4,771.66 |
| T3 | | INSPIRE GOLD | Q 2,500.00 | Q 2,641.08 | Q 5,141.08 |
| T4 | | TIMOREX GOLD | Q 2,500.00 | Q 3,015.87 | Q 5,515.87 |
| T5 | | MIRAGE | Q 2,500.00 | Q 3,634.49 | Q 6,134.49 |
| T6 | | EVITO T | Q 2,500.00 | Q 1,743.86 | Q 4,243.86 |
| T7 | | SWITCH | Q 2,500.00 | Q 1,879.49 | Q 4,379.49 |
| T8 | | SIN FUNGICIDA | Q 2,500.00 | Q 1,442.65 | Q 3,942.65 |
| T9 | KARATE ZEON | SYLLIT | Q 2,500.00 | Q 2,319.45 | Q 4,819.45 |
| T10 | | CYCOSIN | Q 2,500.00 | Q 2,438.38 | Q 4,938.38 |
| T11 | | INSPIRE GOLD | Q 2,500.00 | Q 2,783.17 | Q 5,283.17 |
| T12 | | TIMOREX GOLD | Q 2,500.00 | Q 3,219.53 | Q 5,719.53 |
| T13 | | MIRAGE | Q 2,500.00 | Q 3,604.17 | Q 6,104.17 |
| T14 | | EVITO T | Q 2,500.00 | Q 2,489.40 | Q 4,989.40 |
| T15 | | SWITCH | Q 2,500.00 | Q 2,169.36 | Q 4,669.36 |
| T16 | | SIN FUNGICIDA | Q 2,500.00 | Q 1,523.17 | Q 4,023.17 |
| T17 | FORAFOS | SYLLIT | Q 2,500.00 | Q 2,304.67 | Q 4,804.67 |
| T18 | | CYCOSIN | Q 2,500.00 | Q 2,201.93 | Q 4,701.93 |
| T19 | | INSPIRE GOLD | Q 2,500.00 | Q 2,078.73 | Q 4,578.73 |
| T20 | | TIMOREX GOLD | Q 2,500.00 | Q 2,367.31 | Q 4,867.31 |
| T21 | | MIRAGE | Q 2,500.00 | Q 3,133.72 | Q 5,633.72 |
| T22 | | EVITO T | Q 2,500.00 | Q 2,671.67 | Q 5,171.67 |
| T23 | | SWITCH | Q 2,500.00 | Q 2,216.16 | Q 4,716.16 |
| T24 | | SIN FUNGICIDA | Q 2,500.00 | Q 1,225.13 | Q 3,725.13 |
| T25 | SIN INSECTICIDA | SYLLIT | Q 2,500.00 | Q 1,178.06 | Q 3,678.06 |
| T26 | | CYCOSIN | Q 2,500.00 | Q 1,284.68 | Q 3,784.68 |
| T27 | | INSPIRE GOLD | Q 2,500.00 | Q 2,035.87 | Q 4,535.87 |
| T28 | | TIMOREX GOLD | Q 2,500.00 | Q 1,511.64 | Q 4,011.64 |
| T29 | | MIRAGE | Q 2,500.00 | Q 2,314.99 | Q 4,814.99 |
| T30 | | EVITO T | Q 2,500.00 | Q 1,397.28 | Q 3,897.28 |
| T31 | | SWITCH | Q 2,500.00 | Q 1,286.59 | Q 3,786.59 |
| T32 | | SIN FUNGICIDA | Q 2,500.00 | Q 775.87 | Q 3,275.87 |

- **Costo unitario promedio**

Es el costo por unidad de rendimiento, es decir, por quintal de nuez húmeda en concha, obtenido de la división de los costos totales expresado en quetzales dividido dentro del rendimiento de nuez húmeda en concha

- **Precio de venta de la producción.**

Se define como el valor monetario expresado en quetzales que presenta la unidad de rendimiento en el mercado, para el caso de la nuez húmeda en concha de macadamia fueron dos precios, estos precios hacen referencia a la diferencia de tamaño de nuez, la nuez por encima de 22 milímetros de diámetro o nuez grande tiene un valor de Q 737.00 por quintal y la nuez menor a 18 milímetros diámetro tiene un valor de Q 350.00 por quintal de nuez húmeda en concha.

- **Valor bruto de la producción o ingresos.**

Valor expresado en quetzales que resulta del producto del rendimiento por el precio de venta de la producción, para el caso de esta investigación se realizó una división porcentual debido a que del total de rendimiento, un 70 por ciento es de nuez mayor a 22 milímetros y el 30 por ciento es de nuez menor a 18 milímetros.

- **Utilidad total de la producción.**

Resulta de la sustracción de los costos totales de la producción al valor bruto de la producción o ingresos, este valor es la ganancia o pérdida obtenida de un ciclo de explotación, para éste caso, para el cultivo de *M. integrifolia*, expresado en quetzales.

- **Índice de rentabilidad.**

Es el cociente obtenido de dividir la utilidad total dentro de los costos totales, expresado como porcentaje, indica el valor de la utilidad como un valor porcentual.

VII. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para alcanzar cada uno de los objetivos específicos planteados.

1. Determinación de cuál de los insecticidas evaluados redujo el índice de incidencia de *M. mexicana* en las inflorescencias de *M. integrifolia*

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó el índice de incidencia de *M. mexicana* en las inflorescencias de *M. integrifolia* como variable de respuesta

1.1. Índice de incidencia

Luego de tabulada la información y transformados los datos de campo obtenidos (ver cuadro 19 en anexos) se presentan los resultados:

Cuadro 9. Índice de incidencia de *M. mexicana* para cada una de las repeticiones y tratamientos evaluados, en inflorescencias de *M. integrifolia*, del ensayo de campo.

| Tratamiento | Insecticida | Fungicida | Índice de incidencia de <i>M. mexicana</i> (%) | |
|-------------|--------------------------|-----------------------------------|--|-------|
| | | | RI | RII |
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodine</i> | 6.63 | 11.54 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 9.4 | 9.4 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 11.54 | 0 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 9.4 | 6.63 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 6.63 | 6.63 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0 | 11.54 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 9.4 | 0 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | SIN FUNGICIDA | 11.54 | 14.96 |
| T9 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Dodine</i> | 6.63 | 6.63 |
| T10 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0 | 6.63 |
| T11 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0 | 0 |
| T12 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 9.4 | 9.4 |
| T13 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 6.63 | 0 |
| T14 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 6.63 | 0 |
| T15 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 0 | 0 |
| T16 | <i>Lambdacihalotrina</i> | SIN FUNGICIDA | 0 | 14.96 |
| T17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodine</i> | 9.4 | 13.35 |
| T18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0 | 11.54 |

...continúa cuadro nueve.

| | | | | |
|-----|-----------------|----------------------------|-------|-------|
| T19 | Clorpirifos | Difenoconazole+cyprodinil | 0 | 6.63 |
| T20 | Clorpirifos | Aceite del árbol de té | 9.4 | 13.35 |
| T21 | Clorpirifos | Prochloraz | 6.63 | 0 |
| T22 | Clorpirifos | Fluoxastrobina+tebuconazol | 0 | 6.63 |
| T23 | Clorpirifos | Fludioxonil+ciprodinil | 9.4 | 11.54 |
| T24 | Clorpirifos | SIN FUNGICIDA | 11.54 | 14.96 |
| T25 | SIN INSECTICIDA | Dodine | 16.43 | 9.4 |
| T26 | SIN INSECTICIDA | Metil tiofanato | 13.35 | 17.79 |
| T27 | SIN INSECTICIDA | Difenoconazole+cyprodinil | 13.35 | 13.35 |
| T28 | SIN INSECTICIDA | Aceite del árbol de té | 14.96 | 16.43 |
| T29 | SIN INSECTICIDA | Prochloraz | 11.54 | 9.4 |
| T30 | SIN INSECTICIDA | Fluoxastrobina+tebuconazol | 6.63 | 9.4 |
| T31 | SIN INSECTICIDA | Fludioxonil+ciprodinil | 20.27 | 13.35 |
| T32 | SIN INSECTICIDA | SIN FUNGICIDA | 16.43 | 16.43 |

Seguidamente se realizó el análisis de varianza para *M. mexicana* (ANDEVA) al 5% de significancia mediante el cual se obtuvieron los resultados:

Cuadro 10: Resumen del ANDEVA para la reducción del índice de incidencia de *M. mexicana* en inflorescencias de *M. integrifolia*, para los tratamientos evaluados .

| Variable | N | R ² | CV | | | |
|---|---------|----------------|--------|-------|---------|-----------------------|
| Incidencia <i>M. mexicana</i> | 64 | 0.74 | 22.3 | | | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | | |
| F.V. | SC | GI | CM | F | p-valor | (Error) |
| Modelo | 1468.36 | 35 | 41.95 | 2.23 | 0.0161 | |
| Bloque | 12.88 | 1 | 12.88 | 0.66 | 0.4753 | (Bloque*Insecticidas) |
| Insecticidas | 738.27 | 3 | 246.09 | 12.65 | 0.0329 | (Bloque*Insecticidas) |
| Bloque*Insecticidas | 58.34 | 3 | 19.45 | 1.03 | 0.3936 | |
| Fungicida | 420.31 | 7 | 60.04 | 3.19 | 0.131 | |
| Insecticidas*Fungicidas | 238.56 | 21 | 11.36 | 0.6 | 0.8824 | |
| Error | 527.69 | 28 | 18.85 | | | |
| Total | 1996.04 | 63 | | | | |

En el cuadro 10 se pudo observar que existió diferencia significativa en la fuente de variación insecticidas, de acuerdo con lo anterior se aceptó la hipótesis

alternativa para el factor insecticidas ya que al menos uno de los insecticidas evaluados promovió un resultado diferente en cuanto al control del índice de incidencia de *M. mexicana*, en cuanto al coeficiente de variación se obtuvo un 22.3%, siendo un valor permisible en ensayos agrícolas, el cual indica que el ensayo de campo de la investigación fue bien manejado.

Por lo que se procedió a realizar una prueba múltiple de medias al 5% para ver el comportamiento de los insecticidas debido a la importancia para la unidad productiva de controlar a este insecto plaga, los resultados obtenidos se presentan:

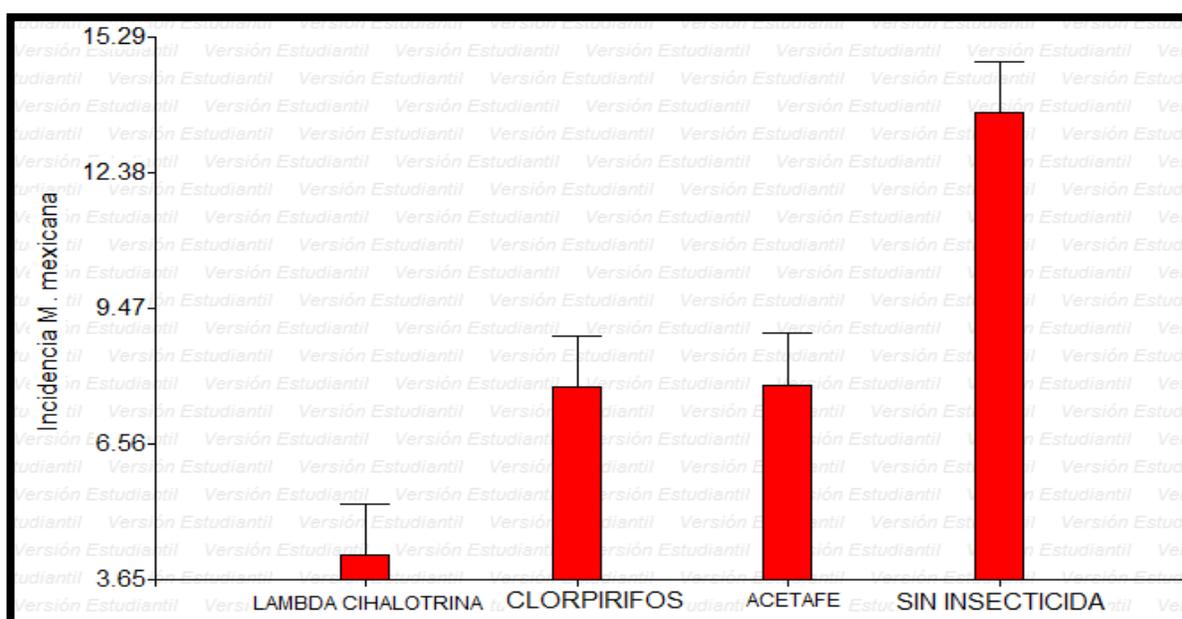


Figura 13. Prueba múltiple de medias tukey al 5% del factor insecticidas para la reducción del índice de incidencia de *M. mexicana* en inflorescencias de *M. integrifolia*, de los tratamientos evaluados.

Se pudo observar que el comportamiento de las moléculas de los insecticidas a los 53 días, cuando las inflorescencias de *M. integrifolia* se encontraba en la etapa II, fueron estadísticamente iguales ya que *Lambdacyhalotrina* (KARATE ZEON) redujo un 9.48%, *Clorpirifos* (CLORPIRIFOS) un 5.89% y *Acefate* (ZARPA) un 5.8% de índice de incidencia, comparados con el testigo relativo sin insecticidas que ponderó 13.66% de índice de incidencia.

Este comportamiento puede explicarse ya que si se compara con la a media ponderada del índice de incidencia de *M. mexicana* para finca “La Suiza” para el mes de agosto la cual fue de 6.2% (ver figura 7), es decir, los niveles de incidencia se habían reducido de forma natural por los cambios ambientales debido al aumento de la precipitación que provoca la estación lluviosa; además si se argumenta que estos insecticidas actúan por contacto e ingestión el control se potencializó hasta reducir a la plaga a los valores del índice de incidencia obtenidos, presentes en la figura anterior.

2. Determinación de cuál de los fungicidas evaluados redujo el índice de incidencia de *B. cinerea* en las inflorescencias de *M. integrifolia*

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó el índice de incidencia de *M. mexicana* en las inflorescencias de *M. integrifolia* como variable de respuesta

2.1. Índice de incidencia de *B. cinérea*.

Luego de tabulada la información y transformados los datos de campo (ver cuadro 20 en anexos) se presentan los resultados:

Cuadro 11. Índice de incidencia *B. cinerea* en inflorescencias para cada uno de los tratamientos y repeticiones evaluadas en inflorescencias de *M. integrifolia*, del ensayo de campo.

| Tratamiento | Insecticida | Fungicida | Índice de incidencia <i>B. cinerea</i> (%) | |
|-------------|----------------|-----------------------------------|--|-------|
| | | | RI | RII |
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodine</i> | 40.78 | 29.33 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 49.99 | 41.55 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 43.09 | 49.22 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 47.68 | 37.66 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 42.32 | 32.79 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 43.85 | 44.62 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 58.05 | 44.62 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | SIN FUNGICIDA | 49.99 | 40.78 |

...Continúa cuadro11.

| | | | | |
|------------|--------------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| T9 | Lambdacihalotrina | Dodine | 40.78 | 44.62 |
| T10 | Lambdacihalotrina | Metil tiofanato | 38.45 | 43.09 |
| T11 | Lambdacihalotrina | Difenoconazole+cyprodinil | 40.78 | 45.38 |
| T12 | Lambdacihalotrina | Aceite del árbol de té | 41.55 | 43.09 |
| T13 | Lambdacihalotrina | Prochloraz | 48.45 | 40.78 |
| T14 | Lambdacihalotrina | Fluoxastrobina+tebuconazol | 48.45 | 49.22 |
| T15 | Lambdacihalotrina | Fludioxonil+ciprodinil | 40.78 | 46.91 |
| T16 | Lambdacihalotrina | SIN FUNGICIDA | 53.13 | 49.99 |
| T17 | Clorpirifos | Dodine | 49.99 | 41.55 |
| T18 | Clorpirifos | Metil tiofanato | 53.93 | 38.45 |
| T19 | Clorpirifos | Difenoconazole+cyprodinil | 40.01 | 40.78 |
| T20 | Clorpirifos | Aceite del árbol de té | 43.85 | 44.62 |
| T21 | Clorpirifos | Prochloraz | 37.66 | 31.09 |
| T22 | Clorpirifos | Fluoxastrobina+tebuconazol | 63.43 | 39.23 |
| T23 | Clorpirifos | Fludioxonil+ciprodinil | 47.68 | 40.78 |
| T24 | Clorpirifos | SIN FUNGICIDA | 45.38 | 46.91 |
| T25 | SIN INSECTICIDA | Dodine | 36.87 | 36.87 |
| T26 | SIN INSECTICIDA | Metil tiofanato | 37.66 | 46.91 |
| T27 | SIN INSECTICIDA | Difenoconazole+cyprodinil | 47.68 | 47.68 |
| T28 | SIN INSECTICIDA | Aceite del árbol de té | 38.45 | 41.55 |
| T29 | SIN INSECTICIDA | Prochloraz | 26.57 | 36.07 |
| T30 | SIN INSECTICIDA | Fluoxastrobina+tebuconazol | 50.77 | 45.38 |
| T31 | SIN INSECTICIDA | Fludioxonil+ciprodinil | 50.77 | 41.55 |
| T32 | SIN INSECTICIDA | SIN FUNGICIDA | 51.55 | 44.62 |

Se pudieron observar los resultados transformados del índice de incidencia de *B. cinerea* por tratamiento y su repetición, seguidamente se realizó el análisis de varianza para *B. cinerea* (ANDEVA) al 5% de significancia mediante el cual se obtuvieron los resultados que seguidamente se presentan:

Cuadro 12. Resumen del ANDEVA para la reducción del índice de incidencia de *B. cinérea* en inflorescencias de *M. integrifolia* para los tratamientos evaluados.

| <i>Variable</i> | N | R² | CV | | | |
|--|-----------|----------------------|-----------|----------|----------------|-----------------------|
| <i>Incidencia B. cinérea</i> | 64 | 0.73 | 11.35 | | | |
| <i>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)</i> | | | | | | |
| <i>F.V.</i> | SC | GI | CM | F | p-valor | (Error) |
| <i>Modelo</i> | 1881.81 | 35 | 53.77 | 2.18 | 0.0182 | |
| <i>Bloque</i> | 164.74 | 1 | 164.74 | 2 | 0.252 | (Bloque*Insecticidas) |
| <i>Insecticidas</i> | 40.17 | 3 | 13.39 | 0.16 | 0.9149 | (Bloque*Insecticidas) |
| <i>Bloque*Insecticidas</i> | 246.78 | 3 | 82.26 | 3.34 | 0.0333 | |
| <i>Fungicida</i> | 833.46 | 7 | 119.07 | 4.84 | 0.0011 | |
| <i>Insecticidas*Fungicidas</i> | 596.67 | 21 | 28.41 | 1.15 | 0.3565 | |
| <i>Error</i> | 689.43 | 28 | 24.62 | | | |
| <i>Total</i> | 2571.24 | 63 | | | | |

Se pudo observar que la mayor fuente de variación la ponderó el factor fungicidas, por lo que se acepta la hipótesis alternativa para el factor B debido a que al menos una molécula de fungicida tuvo un comportamiento diferente en el índice de incidencia de *B. cinerea* en las inflorescencias de *M. integrifolia* evaluada

También se pudo observar que el coeficiente de variación fue de 11.35% indicando el buen manejo del ensayo; debido a lo anterior se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey al 5% para el factor fungicidas, presentado a continuación:

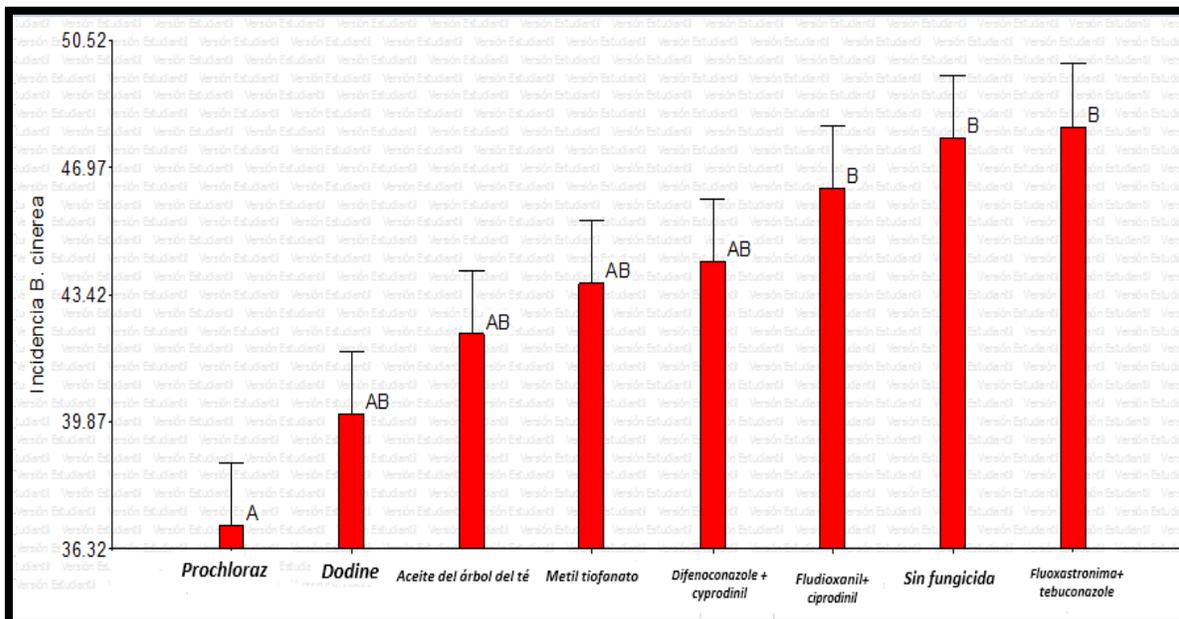


Figura 14. Prueba múltiple de medias tukey al 5% del factor fungicidas para la reducción del índice de incidencia de *B. cinerea* en inflorescencias de *M. integrifolia* de los tratamientos evaluados.

Se pudo observar que los fungicidas *Prochloraz* (MIRAGE), *Dodine* (SYLLIT), *Extracto de aceite del árbol del té* (TIMOREX GOLD), *Methyl tiofanato* (CYCOSIN) y *Difenoconazole + ciprodinil* (INSPIRE GOLD) fueron los mejores ya que estadísticamente fueron iguales; ponderando una diferencia de 10.82%, 7.69%, 5.48%, 4.04% y 3.46% en comparación al testigo absoluto, “sin fungicida” que ponderó 47.79% de índice de incidencia de *B. cinerea* en inflorescencias en la etapa II.

Estos valores toman importancia al relacionarlos con el pico de floración para el año 2020; que fueron 820 racimos florales por árbol en el mes julio, y que el índice incidencia media obtenida en finca “La Suiza” de 49.67% para el mes de agosto (ver figura 8); por lo que debido a la aplicación de los tratamientos se redujo el daño en las inflorescencias, dando mejores probabilidades de lograr mayor pegue de frutos de macadamia en cáscara verde (número de nueces/raquis) y por ende se espera también mejorar el rendimiento en nuez húmeda en concha por hectárea.

3. Obtención de cuál de las combinaciones de insecticidas y fungicidas evaluados, mejoró el porcentaje de sanidad de las inflorescencias de *M. integrifolia*

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó el porcentaje de sanidad en las inflorescencias de *M. integrifolia* como variable de respuesta.

3.1. Porcentaje de sanidad

Luego de tabulada la información y transformados los datos (ver cuadro 21 en anexos) se presentan los resultados de sanidad en inflorescencia de *M. integrifolia*:

Cuadro 13. Porcentaje de sanidad de las inflorescencias de *M. integrifolia* para cada una de las repeticiones y tratamientos evaluados en inflorescencias de *M. integrifolia* del ensayo de campo.

| Tratamiento | Insecticidas | Fungicidas | Sanidad (%) | |
|-------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------|-------|
| | | | RI | RII |
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodine</i> | 41.55 | 49.99 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 34.45 | 45.38 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 41.55 | 35.26 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 34.45 | 43.09 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 43.85 | 46.91 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 41.55 | 35.26 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 21.42 | 41.55 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | SIN FUNGICIDA | 22.52 | 26.57 |
| T9 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Dodine</i> | 35.26 | 42.32 |
| T10 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 46.91 | 40.78 |
| T11 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 44.62 | 33.63 |
| T12 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 43.85 | 41.55 |
| T13 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 40.01 | 45.38 |
| T14 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 36.07 | 33.63 |
| T15 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 40.01 | 38.45 |
| T16 | <i>Lambdacihalotrina</i> | SIN FUNGICIDA | 27.51 | 27.51 |
| T17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodine</i> | 29.33 | 34.45 |
| T18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 30.22 | 43.09 |
| T19 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 31.09 | 42.32 |
| T20 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 40.01 | 40.01 |
| T21 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Prochloraz</i> | 45.38 | 48.45 |
| T22 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 20.27 | 39.23 |
| T23 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 32.49 | 40.78 |

....continua cuadro 13.

| | | | | |
|-----|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| T24 | <i>Clorpirifos</i> | SIN FUNGICIDA | 34.45 | 28.43 |
| T25 | SIN INSECTICIDA | <i>Dodine</i> | 36.07 | 35.26 |
| T26 | SIN INSECTICIDA | <i>Metil tiofanato</i> | 39.23 | 23.58 |
| T27 | SIN INSECTICIDA | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 30.22 | 31.09 |
| T28 | SIN INSECTICIDA | <i>Aceite del árbol de té</i> | 35.26 | 36.07 |
| T29 | SIN INSECTICIDA | <i>Prochloraz</i> | 49.22 | 37.66 |
| T30 | SIN INSECTICIDA | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 26.57 | 32.79 |
| T31 | SIN INSECTICIDA | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 24.6 | 22.52 |
| T32 | SIN INSECTICIDA | SIN FUNGICIDA | 11.54 | 17.79 |

Se pudieron observar los resultados transformados del porcentaje de sanidad de inflorescencias por tratamiento y su repetición, seguido se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia mediante el cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 14. Resumen del ANDEVA para el incremento del porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia* para los tratamientos evaluados.

| <i>Variable</i> | N | R² | CV | | | |
|--|-----------|----------------------|-----------|----------|----------------|-----------------------|
| <i>%Sanidad</i> | 64 | 0.81 | 15.14 | | | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | | |
| <i>F.V.</i> | SC | GI | CM | F | p-valor | (Error) |
| <i>Modelo</i> | 3494.03 | 35 | 99.83 | 3.39 | 0.0007 | |
| <i>Bloque</i> | 74.28 | 1 | 74.28 | 0.93 | 0.4063 | (Bloque*Insecticidas) |
| <i>Insecticidas</i> | 628.52 | 3 | 209.51 | 2.62 | 0.225 | (Bloque*Insecticidas) |
| <i>Bloque*Insecticidas</i> | 239.98 | 3 | 79.99 | 2.72 | 0.0634 | |
| <i>Fungicida</i> | 1939.37 | 7 | 277.05 | 9.42 | <0.0001 | |
| <i>Insecticidas*Fungicidas</i> | 611.88 | 21 | 29.14 | 0.99 | 0.5014 | |
| <i>Error</i> | 823.65 | 28 | 29.42 | | | |
| <i>Total</i> | 4317.68 | 63 | | | | |

Se pudo observar que la mayor fuente de variación se obtuvo en el factor fungicidas por lo que se acepta la hipótesis alternativa para fungicidas debido a que al menos uno de los tratamientos evaluados varió su resultado en cuanto al porcentaje de sanidad de las inflorescencias, además se refiere también que el

coeficiente de variación ponderó un 15.14% lo que indicó que el ensayo fue manejado de buena forma y que los resultados entre las repeticiones fueron parecidos.

Seguidamente se realizó la prueba múltiple de media de Tukey al 5% de significancia para el porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia* para el factor fungicidas, los resultados obtenidos se presentan en la figura 14.

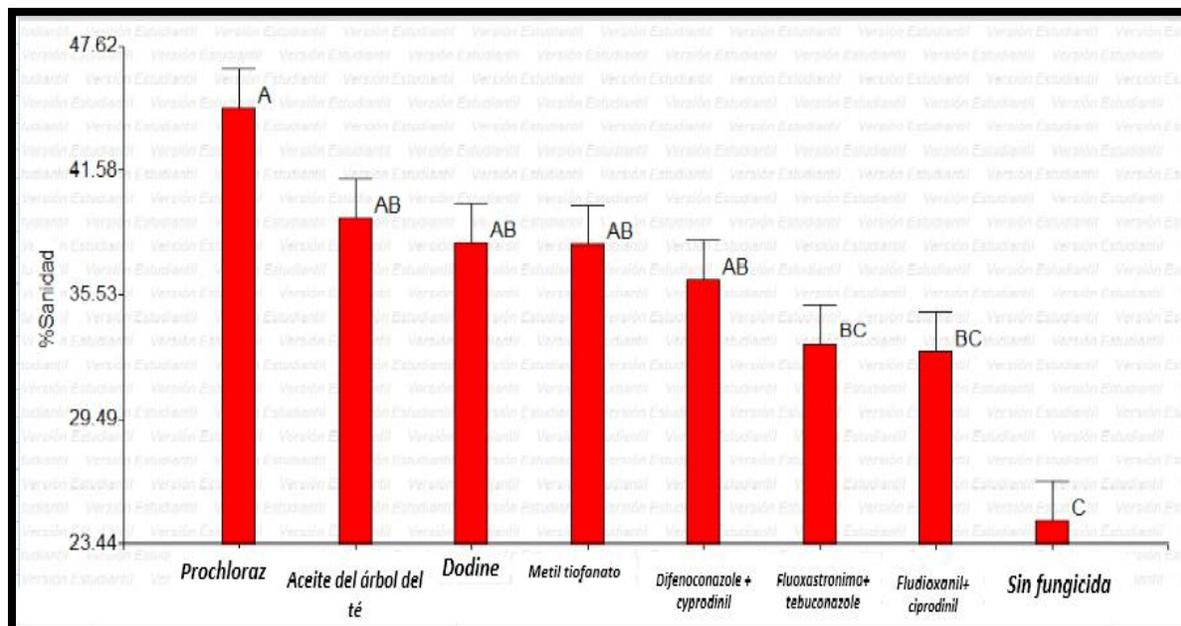


Figura 15. Prueba múltiple de medias de tukey al 5% del factor fungicidas para el incremento del porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M.integrifolia*, para los tratamientos evaluados.

Se pudo observar que los fungicidas *Prochloraz* (MIRAGE), *Extracto del aceite del árbol del té* (TIMOREX GOLD), *Dodine* (SYLLIT), *Methyl tiofanato* (CYCOSIN) e *Difenoconazole + ciprodinil* (INSPIRED GOLD) fueron los que ponderaron mayor porcentaje de sanidad en inflorescencias de *M. integrifolia* ya que estadísticamente fueron iguales; ponderando una diferencia de 20.07%, 14.75%, 13.49%, 13.42% y 11.68% en comparación al testigo, “sin fungicida” que ponderó 24.54% de sanidad de inflorescencias a los 53 días después de marcadas la inflorescencias, en la etapa II o en “flor blanca.

Estos resultados mejoraron significativamente la sanidad en las inflorescencias de *M. integrifolia*, lo que ayudó a mejorar las condiciones fitosanitarias dentro del microclima del árbol reduciendo así el daño por las epizootias de *B. cinerea* muerte

También en comparación con los resultados obtenidos en evaluación de *Difenoconazole+ciprodinil* y *Extracto del aceite del árbol del té* según Colomo (2018), el porcentaje de sanidad para el caso del *Difenoconazole + ciprodinil* ponderó 41.7% a dosis de 0.5 L/Hy el *Extracto del aceite del árbol de té* fue de 46.2%, en dosis de 0.4 L/ha, en ambos productos disminuyó el porcentaje de sanidad, esto se debió principalmente a la época en la que se realiza la investigación ya que fue en el mes de agosto en donde solo se registraron 125 inflorescencias por árbol y el lote en donde se realizó es un lote en crecimiento, esto influye debido a que la entrada de luz y ventilación es mayor debido a que los árboles que aún no son frondosos.

4. Obtención de cuál de los tratamientos evaluados generó el mayor rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea de *M. integrifolia*.

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó el rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea en quintales de *M. integrifolia* como variable de respuesta.

4.1. Rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea.

Luego de tabulada la información y transformados (ver cuadro 22 en anexos), los datos, se presentan los resultados de rendimiento de nuez húmeda en concha de *M. integrifolia* de los tratamientos evaluados, iniciando con el número de nueces por raquis:

Cuadro 15. Número de nueces por raquis y rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea, por tratamiento y repetición en el ensayo de campo.

| Tratamiento | Insecticidas | Fungicidas | No. nueces/raquis | | Rendimiento en NHEC (qq./ha) | |
|-------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|------|------------------------------|------|
| | | | RI | RII | RI | RII |
| 1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodine</i> | 0.81 | 0.83 | 17.7 | 18.2 |
| 2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0.68 | 0.79 | 14.9 | 17.3 |
| 3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0.93 | 0.83 | 20.4 | 18.2 |
| 4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 1.04 | 1.15 | 22.8 | 25.2 |
| 5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 1.27 | 1.13 | 27.8 | 24.7 |
| 6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0.52 | 0.56 | 11.4 | 12.3 |
| 7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 0.44 | 0.63 | 9.6 | 13.8 |
| 8 | <i>Acetafe</i> | SIN FUNGICIDA | 0.48 | 0.53 | 10.5 | 11.6 |
| 9 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Dodine</i> | 0.84 | 0.73 | 18.4 | 16.0 |
| 10 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0.76 | 0.8 | 16.6 | 17.5 |
| 11 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0.96 | 0.87 | 21.0 | 19.0 |
| 12 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 1.12 | 1.19 | 24.5 | 26.1 |
| 13 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 1.2 | 1.13 | 26.3 | 24.7 |
| 14 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0.85 | 0.79 | 18.6 | 17.3 |
| 15 | <i>Lambdacihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 0.65 | 0.61 | 14.2 | 13.4 |
| 16 | <i>Lambdacihalotrina</i> | SIN FUNGICIDA | 0.48 | 0.55 | 10.5 | 12.0 |
| 17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodine</i> | 0.73 | 0.97 | 16.0 | 21.2 |
| 18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0.71 | 0.8 | 15.5 | 17.5 |
| 19 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0.69 | 0.71 | 15.1 | 15.5 |
| 20 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Aceite del árbol de té</i> | 0.89 | 0.87 | 19.5 | 19.0 |
| 21 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Prochloraz</i> | 0.97 | 1.12 | 21.2 | 24.5 |
| 22 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0.8 | 1.13 | 17.5 | 24.7 |
| 23 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 0.76 | 0.68 | 16.6 | 14.9 |
| 24 | <i>Clorpirifos</i> | SIN FUNGICIDA | 0.48 | 0.45 | 10.5 | 9.9 |
| 25 | SIN INSECTICIDA | <i>Dodine</i> | 0.44 | 0.41 | 9.6 | 9.0 |
| 26 | SIN INSECTICIDA | <i>Metil tiofanato</i> | 0.4 | 0.43 | 8.8 | 9.4 |
| 27 | SIN INSECTICIDA | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0.75 | 0.68 | 16.4 | 14.9 |
| 28 | SIN INSECTICIDA | <i>Aceite del árbol de té</i> | 0.53 | 0.6 | 11.6 | 13.1 |
| 29 | SIN INSECTICIDA | <i>Prochloraz</i> | 0.77 | 0.72 | 16.9 | 15.8 |
| 30 | SIN INSECTICIDA | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0.45 | 0.51 | 9.9 | 11.2 |
| 31 | SIN INSECTICIDA | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 0.35 | 0.4 | 7.7 | 8.8 |
| 32 | SIN INSECTICIDA | SIN FUNGICIDA | 0.24 | 0.39 | 5.3 | 8.5 |

Se pudo observar el número de nueces por raquis junto a los rendimientos en quintales de nuez húmeda en concha por hectárea de los tratamientos de insecticidas y fungicidas evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinérea* en inflorescencias

de *M. integrifolia*, seguidamente se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) al 5% de significancia mediante el cual se obtuvieron los resultados presentados a continuación:

Cuadro 16. Resumen del ANDEVA para el incremento del rendimiento de nuez húmeda en concha en quintales por hectárea de *M. integrifolia*, para los tratamientos evaluados.

| <i>Variable</i> | N | R² | CV | | | |
|--|-----------|----------------------|-----------|----------|----------------|-----------------------|
| Rendimiento en NHEC (qq/ha.) | 64 | 0.96 | 10.02 | | | |
| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) | | | | | | |
| F.V. | SC | Gl | CM | F | p-valor | (Error) |
| Modelo | 1771.05 | 35 | 50.6 | 19.51 | <0.0001 | |
| Bloque | 7.51 | 1 | 7.51 | 1.89 | 0.2629 | (Bloque*Insecticidas) |
| Insecticidas | 553.95 | 3 | 184.65 | 46.47 | 0.0052 | (Bloque*Insecticidas) |
| Bloque*Insecticidas | 11.92 | 3 | 3.97 | 1.53 | 0.2282 | |
| Fungicida | 951.12 | 7 | 135.87 | 52.37 | <0.0001 | |
| Insecticidas*Fungicidas | 246.55 | 21 | 11.74 | 4.52 | 0.0001 | |
| Error | 72.65 | 28 | 2.59 | | | |
| Total | 1843.7 | 63 | | | | |

Se puede observar que existe significancia en la fuente de variación del factor fungicidas y la interacción entre el factor insecticidas y fungicidas por lo que se acepta la hipótesis alternativa para la interacción debido a que al menos una de las combinaciones de estas moléculas tuvo un comportamiento diferente en el rendimiento de quintales de nuez húmeda en concha por hectárea de los tratamientos evaluados.

También se evidencia que el coeficiente de variación fue de 10.02% indicando el buen manejo del ensayo; debido a lo anterior se procedió a realizar la prueba múltiple de medias de Tukey al 5% de significancia para la interacción de los factores:

Cuadro 17. Prueba múltiple de medias tukey al 5% de la interacción de los factores insecticidas y fungicidas para el rendimiento de quintales de nuez húmeda en concha por hectárea de *M.integrifolia*, de los tratamientos evaluados.

| Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.75239 | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---------------|----------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Error: 2.5946 gl: 28</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Insecticidas | Fungicida | Medias | N | E.E. | | | | | | | | | |
| <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 26.28 | 2 | 1.14 | A | | | | | | | | |
| <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 25.51 | 2 | 1.14 | A | B | | | | | | | |
| <i>Lamba cihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 25.29 | 2 | 1.14 | A | B | C | | | | | | |
| <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 23.98 | 2 | 1.14 | A | B | C | D | | | | | |
| CLORPIRIFOS | <i>Prochloraz</i> | 22.88 | 2 | 1.14 | A | B | C | D | E | | | | |
| CLORPIRIFOS | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 21.13 | 2 | 1.14 | A | B | C | D | E | F | | | |
| <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+ciprodinil</i> | 20.04 | 2 | 1.14 | A | B | C | D | E | F | G | | |
| CLORPIRIFOS | <i>Aceite del árbol del té</i> | 19.27 | 2 | 1.14 | | B | C | D | E | F | G | | |
| <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+ciprodinil</i> | 19.27 | 2 | 1.14 | | B | C | D | E | F | G | | |
| CLORPIRIFOS | <i>Dodine</i> | 18.61 | 2 | 1.14 | | | C | D | E | F | G | H | |
| <i>Acetafe</i> | <i>Dodine</i> | 17.96 | 2 | 1.14 | | | | D | E | F | G | H | I |
| <i>Lamba cihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 17.95 | 2 | 1.14 | | | | D | E | F | G | H | I |
| <i>Lamba cihalotrina</i> | <i>Dodine</i> | 17.19 | 2 | 1.14 | | | | | E | F | G | H | I |
| <i>Lamba cihalotrina</i> | <i>Metil tiofanata</i> | 17.08 | 2 | 1.14 | | | | | E | F | G | H | I |
| CLORPIRIFOS | <i>Metil tiofanato</i> | 16.53 | 2 | 1.14 | | | | | E | F | G | H | I |
| SIN INSECTICIDA | <i>Prochloraz</i> | 16.31 | 2 | 1.14 | | | | | E | F | G | H | I |
| <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 16.1 | 2 | 1.14 | | | | | F | G | H | I | J |
| CLORPIRIFOS | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 15.77 | 2 | 1.14 | | | | | F | G | H | I | J |
| SIN INSECTICIDA | <i>Difenoconazole+ciprodinil</i> | 15.66 | 2 | 1.14 | | | | | F | G | H | I | J |
| CLORPIRIFOS | <i>Difenoconazole+ciprodinil</i> | 15.33 | 2 | 1.14 | | | | | F | G | H | I | J |
| <i>Lamba cihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 13.8 | 2 | 1.14 | | | | | | G | H | I | J |
| SIN INSECTICIDA | <i>Aceite del árbol del té</i> | 12.37 | 2 | 1.14 | | | | | | | H | I | J |
| <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 11.82 | 2 | 1.14 | | | | | | | | I | J |
| <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 11.71 | 2 | 1.14 | | | | | | | | I | J |
| <i>Lamba cihalotrina</i> | SIN FUNGICIDA | 11.28 | 2 | 1.14 | | | | | | | | I | J |
| <i>Acetafe</i> | SIN FUNGICIDA | 11.06 | 2 | 1.14 | | | | | | | | J | K |
| SIN INSECTICIDA | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 10.51 | 2 | 1.14 | | | | | | | | J | K |
| CLORPIRIFOS | SIN FUNGICIDA | 10.18 | 2 | 1.14 | | | | | | | | K | L |
| SIN INSECTICIDA | <i>Dodine</i> | 9.31 | 2 | 1.14 | | | | | | | | | L |
| SIN INSECTICIDA | <i>Metil tiofanato</i> | 9.09 | 2 | 1.14 | | | | | | | | | L |
| SIN INSECTICIDA | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 8.21 | 2 | 1.14 | | | | | | | | | M |
| SIN INSECTICIDA | SIN FUNGICIDA | 6.9 | 2 | 1.14 | | | | | | | | | N |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Se pudo observar que el mayor rendimiento en quintales de nuez húmeda en concha por hectárea por tratamiento fue ponderado por las siguientes interacciones entre insecticidas y fungicidas: *Acefate* (ZARPA) + *Prochloraz* (MIRAGE), *Lambda cyhalotrina*(KARATE ZEON) + *Prochloraz* (MIRAGE), *Lambda cyhalotrina* (KARATE

ZEON) + *Extracto de aceite del árbol de té* (TIMOREX GOLD), *Acefate* (ZARPA) + *Extracto de aceite del árbol de té* (TIMOREX GOLD), *Clorpirifos* (CLORPIRIFOS) + *Prochloraz* (MIRAGE), *Clorpirifos* (CLORPIRIFOS) + *Fluoxastrina* + *tebriconazole* (EVITO T) y *Lambda cyhalotrina* (KARATE ZEON) + *Difenoconazole* + *ciprodinil* (INSPIRE GOLD) ya estadísticamente fueron iguales; ponderando una diferencia de 19.38, 18.61, 18.39, 17.08, 15.98, 14.23, 13.14 y 12.37 quintales de nuez húmeda en concha de *M. integrifolia* en comparación al testigo absoluto, “sin insecticida + sin fungicida” que ponderó 6.9 quintales de nuez húmeda en concha de *M. integrifolia*; cabe mencionar que ese mismo valor fue el medio ponderado en la nueces del mes de enero proveniente del registro de la dinámica de floración del mes de julio.

5. Determinación de la relación beneficio-costos de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B.cinerea* en inflorescencia de *M. integrifolia*.

Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó la relación beneficio costo como variable de respuesta en los tratamientos evaluados.

5.1. Relación beneficio-costos de los tratamientos evaluados.

Para este análisis fue necesario conocer los costos fijos y los costos variables por hectárea de los tratamientos de la investigación, para los costos fijos se tomó el costo de producción de finca “La Suiza” por hectárea, siendo éste Q 2500.00, que incluye el mantenimiento de la plantación, fertilizaciones y depreciaciones de maquinaria y equipo (ver cuadro 23 en anexos) y los costos variables fueron el costo de los tratamientos, costo de cosecha y postcosecha, (ver cuadro 24 en anexos).

Seguido se tomaron en cuenta algunas consideraciones, iniciando con el tamaño de la nuez húmeda en concha ya que el precio de venta de la producción se entra sujeto a la proporcionalidad de la nuez dentro del rendimiento de quintales de nuez húmeda en concha, para esta investigación fue del 70 por ciento de nuez mayor a 22 milímetros de diámetro y 30 por ciento de nuez menor a 18 milímetro de diámetro de concha.

También cabe mencionar que dentro del cuadro 18 no se encuentran el precio promedio de venta debido que para el caso de la nuez húmeda en concha cuenta con

dos precios; el primero es de Q 737.00 el quintal de nuez mayor a 22 milímetros de diámetro de concha y de Q 350.00 el quintal de nuez menor a 18 milímetros de diámetro de concha.

Luego de tabulada la información se presentan los resultados de los indicadores del análisis de económico:

Cuadro 18. Análisis económico de los tratamientos evaluados para el control de *M. mexicana* y *B. cinérea* en inflorescencias de *M. integrifolia*

| TRAT | INDICADORES DEL ANALISIS ECONOMICO | | | | | |
|------|------------------------------------|------------------------------|-------------|--------------|----------------------------|-----------------|
| | COSTOS TOTALES (Q.) | RENDIMIENTO DE NHEC (qq/ha.) | INGRESO (Q) | UTILIDAD (Q) | INDICE DE RENTABILIDAD (%) | BENEFICIO COSTO |
| T1 | Q 4,849.77 | 17.95 | Q 11,147.07 | Q 6,297.30 | 129.85 | 2.30 |
| T2 | Q 4,771.66 | 16.09 | Q 9,991.58 | Q 5,219.92 | 109.39 | 2.09 |
| T3 | Q 5,141.08 | 19.27 | Q 11,962.71 | Q 6,821.63 | 132.69 | 2.33 |
| T4 | Q 5,515.87 | 23.97 | Q 14,885.41 | Q 9,369.55 | 169.87 | 2.70 |
| T5 | Q 6,134.49 | 26.27 | Q 16,312.78 | Q 10,178.29 | 165.92 | 2.66 |
| T6 | Q 4,243.86 | 11.82 | Q 7,340.75 | Q 3,096.89 | 72.97 | 1.73 |
| T7 | Q 4,379.49 | 11.71 | Q 7,272.78 | Q 2,893.30 | 66.06 | 1.66 |
| T8 | Q 3,942.65 | 11.06 | Q 6,864.96 | Q 2,922.31 | 74.12 | 1.74 |
| T9 | Q 4,819.45 | 17.19 | Q 10,671.28 | Q 5,851.83 | 121.42 | 2.21 |
| T10 | Q 4,938.38 | 17.08 | Q 10,603.31 | Q 5,664.93 | 114.71 | 2.15 |
| T11 | Q 5,283.17 | 20.03 | Q 12,438.50 | Q 7,155.33 | 135.44 | 2.35 |
| T12 | Q 5,719.53 | 25.29 | Q 15,701.05 | Q 9,981.52 | 174.52 | 2.75 |
| T13 | Q 6,104.17 | 25.51 | Q 15,836.99 | Q 9,732.83 | 159.45 | 2.59 |
| T14 | Q 4,989.40 | 17.95 | Q 11,147.07 | Q 6,157.66 | 123.41 | 2.23 |
| T15 | Q 4,669.36 | 13.79 | Q 8,564.21 | Q 3,894.85 | 83.41 | 1.83 |
| T16 | Q 4,023.17 | 11.28 | Q 7,000.90 | Q 2,977.74 | 74.01 | 1.74 |
| T17 | Q 4,804.67 | 18.61 | Q 11,554.89 | Q 6,750.22 | 140.49 | 2.40 |
| T18 | Q 4,701.93 | 16.53 | Q 10,263.46 | Q 5,561.53 | 118.28 | 2.18 |
| T19 | Q 4,578.73 | 15.33 | Q 9,515.79 | Q 4,937.06 | 107.83 | 2.08 |
| T20 | Q 4,867.31 | 19.27 | Q 11,962.71 | Q 7,095.40 | 145.78 | 2.46 |
| T21 | Q 5,633.72 | 22.88 | Q 14,205.71 | Q 8,572.00 | 152.16 | 2.52 |
| T22 | Q 5,171.67 | 21.13 | Q 13,118.20 | Q 7,946.52 | 153.65 | 2.54 |
| T23 | Q 4,716.16 | 15.76 | Q 9,787.67 | Q 5,071.51 | 107.53 | 2.08 |
| T24 | Q 3,725.13 | 10.18 | Q 6,321.20 | Q 2,596.07 | 69.69 | 1.70 |
| T25 | Q 3,678.06 | 9.30 | Q 5,777.44 | Q 2,099.39 | 57.08 | 1.57 |
| T26 | Q 3,784.68 | 9.09 | Q 5,641.50 | Q 1,856.83 | 49.06 | 1.49 |

...continúa cuadro 18.

| | | | | | | | | | |
|------------|---|----------|-------|---|-----------|---|----------|--------|------|
| T27 | Q | 4,535.87 | 15.65 | Q | 9,719.70 | Q | 5,183.83 | 114.29 | 2.14 |
| T28 | Q | 4,011.64 | 12.37 | Q | 7,680.60 | Q | 3,668.96 | 91.46 | 1.91 |
| T29 | Q | 4,814.99 | 16.31 | Q | 10,127.52 | Q | 5,312.53 | 110.33 | 2.10 |
| T30 | Q | 3,897.28 | 10.51 | Q | 6,525.11 | Q | 2,627.84 | 67.43 | 1.67 |
| T31 | Q | 3,786.59 | 8.21 | Q | 5,097.74 | Q | 1,311.15 | 34.63 | 1.35 |
| T32 | Q | 3,275.87 | 6.90 | Q | 4,282.11 | Q | 1,006.24 | 30.72 | 1.31 |

Se pudo observar que todos los tratamientos obtuvieron una relación beneficio costo positiva, es decir, ninguno ponderó pérdidas económicas.

Así mismo se muestran los indicadores del análisis económico de los tratamientos evaluados, las filas sombreadas en color amarillo son los tratamientos que ponderaron los mejores rendimientos, estadísticamente iguales mediante la prueba de tukey al 5% de significancia; y la fila sombreada en color naranja es el testigo absoluto.

Mediante los indicadores se obtuvo que el tratamiento 12 conformado por el insecticida *Lambda cyhalotrina* (KARATE ZEON) en dosis de 1.22 litros por hectárea + el fungicida *Extracto de aceite del árbol de té* (TIMOREX GOLD) en dosis de 0.4 litros por hectárea, fue el que presentó mejores indicadores en comparación al testigo absoluto, ya que a pesar de que los costos totales fueron mayores por Q 2,240.00 en comparación con los costos del testigo absoluto que fue de Q 3,275.87; se incrementó el rendimiento de nuez húmeda en concha por 17.08 quintales y el ingreso por Q 10,603.31 en comparación con el testigo absoluto.

Así mismo se redujo el costo unitario del quintal de nuez húmeda en concha, en Q 248.82, ya que al mejorar el rendimiento se diluyeron los costos totales. Debido a lo anterior se obtuvo un índice de rentabilidad de 174.52% y una relación beneficio costo de 2.75, es decir, que por cada unidad de capital invertido se recupera el capital y se incrementa el capital en 1.75 unidades, lo que hace altamente rentable la aplicación del tratamiento.

Con los resultados obtenidos se justifica el argumento del uso de moléculas para controlar el daño que provoca *M. mexicana* y *B.cinerea* es válido ya que se

puede incrementar el rendimiento de nuez húmeda en concha un 174.52%, en comparación con el rendimiento del testigo absoluto (6.90 quintales).

Luego de calculadas todas las variables de respuestas se observó la importancia de controlar las poblaciones de *M. Mexicana* y *B. cinerea* debido a que como se comprobó, estos organismos juegan un papel importante en las unidades productivas de finca “La Suiza” por el impacto económico que tiene al disminuir la sanidad en las inflorescencias, ya que, al no controlar a *M. mexicana* y *B. cinérea*, se puede reducir el rendimiento hasta 19.38 quintales por hectárea, este problema detona el crecimiento exponencial de los niveles de incidencia, hasta en un 80%, viéndose reflejado en la disminución del rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea y la relación beneficio costo en el cultivo de *M. integrifolia* en condiciones de finca “La Suiza”.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que los insecticidas evaluados redujeron el índice de incidencia de *M. mexicana*, siendo estos *Lambda cyhalotrina*, *Clorpirifos* y *Acefate* los cuales fueron estadísticamente iguales y redujeron del 9.48% hasta 5.84% el índice de incidencia del insecto en comparación con el testigo relativo.

2. Para la reducción del índice de incidencia de *B. cinérea*, los fungicidas *Prochloraz*, *Dodine*, *Extracto de aceite del árbol de té*, *Metil tiofanato* y *Tebuconazole + ciprodinil*, fueron los que presentaron mayor control ya que redujeron la incidencia de entre 3.46% hasta 10.82% en comparación al testigo relativo.

3. Se estableció que el uso de fungicidas aumentó el porcentaje de sanidad en las inflorescencias de macadamia, siendo los mejores: *Prochloraz*, *Extracto de aceite del árbol de té*, *Dodine*, *Metil tiofanato* y *Tebuconazole + ciprodinil*; obteniendo un aumento entre del 11.68% hasta 20.07% de sanidad con respecto al testigo relativo.

4. Para el aumento del rendimiento de nuez húmeda en concha las combinaciones de insecticidas y fungicidas que aumentaron este valor fueron *Acefate+ Prochloraz*, *Lambda cyhalotrina+ Prochloraz*, *Lambda cyhalotrina + Extracto de aceite del árbol del té*, *Acefate+ Extracto de aceite del árbol del té*, *Clorpirifos+ Prochloraz*, *Clorpirifos+ Fluoxastrobina + tebriconazole* y *Lamba cyhalotrina+ Tebuconazole + ciprodinil* ponderando un aumento de 12.37 hasta 19.39 quintales de nuez húmeda en concha con respecto al testigo absoluto.

5. El tratamiento que ponderó la mayor relación beneficio costo fue el tratamiento 12 conformado *Lambda cyhalotrina + Extracto de aceite del árbol del té*, ya que obtuvo incrementos de 1.44 en la relación beneficio costo y 143.8 % de índice de rentabilidad con respecto al testigo absoluto.

IX. RECOMENDACIONES

1. En base al efecto de los insecticidas evaluados para el control de *M. mexicana* se sugiere el uso de *Lambda cyhalotrina*, *Clorpirifos*, y *Acefate*, ya que redujeron hasta un 9.48% el índice de incidencia del insecto en comparación con el testigo relativo

2. Es conveniente el uso de los fungicidas *Prochloraz*, *Dodine*, *Extracto de aceite del árbol de té*, *Metil tiofanato* y *Tebuconazole + ciprodinil* para el control de *B. cinerea* ya que redujeron el índice de incidencia hasta un 10.82% en comparación al testigo relativo.

3. Se sugiere el uso de los fungicidas *Prochloraz* *Extracto de aceite del árbol de té* *Dodine*, *Metil tiofanato* y *Tebuconazole + ciprodinil* ya que aumentaron el porcentaje de sanidad en los racimos florales de macadamia hasta un 20.07%

4. En cuanto al rendimiento de nuez húmeda en concha por hectárea es conveniente el uso de las combinaciones de insecticidas y fungicidas *Acefate+ Prochloraz*, *Lambda cyhalotrina+ Prochloraz*, *Lambda cyhalotrina+ Extracto de aceite del árbol del té*, *Acefate+ Extracto de aceite del árbol del té*, *Clorpirifos+ Prochloraz*, *Clorpirifos+ Fluoxastrobina + tebriconazole* y *Lamba cyhalotrina+ Tebuconazole + ciprodinil* ponderando un aumento de 12.37 hasta 19.38 quintales con respecto al testigo absoluto.

5. Es factible el uso del tratamiento 12 conformado *Lambda cyhalotrina + Extracto de aceite del árbol del té*, ya que obtuvo incrementos de 1.44 en la relación beneficio costo y 143.8 % de índice de rentabilidad con respecto al testigo absoluto.

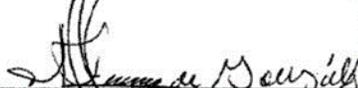
X. REFERENCIAS

1. ADAMA. (2016). *ADAMA COLOMBIA*. Recuperado el 10 de Febrero de 2020, de <https://www.adama.com/colombia/es/crop-protection/fungicidas/mirage-ec.html>
2. Agencia de Gobierno Electronico y de la sociedad de la informacion (AGESIC) (2011). *"Modelo para el análisis de costo beneficio*. Recuperado de: https://www.agesic.gub.uy/innovaportal/file/3284/1/modela_para_el_analisis_de_costo_y_beneficios_v20130822.pdf.
3. Alvares, A., Rojas, H., & Mendoza, M. &. (2017). *"RESISTENCIA DE Botrytis cinerea DE FRESA (Fragaria x ananassa Duch. A FUNGICIDAS EN MICHOACAN"*. Michoacán, México: AGROCIENCIA.
4. Arysta LifeScience . (2020). *Arysta LifeScience Centroamerica y Caribe*. Recuperado el 9 de Marzo de 2020, de <https://www.arystalifesciencecayc.com/component/k2/item/99-zarpa-97-sg>
5. ARYDAL LIFESCIENCE GUATEMALA. (s/f). *"Ficha técnica de EVITO T*. Guatemala.
6. Asociación Nacional del Café (ANACAFÉ). (2004). *"Programa de diversificación de la empresa cafetalera en Guatemala"*. Guatemala: ANACAFÉ.
7. Bartual Sanchez J., Berenguer Subilis M.J., NTP 143. *"Pesticidas: Clasificación y Riesgos principales"*. Ministro de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentación/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_143.pdf.
8. BIOALTERNATIVA. (2,020). *Bio-fungiciada "BioTrich"*. Lima: Bioalterntiva, Bioinsumos.
9. Colomo, D. (2015). *"Implementación de un método de manejo de la pudrición gris de la flor (Botrytis cinerea) en macadamia; Finca Patzulín, El Palmar, Quetzaltenango (2003-2007)"*. Universidad Rafael Landivar., Quetzaltenango.
10. Colomo, D. (2018). *"Evaluación de fungicidas, floración de agosto de 2,018"*. ZONA FERTIL S.A., Finca "La Suiza", El Palmar, Quetzaltenango.
11. Díaz, E.; Lemus, O.; & Zometa, E. (2004). *"Manual de cultivos en asocio café, macadamia"*. Finca Patzulín y Anexos, El Palmar, Quetzaltenango.

12. FORAGRO . (2020). "Ficha técnica de Forafos" Recuperado el 10 de Marzo de 2020.
13. Gómez, R. (2017). "*Diagnostico realizado en el cultivo de macadamia de finca "La Suiza"*". Quetzaltenango.
14. INDEXMUNDI. (2020). *Indexmundi*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de http://www.indexmundi.com/en/commodities/agricultural/macadamia_inshell_bass
15. Ivancovich, A., Botta, G., Ploper, D.A., Laguna, I., Annone, J.G. 1998. IV Curs de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. EEA INTA Pergamino. 54 p.
16. INFOSTAT. (2020). *InfoStat versión gratuita*. Córdoba: Universidad Nacional de Cordova de Argentina.
17. INSPIRE GOLD. (21 de Agosto de 1997). *Ficha técnica de INSPIRE GOLD*. GUATEMALA: SYNGENTA. Obtenido de https://www.syngenta.com.co/sites/g/files/zhg481/f/media/2020/04/14/inspire_gold_ficha_tecnica_marzo_31_2020.pdf?token=1586879192
18. López L. (2015). "*Análisis de la rentabilidad de cultivo de Algodón en Sonora*". *Revista mexicana de agronegocios*. 19(39). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/141/14132408002.pdf>.
19. Nagao, M. & Hirae, H. (1992). "*Macadamia: Cultivation and Physiology*". *Critical Reviews in Plant Sciences*.
20. Navas, S. (2019). "*Evaluación de atrayentes y comparación de métodos de control del barrenador de la nuez de macadamia *Ecdytholopha torticornis* Meyrick, en la Finca Buena Vista, San Pablo, San Marcos, Guatemala, C.A*". Universidad de San Carlos de Guatemala, San Marcos, Guatemala.
21. Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) 1992. "*Consecuencias snitarias del empleo de plaguicidas en la Agricultura*". Ginebra. Suiza. 128pp.
22. Parasannath K., Galea VJ & Akinsanmi, AO (2013) *Diversidad y patogenicidad de especies de Botrytis, Cladosporium, Neopestalotiopsis y Pestalotiopsis que causan enfermedades de las flores de macdamia en Austratia*. *Fitopatología*. 72, 881-889. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/ppa.13707>.
23. Reyes, Marisol & Lavín, Arturo. (2000). "*Macadamia (Macadamia tetraphylla)*".

24. Rojas, C., García, C., Lozano, M., & Rojas, D. (2009). *"Fenología de floración y fructificación en Macadamia integrifolia"*. Universidad de Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuaria, Cauca, Colombia.
25. STK, BIO-AGTEGNOLOGIES. (22 de Agosto de 2020). *ADAMA COLOMBIA*. Obtenido de <https://www.adama.com/colombia/es/proteccion-de-cultivos/especiales/timorex-gold>
26. SYNGENTA MEXICO. (2019). *"Ficha técnica de SWITCH 62.5 WG"*. México: SYNGENTA Corporativo.
27. SYNGENTA. (2017). *"Ficha técnica de KARATE ZEON CS"*. Guatemala.
28. Universidad Nacional de La Plata. (s.f.). *Aula virtual*. Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/4850/mod_resource/content/0/TP_-_Diseno_de_Parcela_Dividida.pdf
29. Walforth S. y de los Ríos. (2005). (D. A. S.A., Productor) Recuperado el 10 de Marzo de 2020, de http://www.delalba.com.co/assets/apples/El_Cultivo_d_la_Macadamia.
30. Zumbado, M. &. (2018). *"Insectos de importancia Agrícola"*. Guía básica de *Entomología*. Programa Nacional Agricultura Orgánica (PNAO), Heredia, Costa Rica.
31. Zona fértil (2019). *"Análisis de reacción de cadenas de polimerasas (PCR) en cuatro estadios de floración"*. ZONA FERTIL S.A., Finca "La Suiza", El Palmar, Quetzaltenango.

Vo. Bo.


Lcda. Ana Teresa de González.
Bibliotecaria CUNSUROC.



XI. ANEXOS



Figura 16: Preparación de mezclas de insecticidas y fungicidas para los tratamientos evaluados.



Figura 17: Inflorescencia de *M. integrifolia* sana en etapa II.



Figura 18: Organismos plaga en inflorescencias de macadamia finca "La Suiza "
a). *M. mexicana.*, b) *B.cinerea.*



Figura 19: Fruto de macadamia *M. integrifolia* en cáscara en etapa 5.



Figura 20: Levantamiento de datos en unidades experimentales

Cuadro 19. Matriz de datos para incidencia de *M. mexicana* de los tratamientos evaluados en inflorescencia (sin conversión) de *M. integrifolia*

| No. | Insecticidas | Fungicidas | No. de inflorescencias con daño | Incidencia RI | No. de inflorescencias con daño | Incidencia RII |
|-----|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|----------------|
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodina</i> | 1.00 | 1.33 | 3.00 | 4.00 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 2.00 | 2.67 | 2.00 | 2.67 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 3.00 | 4.00 | 0.00 | 0.00 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 2.00 | 2.67 | 1.00 | 1.33 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 1.00 | 1.33 | 1.00 | 1.33 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 4.00 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 2.00 | 2.67 | 0.00 | 0.00 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | <i>Sin fungicida</i> | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.67 |
| T9 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Dodina</i> | 1.00 | 1.33 | 1.00 | 1.33 |
| T10 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.33 |
| T11 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T12 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 2.00 | 2.67 | 2.00 | 2.67 |
| T13 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 1.00 | 1.33 | 0.00 | 0.00 |
| T14 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 1.00 | 1.33 | 0.00 | 0.00 |
| T15 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| T16 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Sin fungicida</i> | 0.00 | 0.00 | 5.00 | 6.67 |
| T17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodina</i> | 2.00 | 2.67 | 4.00 | 5.33 |
| T18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 4.00 |
| T19 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.33 |
| T20 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 2.00 | 2.67 | 4.00 | 5.33 |
| T21 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Prochloraz</i> | 1.00 | 1.33 | 0.00 | 0.00 |
| T22 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1.33 |
| T23 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 2.00 | 2.67 | 3.00 | 4.00 |
| T24 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Sin fungicida</i> | 3.00 | 4.00 | 5.00 | 6.67 |
| T25 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Dodina</i> | 6.00 | 8.00 | 2.00 | 2.67 |
| T26 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 4.00 | 5.33 | 7.00 | 9.33 |
| T27 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 4.00 | 5.33 | 4.00 | 5.33 |
| T28 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 5.00 | 6.67 | 6.00 | 8.00 |
| T29 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Prochloraz</i> | 3.00 | 4.00 | 2.00 | 2.67 |
| T30 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 1.00 | 1.33 | 2.00 | 2.67 |
| T31 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 9.00 | 12.00 | 4.00 | 5.33 |
| T32 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Sin fungicida</i> | 6.00 | 8.00 | 6.00 | 8.00 |

Cuadro 20. Matriz de datos para incidencia de *B. cinérea* de los tratamientos evaluados en inflorescencia (sin conversión) de *M. integrifolia*

| No. | Insecticidas | Fungicidas | No. de inflorescencias con daño | Incidencia RI | No. de inflorescencias con daño | Incidencia RII |
|-----|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|----------------|
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodina</i> | 32 | 42.67 | 18 | 24.00 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 44 | 58.67 | 33 | 44.00 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 35 | 46.67 | 43 | 57.33 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 41 | 54.67 | 28 | 37.33 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 34 | 45.33 | 22 | 29.33 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 36 | 48.00 | 37 | 49.33 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 54 | 72.00 | 37 | 49.33 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | <i>Sin fungicida</i> | 44 | 58.67 | 32 | 42.67 |
| T9 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Dodina</i> | 32 | 42.67 | 37 | 49.33 |
| T10 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 29 | 38.67 | 35 | 46.67 |
| T11 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 32 | 42.67 | 38 | 50.67 |
| T12 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 33 | 44.00 | 35 | 46.67 |
| T13 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 42 | 56.00 | 32 | 42.67 |
| T14 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 42 | 56.00 | 43 | 57.33 |
| T15 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 32 | 42.37 | 40 | 53.33 |
| T16 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Sin fungicida</i> | 48 | 64.00 | 44 | 58.67 |
| T17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodina</i> | 44 | 58.67 | 33 | 44.00 |
| T18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 49 | 65.33 | 29 | 38.67 |
| T19 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 31 | 41.33 | 32 | 42.67 |
| T20 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 36 | 48.00 | 37 | 49.33 |
| T21 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Prochloraz</i> | 28 | 37.33 | 20 | 26.67 |
| T22 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 60 | 80.00 | 30 | 40.00 |
| T23 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 41 | 54.67 | 32 | 42.67 |
| T24 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Sin fungicida</i> | 38 | 50.67 | 40 | 53.33 |
| T25 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Dodina</i> | 27 | 36.00 | 27 | 36.00 |
| T26 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 28 | 37.33 | 40 | 53.33 |
| T27 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 41 | 54.67 | 41 | 54.67 |
| T28 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 29 | 38.67 | 33 | 44.00 |
| T29 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Prochloraz</i> | 1 | 20.00 | 26 | 34.67 |
| T30 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 45 | 30.00 | 38 | 50.67 |
| T31 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 45 | 60.00 | 33 | 44.00 |
| T32 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Sin fungicida</i> | 46 | 61.33 | 37 | 49.33 |

Cuadro 21. Matriz de datos para el porcentaje de sanidad de los tratamientos evaluados en inflorescencia (sin conversión) de *M. integrifolia*

| No. | Insecticidas | Fungicidas | No. de inflorescencias sanas | % Sanidad RI | No. de inflorescencias sanas | % Sanidad RII |
|-----|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|---------------|
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodina</i> | 33 | 44.00 | 44 | 58.67 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 24 | 32.00 | 38 | 50.67 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 33 | 44.00 | 2 | 33.33 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 24 | 32.00 | 35 | 46.67 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 36 | 48.00 | 40 | 53.33 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 33 | 44.00 | 25 | 33.33 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 10 | 13.33 | 33 | 40.00 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | <i>Sin fungicida</i> | 11 | 14.67 | 15 | 20.00 |
| T9 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Dodina</i> | 25 | 33.33 | 34 | 45.33 |
| T10 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 40 | 53.33 | 32 | 42.67 |
| T11 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 37 | 49.33 | 23 | 30.67 |
| T12 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 36 | 48.00 | 33 | 44.00 |
| T13 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 31 | 41.33 | 38 | 50.67 |
| T14 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 26 | 34.67 | 23 | 30.67 |
| T15 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 31 | 41.33 | 29 | 38.67 |
| T16 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Sin fungicida</i> | 16 | 21.33 | 16 | 21.33 |
| T17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodina</i> | 18 | 24.00 | 24 | 32.00 |
| T18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 19 | 25.33 | 35 | 46.67 |
| T19 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 20 | 26.67 | 34 | 45.33 |
| T20 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 31 | 41.33 | 31 | 41.33 |
| T21 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Prochloraz</i> | 38 | 50.67 | 42 | 56.00 |
| T22 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 9 | 12.00 | 30 | 40.00 |
| T23 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 22 | 29.33 | 32 | 42.67 |
| T24 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Sin fungicida</i> | 24 | 32.00 | 17 | 22.67 |
| T25 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Dodina</i> | 26 | 34.67 | 25 | 33.33 |
| T26 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 30 | 40.00 | 12 | 16.00 |
| T27 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 19 | 25.33 | 20 | 26.67 |
| T28 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 25 | 33.33 | 26 | 34.67 |
| T29 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Prochloraz</i> | 43 | 57.33 | 28 | 37.33 |
| T30 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 15 | 20.00 | 22 | 29.33 |
| T31 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 13 | 17.33 | 11 | 14.67 |
| T32 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Sin fungicida</i> | 3 | 4.00 | 7 | 9.33 |

Cuadro 22. Matriz de datos para el número de nueces por raquis y rendimiento de nuez húmeda en concha de los tratamientos evaluados.

| No. | Insecticidas | Fungicidas | No. de nueces | Nueces/ raquis | No. de nueces | Nueces/ raquis |
|-----|---------------------------|-----------------------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| T1 | <i>Acetafe</i> | <i>Dodina</i> | 61 | 0.81 | 62 | 0.83 |
| T2 | <i>Acetafe</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 61 | 0.68 | 59 | 0.79 |
| T3 | <i>Acetafe</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 51 | 0.93 | 62 | 0.83 |
| T4 | <i>Acetafe</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 70 | 1.04 | 86 | 1.15 |
| T5 | <i>Acetafe</i> | <i>Prochloraz</i> | 78 | 1.27 | 85 | 1.13 |
| T6 | <i>Acetafe</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 95 | 0.52 | 42 | 0.56 |
| T7 | <i>Acetafe</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 39 | 0.44 | 47 | 0.63 |
| T8 | <i>Acetafe</i> | <i>Sin fungicida</i> | 33 | 0.48 | 40 | 0.53 |
| T9 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Dodina</i> | 36 | 0.84 | 55 | 0.73 |
| T10 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 63 | 0.76 | 60 | 0.8 |
| T11 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 57 | 0.96 | 65 | 0.87 |
| T12 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 72 | 1.12 | 89 | 1.19 |
| T13 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Prochloraz</i> | 84 | 1.2 | 85 | 1.13 |
| T14 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 90 | 0.85 | 59 | 0.79 |
| T15 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 64 | 0.65 | 46 | 0.61 |
| T16 | <i>Lambda cihalotrina</i> | <i>Sin fungicida</i> | 49 | 0.48 | 41 | 0.55 |
| T17 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Dodina</i> | 36 | 0.73 | 73 | 0.97 |
| T18 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 55 | 0.71 | 60 | 0.8 |
| T19 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 53 | 0.69 | 53 | 0.71 |
| T20 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 52 | 0.89 | 65 | 0.87 |
| T21 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Prochloraz</i> | 67 | 0.97 | 84 | 1.12 |
| T22 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 73 | 0.8 | 84 | 1.13 |
| T23 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 60 | 0.76 | 51 | 0.68 |
| T24 | <i>Clorpirifos</i> | <i>Sin fungicida</i> | 57 | 0.48 | 34 | 0.45 |
| T25 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Dodina</i> | 36 | 0.44 | 31 | 0.41 |
| T26 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Metil tiofanato</i> | 33 | 0.4 | 32 | 0.43 |
| T27 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Difenoconazole+cyprodinil</i> | 30 | 0.75 | 51 | 0.68 |
| T28 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Aceite del árbol del té</i> | 56 | 0.53 | 45 | 0.6 |
| T29 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Prochloraz</i> | 40 | 0.77 | 54 | 0.72 |
| T30 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fluoxastrobina+tebuconazol</i> | 58 | 0.45 | 38 | 0.51 |
| T31 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Fludioxonil+ciprodinil</i> | 34 | 0.35 | 30 | 0.4 |
| T32 | <i>Sin insecticida</i> | <i>Sin fungicida</i> | 26 | 0.24 | 29 | 0.39 |

Cuadro 23: Costos fijos de los tratamiento de la investigación por hectárea.

| Descripción | Rubro | Insumos | Costo de mano de obra | Total costos fijos |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Mantenimiento de la plantación | Actividades culturales | ----- | Q 200.00 | Q 200.00 |
| | Control de malezas | Q 175.50 | Q 95.00 | Q 541.00 |
| | Fertilización | Q 925.00 | Q 356.00 | Q 1,281.00 |
| | Control de plagas y enfermedades | Q 250.00 | Q 95.00 | Q 345.00 |
| Depreciaciones | Maquinaria y equipo | ----- | ----- | Q 133.00 |
| Total | | Q 1,350.50 | Q 746.00 | Q 2,500.00 |

Cuadro 24: Costos variables de los tratamientos de la investigación por hectárea

| Tratamiento | Insecticidas | Fungicidas | Rendimiento o qq NHEC/Ha | Costo por tratamiento | Costo de recolección | Costo post cosecha | Total costos variables |
|-------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| T1 | Acetafe | Dodina | 17.95 | Q 330.05 | Q 1,795.31 | Q 224.41 | Q 2,349.77 |
| T2 | Acetafe | Metil tiofanato | 16.09 | Q 461.30 | Q 1,609.21 | Q 201.15 | Q 2,271.66 |
| T3 | Acetafe | Difenoconazole+cyprodinil | 19.27 | Q 473.57 | Q 1,926.67 | Q 240.83 | Q 2,641.08 |
| T4 | Acetafe | Aceite del árbol del té | 23.97 | Q 318.80 | Q 2,397.39 | Q 299.67 | Q 3,015.87 |
| T5 | Acetafe | Prochloraz | 26.27 | Q 678.80 | Q 2,627.28 | Q 328.41 | Q 3,634.49 |
| T6 | Acetafe | Fluoxastrobina+tebuconazol | 11.82 | Q 413.80 | Q 1,182.28 | Q 147.78 | Q 1,743.86 |
| T7 | Acetafe | Fludioxonil+ciprodinil | 11.71 | Q 561.74 | Q 1,171.33 | Q 146.42 | Q 1,879.49 |
| T8 | Acetafe | Sin fungicida | 11.06 | Q 198.80 | Q 1,105.65 | Q 138.21 | Q 1,442.65 |
| T9 | Lambda cihalotrina | Dodina | 17.19 | Q 385.93 | Q 1,718.68 | Q 214.83 | Q 2,319.45 |
| T10 | Lambda cihalotrina | Metil tiofanato | 17.08 | Q 517.18 | Q 1,707.73 | Q 213.47 | Q 2,438.38 |
| T11 | Lambda cihalotrina | Difenoconazole+cyprodinil | 20.03 | Q 529.45 | Q 2,003.30 | Q 250.41 | Q 2,783.17 |
| T12 | Lambda cihalotrina | Aceite del árbol del té | 25.29 | Q 374.68 | Q 2,528.76 | Q 316.09 | Q 3,219.53 |
| T13 | Lambda cihalotrina | Prochloraz | 25.51 | Q 734.68 | Q 2,550.65 | Q 318.83 | Q 3,604.17 |
| T14 | Lambda cihalotrina | Fluoxastrobina+tebuconazol | 17.95 | Q 469.68 | Q 1,795.31 | Q 224.41 | Q 2,489.40 |
| T15 | Lambda cihalotrina | Fludioxonil+ciprodinil | 13.79 | Q 617.62 | Q 1,379.32 | Q 172.42 | Q 2,169.36 |
| T16 | Lambda cihalotrina | Sin fungicida | 11.28 | Q 254.68 | Q 1,127.54 | Q 140.94 | Q 1,523.17 |
| T17 | Clorpirifos | Dodina | 18.61 | Q 211.06 | Q 1,860.99 | Q 232.62 | Q 2,304.67 |
| T18 | Clorpirifos | Metil tiofanato | 16.53 | Q 342.31 | Q 1,653.00 | Q 206.62 | Q 2,201.93 |
| T19 | Clorpirifos | Difenoconazole+cyprodinil | 15.33 | Q 354.58 | Q 1,532.58 | Q 191.57 | Q 2,078.73 |
| T20 | Clorpirifos | Aceite del árbol del té | 19.27 | Q 199.81 | Q 1,926.67 | Q 240.83 | Q 2,367.31 |
| T21 | Clorpirifos | Prochloraz | 22.88 | Q 559.81 | Q 2,287.92 | Q 285.99 | Q 3,133.72 |
| T22 | Clorpirifos | Fluoxastrobina+tebuconazol | 21.13 | Q 294.81 | Q 2,112.77 | Q 264.10 | Q 2,671.67 |
| T23 | Clorpirifos | Fludioxonil+ciprodinil | 15.76 | Q 442.75 | Q 1,576.37 | Q 197.05 | Q 2,216.16 |
| T24 | Clorpirifos | Sin fungicida | 10.18 | Q 79.81 | Q 1,018.07 | Q 127.26 | Q 1,225.13 |
| T25 | Sin insecticida | Dodina | 9.30 | Q 131.25 | Q 930.50 | Q 116.31 | Q 1,178.06 |
| T26 | Sin insecticida | Metil tiofanato | 9.09 | Q 262.50 | Q 908.60 | Q 113.58 | Q 1,284.68 |
| T27 | Sin insecticida | Difenoconazole+cyprodinil | 15.65 | Q 274.77 | Q 1,565.42 | Q 195.68 | Q 2,035.87 |
| T28 | Sin insecticida | Aceite del árbol del té | 12.37 | Q 120.00 | Q 1,237.01 | Q 154.63 | Q 1,511.64 |
| T29 | Sin insecticida | Prochloraz | 16.31 | Q 480.00 | Q 1,631.10 | Q 203.89 | Q 2,314.99 |
| T30 | Sin insecticida | Fluoxastrobina+tebuconazol | 10.51 | Q 215.00 | Q 1,050.91 | Q 131.36 | Q 1,397.28 |
| T31 | Sin insecticida | Fludioxonil+ciprodinil | 8.21 | Q 362.94 | Q 821.03 | Q 102.63 | Q 1,286.59 |
| T32 | Sin insecticida | Sin fungicida | 6.90 | Q - | Q 689.66 | Q 86.21 | Q 775.87 |

Dr. Mynor Raul Otzoy Rosales
Coordinador de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Respetable Dr. Otzoy

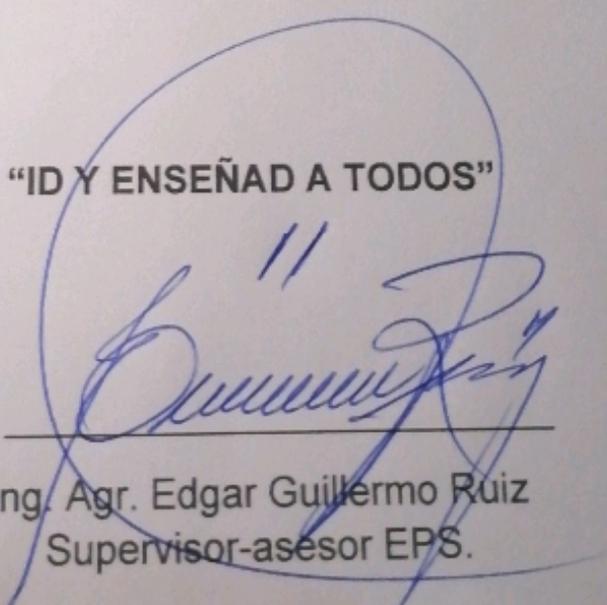
Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado la Investigación Inferencial titulada "**Evaluación de insecticidas y fungicidas para el control de *Membracis mexicana* y *Botrytis cinérea* en inflorescencias de *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, Protaceae, en finca "La Suiza", El Palmar, Quetzaltenango**". Presentado por el estudiante Bennson Manuel Corzo Martínez, quien se identifica con número de carné 201540934 de la carrera de Agronomía tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que el estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente:

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

F. 

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz
Supervisor-asesor EPS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-020-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, quince de marzo de dos mil veinticuatro-----

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE INSECTICIDAS Y FUNGICIDAS PARA EL CONTROL DE BOTRYTIS CINEREA Y MEMBRACIS MEXICANA EN INFLORESCENCIAS DE MACADAMIA integrifolia Maiden & Betche, Protaceae, EN FINCA "LA SUIZA" EL PALMAR, QUETZALTENANGO", del estudiante: TPA. Bennisson Manuel Corzo Martínez. Carné: 201540934. CUI: 3224 16779 1001 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris