

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de trampas artesanales modificadas y atrayentes para
Gymnandrosoma aurantianum Lima “Barrenador de la nuez” en *Macadamia
integrifolia*, Protaceae, en finca “Las Margaritas”, San Francisco Zapotitlán,
Suchitepéquez**

T.P.A. José Adrián De León Estrada

Carné: 201745155

Correo electrónico: adriandle2212@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez. mayo de 2023

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



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de trampas artesanales modificadas y atrayentes para
Gymnandrosoma aurantianum Lima “Barrenador de la nuez” en *Macadamia
integrifolia*, Protaceae, en finca “Las Margaritas”, San Francisco Zapotitlán,
Suchitepéquez**

T.P.A. José Adrián De León Estrada

Carné: 201745155

M.A. Héctor Rubén Posadas Ruíz

Supervisor-Asesor

Mazatenango, Suchitepéquez. mayo de 2023

**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

MSc. José Norberto Thomas Villatoro
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

Lic. Sergio Román Espinoza Antón
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.S. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

DEDICATORIA

A Dios:

Por permitirme culminar esta meta y darme sabiduría y entendimiento para formarme profesionalmente.

A mis padres:

Boris Estuardo De León Paz y Elsa Alicia Estrada Solares, por ser un ejemplo a seguir y brindarme su apoyo y cariño en todo momento.

A mis hermanos:

Boris Estuardo De León Estrada y Tania Pamela De León Estrada, por siempre cuidar de mí, ser un ejemplo a seguir y apoyarme en todo momento.

A mi abuela:

Elsa Edelmira Solares Sagastume (Lita), por ser una segunda madre para mí y por todo el cariño y el apoyo que siempre me ha dado, la quiero mucho.

A mis primos y primas:

Iván, Javier, Andrea, Carmen Regina y Ana Laura; por su cariño y amor.

A mi tío y tías:

Walter, Bredi y Carmen, por su cariño y apoyo siempre.

A mis abuelos:

Jesús Adrián De León Barrios (†) y Walter Estrada Castillo (†), aunque ya no estén con nosotros siempre están en nuestros corazones, este logro también es suyo.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Universitario de Suroccidente:

Por ser mi casa de estudio.

A mi familia:

Por ser mi apoyo y motor todos los días.

A los docentes:

Por impartir su conocimiento y experiencias para mi formación profesional.

A mi asesor:

Ing. Agr. Héctor Posadas, por toda su ayuda y paciencia mi Ejercicio Profesional Supervisado.

A finca Las Margaritas:

Por brindarme la oportunidad de desarrollar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Al Ing. Agr. Pedro Donis:

Por todo el apoyo brindado durante mi Ejercicio Profesional Supervisado.

Al personal de finca Las Margaritas:

Por el apoyo con la información brindada y la ayuda en las actividades de campo durante mi Ejercicio Profesional Supervisado.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEORICO	3
1. Marco conceptual.....	3
1.1. Cultivo de <i>M. integrifolia</i>	3
1.2. Descripción del barrenador de la nuez <i>Gymnandrosoma aurantianum</i>	16
1.3. Control etológico.....	24
2. Marco referencial	26
2.1. Ubicación geográfica de finca “Las Margaritas”	26
2.2. Área, límites y vías de acceso	27
2.3. Clima	28
2.4. Zona de vida.....	28
2.5. Suelo	28
2.6. Hidrografía.....	28
2.7. Antecedentes de investigaciones relacionadas realizadas con anterioridad.....	29
III. OBJETIVOS.....	31
1. Objetivo general.....	31
2. Objetivos específicos	31
IV. HIPÓTESIS.....	32
1. Hipótesis nula	32

2. Hipótesis alternativa.....	32
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
1. Materiales	33
1.1. Recursos físicos	33
1.2. Recursos humanos.....	33
1.3. Recursos financieros	34
2. Metodología	34
2.1. Para determinar el tipo de trampa artesanal y el tipo de atrayente que presenta mayor eficiencia en la captura del <i>G. aurantianum</i> en el cultivo de <i>M. integrifolia</i> mediante un diseño estadístico completamente al azar.	34
2.2. Para calcular el costo por hectárea de las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas a través de un análisis económico.	38
2.3. Identificar las condiciones climáticas en las que se realizó la investigación.....	39
2.4. Identificación de los diferentes insectos capturados por las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas.....	39
2.5. Manejo de la investigación	39
VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	49
1. Determinación del tipo de trampa artesanal modificada y el tipo de atrayente que presenta mayor eficiencia en la captura del <i>G. aurantianum</i> en el cultivo de <i>M. integrifolia</i> mediante un diseño estadístico completamente al azar.....	49
1.1. Numero de adultos del <i>G. aurantianum</i> capturados	49
1.2. Porcentaje de frutos infestados	52

2. Cálculo del costo por hectárea de las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas a través de un análisis económico.....	55
2.1. Costos de elaboración de los tres lotes de trampas artesanales modificadas evaluadas	55
2.2. Costos de elaboración de los dos lotes de los atrayentes evaluados.....	58
2.3. Costos por hectárea al implementar las trampas artesanales	59
3. Registro de las condiciones climáticas en las que se realizó la presente investigación	60
4. Identificación de los diferentes insectos capturados por las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas	60
VII. CONCLUSIONES	61
VIII. RECOMENDACIONES	62
IX. REFERENCIAS	63
X. ANEXOS	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Clasificación taxonómica del cultivo de <i>M. integrifolia</i>	6
2. Principales variedades de macadamia establecidas en Guatemala.....	12
3. Principales cultivos atacados por el <i>G. aurantianum</i>	21
4. Resultados de adultos del <i>G. aurantianum</i> capturados obtenidos en campo.	49
5. Resultados de adultos del <i>G. aurantianum</i> capturados en campo transformados.	50
6. Resumen de ANDEVA.	50
7. Resultados de la prueba de medias de Tukey.	51
8. Resultados de porcentaje de infestación obtenidos en campo.	52
9. Resultados de porcentaje de infestación obtenidos en campo transformados.	53
10. Resumen de ANDEVA.	53
11. Resultados de la prueba de medias de Tukey.	55
12. Costos de elaboración de 12 trampas tipo Delta.	56
13. Costos de elaboración de 12 trampas tipo ECO-IAPAR.	56
14. Costos de elaboración de 12 trampas tipo BROCAP.	57
15. Costos de elaboración de siete litros de macerado de macadamia.	58
16. Costos de elaboración de siete litros de fermento de melaza+banano.	58
17. Costos por hectárea al implementar las trampas artesanales.....	59
18. Registro de los factores ambientales de finca "Las Margaritas" durante la ejecución de la investigación.....	68
19. Cantidad total capturada de <i>T. fulviventris</i>	69
20. Cantidad capturada de <i>H. hermes</i>	69
21. Cantidad capturada de <i>P. occidentalis</i>	70
22. Cantidad capturada de <i>Atta sp.</i>	71
23. Cantidad capturada de <i>C. vicina</i>	72
24. Cantidad capturada de <i>C. dirce</i>	73
25. Cantidad capturada de <i>M. domestica</i>	74

26. Cantidad capturada de <i>S. cancellata</i>	75
27. Cantidad capturada de <i>A. mellifera</i>	76
28. Cantidad capturada de <i>O. obesa</i>	77
29. Cantidad capturada de <i>P. ocirrhoe</i>	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Principales países productores de macadamia en el mundo.	5
2. Etapa de desarrollo de las posturas del <i>G. aurantianum</i>	18
3. Adulto del <i>G. aurantianum</i>	18
4. Daños ocasionados por las larvas de <i>G. aurantianum</i> a la nuez de <i>M. integrifolia</i>	20
5. Ubicación del sector "La Ceiba" dentro de finca "Las Margaritas".	27
6. Croquis de la investigación.....	36
7. Distribución de los tratamientos.	37
8. Preparación de macerado de macadamia tierna.....	40
9. Preparación de fermento de melaza con banano.....	40
10. Trampa artesanal modificada tipo Delta.....	42
11. Trampa artesanal modificada tipo ECO-IAPAR.....	43
12. Trampa artesanal modificada tipo ECO-IAPAR.....	44
13. Colocación de las trampas artesanales modificadas.....	45
14. Mantenimiento de la trampa.	46
15. Palomilla del <i>G. aurantianum</i>	47
16. Fruto infestado por el <i>G. aurantianum</i>	48
17. Macadamia tierna utilizada para el macerado.	66
18. Vaso plástico utilizado para depositar el atrayente en las trampas.	66
19. Adherente SPRAY-N-STICK.	67
20. Cambio de atrayente en las trampas artesanales.	67
21. Abeja sin aguijón <i>Trigona fulviventris</i>	68
22. Mariposa sátira de Hermes <i>Hermeuptychia hermes</i>	69
23. Avispa <i>Polybia occidentalis</i>	70
24. Hormiga arriera <i>Atta sp.</i>	71
25. Mosca azul <i>Calliphora vicina</i>	72
26. Cebra del yarumo o mariposa laberinto <i>Colobura dirce</i>	73
27. Mosca común <i>Musca domestica</i>	74

28. Saltamontes o langosta <i>Schistocerca cancellata</i>	75
29. Abeja melífera <i>Apis mellifera</i>	76
30. Mosca verde <i>Ornidia obesa</i>	77
31. Mariposa sátira de dos bandas blancas <i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	78

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el sector “La Ceiba” en finca “Las Margaritas” en el municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez; con la finalidad de evaluar tres tipos de trampas artesanales y dos tipos de atrayentes para el control del *Gymnandrosoma aurantianum* “barrenador de la nuez” en el cultivo de *Macadamia integrifolia* “macadamia”.

Se utilizaron 36 árboles de *M. integrifolia* como unidad experimental. Se realizó un ANDEVA para un diseño completamente al azar en arreglo combinatorio. Las trampas artesanales evaluadas fueron de tipo Delta, ECO-IAPAR y BROCAP y los atrayentes fueron un macerado de nuez de macadamia con azúcar y un fermento de melaza con banano, utilizando seis tratamientos y seis repeticiones.

Se identificaron los insectos que capturaron las trampas, se establecieron los costos de elaboración de los tratamientos y se tomó lectura de la precipitación, humedad y temperatura de finca “Las Margaritas” durante la ejecución de la investigación.

Como resultado se obtuvo que no existió diferencia significativa entre los atrayentes evaluados y que no existió interacción entre los factores evaluados, aceptándose así las hipótesis nulas, en cambio, se determinó que existió diferencia significativa entre las trampas evaluadas, por lo que se realizó una prueba de medias de Tukey, dando como resultado que las trampas tipo Delta y ECO-IAPAR fueron las que presentaron las medias más altas en la captura del *G. aurantianum* de 4.37 y 3.47 respectivamente y fueron estadísticamente iguales entre sí.

Además del *G. aurantianum* se registró la captura de 11 insectos los cuales fueron: la *T. fulviventris*, *H. hermes*, *P. occidentalis*, *Atta sp.*, *C. vicina*, *C. dirce*, *M. domestica*, *S. cancellata*, *A. mellifera*, *O. obesa* y *P. ocirrhoe*.

En los costos de elaboración, los tres tipos de trampas presentaron el mismo costo de Q333.00 pues utilizan los mismos materiales para la elaboración de 12 unidades por cada tipo de trampa. En cuanto a los atrayentes evaluados, el macerado de macadamia requirió un costo de Q29.79 y para el fermento de melaza con banano se requirió Q6.08 para elaborar siete litros de cada atrayente respectivamente.

SUMMARY

The investigation was carried out in the "La Ceiba" sector on the "Las Margaritas" farm in the municipality of San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez; in order to evaluate three types of artisan traps and two types of attractants for the control of *Gymnandrosoma aurantianum* "walnut borer" in the cultivation of *Macadamia integrifolia* "macadamia".

36 *M. integrifolia* trees were used as an experimental unit. An ANOVA was carried out for a completely randomized design in a combinatorial arrangement. The artisan traps evaluated were of the Delta, ECO-IAPAR and BROCAP type and the attractants were a macadamia nut macerate with sugar and a molasses ferment with banana, using six treatments and six repetitions.

The insects that captured the traps were identified, the costs of elaboration of the treatments were established and a reading of the precipitation, humidity and temperature of the farm "Las Margaritas" was taken during the execution of the investigation.

As a result, it was obtained that there was no significant difference between the evaluated attractants and that there was no interaction between the evaluated factors, thus accepting the null hypotheses, instead, it was determined that there was a significant difference between the evaluated traps, for which a test was carried out. of Tukey means, giving as a result that the Delta and ECO-IAPAR type traps were the ones that presented the highest means in the capture of *G. aurantianum* of 4.37 and 3.47 respectively and were statistically equal to each other.

In addition to *G. aurantianum*, the capture of 11 insects was recorded, which were: *T. fulviventris*, *H. hermes*, *P. occidentalis*, *Atta* sp, *C. vicina*, *C. dirce*, *M. domestica*, *S. cancellata*, *A. mellifera*, *O. obesa*, and *P. ocirrhoe*.

In the elaboration costs, the three types of traps presented the same cost of Q333.00 since they use the same materials for the elaboration of 12 units for each type of trap. Regarding the attractants evaluated, the macadamia macerate required a cost

of Q29.79 and for the molasses ferment with bananas, Q6.08 was required to prepare seven liters of each attractant respectively.

I. INTRODUCCIÓN

Finca “Las Margaritas” se encuentra ubicada en el municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez. En las coordenadas geográficas de 14°37.162’ latitud norte y 91° 30.85’ longitud sureste, con un área de 315 hectáreas de terreno. El sector “La Ceiba” cuenta con un área de 20.21 hectáreas en donde se encuentra establecido el cultivo de *M. integrifolia*.

La plaga del *Gymnandrosoma aurantianum* “barrenador de la nuez” ataca al árbol de *M. integrifolia* durante todo el año una vez el árbol alcanza su madurez fisiológica, directamente al fruto de la macadamia perforándolos hasta llegar a la nuez de la cual se alimenta. Esto tiene un efecto negativo en la calidad y en su producción provocando pérdidas del 5.22% de kernel (Aguilar, 2021, p. 1).

Para el control del *G. aurantianum* se recomienda el biológico o etológico debido a que el control químico presenta el inconveniente que se debe aplicar cuando la larva aún no ha penetrado el fruto, lo que afecta su eficiencia debido a que una vez se encuentre dentro del fruto es inmune al insecticida.

Finca “Las Margaritas” realiza control biológico sobre el *G. aurantianum* liberando una cantidad de 100,000 *Trichogramma exiguum* por hectárea, haciendo dos liberaciones al año. Esta avispa del orden *Himenoptera* se encarga de parasitar los huevecillos del *G. aurantianum* insertando su ovipositor en ellos. Sin embargo, finca “Las Margaritas” desea combinar el control biológico con el control etológico utilizando trampas olorosas y, de esta forma, controlar la plaga en dos estadios siendo al huevecillo y al adulto, pero actualmente no existen trampas específicas para el *G. aurantianum* teniendo en el mercado únicamente trampas para lepidópteros en general, las cuales tienen un costo elevado de Q93.00 aproximadamente.

En el presente documento se muestran los resultados de la evaluación de tres tipos de trampas artesanales modificadas y dos tipos de atrayentes para la captura del *G. aurantianum* en el cultivo de *M. integrifolia*. Los modelos modificados de trampas artesanales evaluadas fueron de tipo Delta, ECO-IAPAR y BROCAP; por otro lado,

los atrayentes utilizados fueron un macerado de nuez de macadamia con azúcar y un fermento de melaza + banano. Se realizó un diseño estadístico completamente al azar bifactorial en arreglo combinatorio, teniendo como variable respuesta el número de palomillas de la plaga atrapadas por trampa y el porcentaje de frutos infestados. De esta manera se pudo recomendar la trampa más eficiente para su captura.

Como resultados de los ANDEVAS realizados se determinó que existió diferencia significativa entre los niveles del factor A (tipo de trampa), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se procedió a realizar una prueba múltiple de medias de Tukey, dando como resultado que la trampa artesanal modificada tipo Delta fue la que presentó mejor media en las variables respuestas y es estadísticamente igual a la trampa tipo ECO-IAPAR, pero estadísticamente diferente a la trampa tipo BROCAP.

Por otro lado, se determinó que no existió diferencia entre los niveles del factor B (atrayente) y que no existió interacción entre los niveles del factor A y los del factor B, por lo que se aceptó la hipótesis nula en ambas.

También se registró la captura de 11 insectos además del *G. aurantianum* los cuales son: la *T. fulviventris*, *H. hermes*, *P. occidentalis*, *Atta sp*, *C. vicina*, *C. dirce*, *M. domestica*, *S. cancellata*, *A. mellifera*, *O. obesa* y *P. ocirrhoe*.

Por último, se establecieron los costos de elaboración de los tres tipos de trampas artesanales modificadas y los dos atrayentes, determinando que se requieren los mismos gastos y materiales para la elaboración de 12 unidades de cada uno de los tres tipos de trampas siendo un total de Q333.00. Para el macerado de macadamia se requirió un gasto total de Q29.79 y para el fermento de melaza con banano se requirió Q6.08, elaborando siete litros de cada uno de los atrayentes.

II. MARCO TEORICO

1. Marco conceptual

1.1. Cultivo de *M. integrifolia*

1.1.1. Origen

Algunos de los nombres que ha recibido la macadamia por las diferentes tribus indígenas australianas son: "Burrawang", "Kinda-kindal" y "Boombera". Los australianos no aborígenes a su vez la han llamado "Bauple nut", "Queensland nut" y "Bush nut". En 1857 Ferdinand von Mueller, botánico australiano, junto con Walter Hill, director del Jardín Botánico de Brisbane, Australia, realizaron una exploración botánica recolectando diferentes tipos de plantas en los bosques australianos a lo largo del río Pine en el sur de Queensland, y allí se hizo la primera recolección botánica de esta planta. Ferdinand von Mueller la bautizó formalmente como género *Macadamia* en honor a su amigo John Macadam, famoso científico australiano, químico, maestro de medicina, político y secretario del Instituto de Filosofía de Victoria, Australia. (Quintas, 2011, p. 16).

1.1.2. Importancia del cultivo

La macadamia es una nuez de exquisito sabor; la parte comestible o almendra también conocida como Kernel es dulce, gustosa, de color blanco cremoso y con un diámetro que oscila entre 12 y 20mm, de forma casi esférica; encerrada en una concha dura de superficie lisa y ésta a su vez se encuentra rodeada por una cáscara lisa y suave, color verde claro brillante.

Está considerada como una de las nueces más finas del mundo tanto por su exquisito sabor, como por su alto valor nutritivo por lo que es catalogada como la "Reina de las nueces". Es un excelente alimento para mantener una buena salud, ya que es altamente energética y contiene entre un 68 y 76% de aceite. El aceite de nuez de macadamia no contiene colesterol y presenta características importantes para reducir el riesgo de enfermedades del corazón.

La nuez de macadamia es utilizada en el mercado gourmet; como un aditivo especial en cualquier clase de comidas, ensaladas y cócteles. La industria de la confitura la utiliza en la elaboración de chocolates, galletas, pasteles, panecillos, helados y postres. Las nueces pueden consumirse ya sea en forma natural (crudas), asadas, saladas o sazonadas, según el gusto de las personas. Además, puede ser utilizada por la medicina como un suplemento en el tratamiento de personas con altos niveles de colesterol en la sangre.

Las nueces que no califican para ser exportadas pueden ser empleadas para la extracción de aceite. El aceite de macadamia es uno de los más saludables y apropiados para usarse como aceite de ensalada y de cocina; con la ventaja de tener un punto inferior para flamear que otros aceites vegetales, incluso sobrepasando las cualidades del aceite de oliva. Los residuos de almendra (torta) obtenidos luego de la extracción del aceite pueden ser usados como alimento para ganado. (Vidal, 2008, pp. 4-5).

1.1.3. Principales productores

Los principales mercados de la nuez de macadamia son: Estados Unidos de América, Europa y Asia, aunque también se nota un incremento en la demanda en Latinoamérica y países en vías de desarrollo, el consumo de la nuez de macadamia a nivel mundial ha ido aumentando a través de los años a pesar de los problemas que se han suscitado, lo que permite observar la potencialidad de su mercado. Por estas razones la macadamia puede ser una interesante alternativa para la exportación.

Actualmente Guatemala ocupa un lugar importante dentro de los principales países productores a nivel mundial, dentro de los cuales se pueden mencionar: Australia, Estados Unidos de América (Hawai), Sudáfrica, Kenia, Guatemala, Costa Rica y Brasil, entre otros. (Vidal, 2008, p. 6).

Los principales países productores de macadamia a nivel mundial, con su respectivo porcentaje de producción, se muestra a continuación:

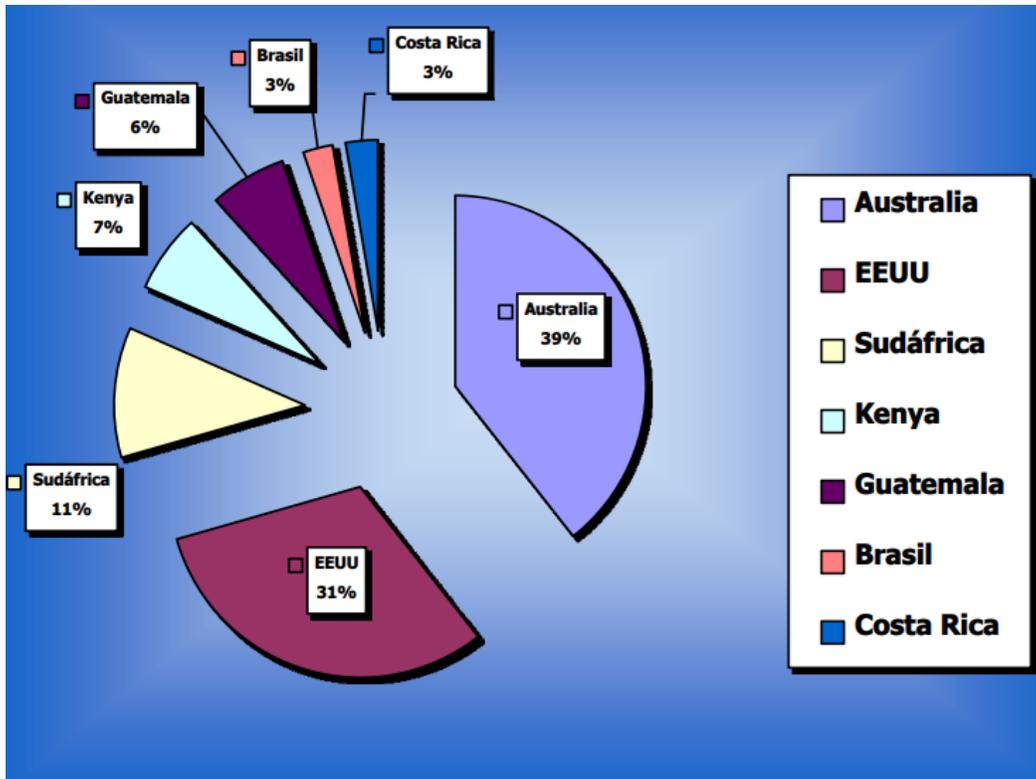


Figura 1. Principales países productores de macadamia en el mundo.

Fuente. Vidal, p. 6, (2008).

Como se presenta, el principal productor de macadamia es Australia con un 39% siguiéndole Estados Unidos con 31%, Sudáfrica con 11%, Kenia con 7%, Guatemala con 6% y por último Brasil y Costa Rica con un 3% cada uno.

1.1.4. Clasificación taxonómica

Se muestra la taxonomía del cultivo de *M. integrifolia*:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de *M. integrifolia*.

Reino:	<i>Plantae</i>
División:	<i>Magnoliophyta</i>
Clase:	<i>Magnoliopsida</i>
Orden:	<i>Proteales</i>
Familia:	<i>Proteaceae</i>
Subfamilia:	<i>Gravilleoideae</i>
Género:	<i>Macadamia</i>
Especie:	<i>Macadamia integrifolia</i>

Fuente. Lemus (2001).

1.1.5. Ecología del cultivo

El cultivo de macadamia prospera en Guatemala en altitudes de 600 a 1,600 msnm, similares a las apropiadas para el cultivo de café. Se adapta a precipitaciones pluviales anuales de 1,000 a 4,000 mm y con niveles adecuados de insolación. En caso de contar con más de dos meses de sequía se recomienda suministrar agua a través de sistemas de riego.

El viento tiene dos efectos destructivos en este cultivo, mecánico y ambiental, pues provoca doblamiento, deformación, caída de frutos inmaduros y volcamiento de árboles. Además, los vientos causan una transpiración fuerte lo que provoca deshidratación de las hojas. La macadamia se adapta desde los 14 hasta los 32 grados celsius de temperatura.

Prospera en suelos franco arenosos, franco arcillosos y arcillosos, 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, por lo que

es necesario implementar sistemas de conservación de suelos como siembras en contorno, barreras vivas, terrazas en contorno, entre otros. (ANACAFE, 2004, p. 5).

1.1.6. Características del cultivo

Árbol de siete-12 m de altura, alcanzando hasta los 20 m en Australia, Fruto en drupa indehisciente, globular, de dos a tres cm. de diámetro, con cubierta leñosa y una o dos semillas globosas. La madera es de veta gruesa y dura, pero las ramas son quebradizas y se desenganchan y caen fácilmente.

Existen diez especies de macadamia, de las cuales *Macadamia Integrifolia* es preferida por su mayor porcentaje de almendras sanas y mayor uniformidad en el tamaño del fruto; las conchas son lisas y pequeñas, las hojas tienen bordes ondulados con tres hojas por nudo. Las flores son color blanco cremoso agrupado en racimos de 12 a 30 cm. Por otra parte, *Macadamia tetraphylla*, es más indicada para usarse como patrón debido a su mejor sistema radicular y posee una concha rugosa, grande; hojas con borde aserrado muy espinoso, con cuatro hojas por nudo, nervaduras color púrpura. Las flores son color rosado en racimos de 20 a 50 cm. (ANACAFE, 2004, p. 3).

1.1.7. Fenología del cultivo

En Hawái y Australia, los árboles de macadamia se caracterizan por presentar crecimiento vegetativo durante todo el año, a mayores tasas temprano en primavera, y hacia fines del verano. Estas alzas estarían determinadas por la temperatura, ocurriendo las mayores tasas en períodos en los que las temperaturas fluctúan entre 20 y 30 °C. Bajo 10 y sobre 35 °C, el crecimiento se detiene totalmente. De acuerdo a los registros, en la zona de Cauquenes, Chile, la brotación se produciría entre agosto y noviembre, período en el que las temperaturas máximas y mínimas fluctúan entre 15,5 a 4,6 °C y 25,3 a 9,0 °C, respectivamente.

El desarrollo de la inflorescencia se produce desde julio hasta fines de septiembre, por lo que la ocurrencia de heladas en invierno las daña en sus primeros estados de desarrollo, haciendo que el daño sea severo.

Durante el desarrollo del racimo, es importante la acumulación de calor efectivo o días grado (DG >12,5 °C), ya que contribuye en su elongación. Durante el período evaluado, los días grados acumulados hasta el fin de este estado, correspondieron en promedio a 4,3.

Los estados fenológicos siguientes (inicio de floración, plena floración y término de floración) ocurrieron desde principios de octubre hasta fines de noviembre. El estado de plena floración se concentró desde fines de octubre hasta la segunda semana de noviembre.

El crecimiento del fruto sigue una curva de modelo sigmoideo simple. La división celular ocurre hasta cuatro o cinco semanas después de antesis. Comienza con la cuaja del fruto, que ocurre en noviembre, y termina con la cosecha, al momento en que los frutos han alcanzado su madurez, tanto fisiológica como organoléptica.

En el área de Cauquenes los frutos no abren el pelón en forma natural hasta mayo, prolongándose la cosecha hasta el invierno, lo que es incómodo y podría causar algún problema fungoso. Una solución sería el inducir la apertura del pelón, lo que permitiría cosechar más temprano. (Reyes y Lavin, 2005, pp. 127-129).

1.1.8. Aspectos botánicos

Raíz: El sistema radicular del árbol de macadamia se extiende principalmente en sentido lateral, por ello se le conoce como superficial. Es fibrosa y se adapta bien a suelos pobres, ya que puede aprovechar los nutrientes de las capas superiores y superficiales del suelo, donde es primordial proveerle de altos contenidos de materia orgánica. (Quintas, 2011, p. 38).

Hojas: Las hojas tienen pecíolos bien desarrollados, brotan en grupos de tres, con forma variante de espatulada a oblonga, tamaño de 10-25 cm, margen dentado. (Quintas, 2011, p. 39).

Inflorescencia: La flor de la macadamia es una flor perfecta. Sin embargo, la polinización cruzada en la cual intervienen las abejas como excelentes polinizadores es su mayor mecanismo de reproducción. La introducción de al menos

dos variedades de macadamia en una huerta ayuda a aumentar la polinización debido a los diferentes tiempos de madurez de los órganos de las flores. Las flores de la macadamia se dan en racimos, los cuales contienen más de 200 flores, aunque sólo un pequeño porcentaje se convierte en nueces maduras; es decir, se pueden esperar con éxito 20 frutos maduros por racimo. (Quintas, 2011, p. 40).

La flor de macadamia se da en ramas de al menos dos años de edad. El inicio de la floración ocurre con el acortamiento de los días y con temperaturas nocturnas de 11 a 15°C. Introducir colmenas en los cultivos durante el período de floración nos ayudará a aumentar hasta en un 20% el volumen de nuestra cosecha. Las flores de macadamia son receptivas por varios días y su fertilización es lenta, con una duración de aproximadamente 48 horas. (Quintas, 2011, p. 41).

Fruto: La nuez de macadamia es un fruto esférico que pertenece al grupo de los frutos conocidos como folículos. Está formado por una cáscara exterior verde, botánicamente llamada pericarpio, y en su interior se encuentra la semilla de color café llamada “concha”, famosa y respetada por su gran dureza, con excepción de las ardillas para las que está cubierta es sólo un “empaque” de su comida. En la “concha” se puede observar un punto blanquecino, el micrópilo, por donde emergerá la raíz al momento de la germinación y una sutura (el hilum) que permitirá que se abra la semilla. Dentro de la semilla se encuentra el embrión formado por dos cotiledones, que es la parte comestible de la nuez conocida como almendra y de color blanco. (Quintas, 2011, p. 42).

El pericarpio puede contener más de un 45% de humedad, lo cual puede constituir el 50% del peso total de la cosecha. Esto es, si cosechamos una tonelada de nuez en cáscara, aproximadamente estamos cosechando 500 kg de nuez en concha húmeda. El desarrollo de la nuez de macadamia, desde la polinización hasta la nuez madura, es de aproximadamente 30 semanas (alrededor de siete meses); el aumento en el crecimiento de la nuez, de cuatro a siete semanas; el endurecimiento de la concha es de 14 a 15 semanas y los siguientes tres meses las nueces madurarán al convertir sus azúcares en aceite. Cuando la fruta ha madurado de

manera natural, el árbol fomenta una abscisión que causa la caída de la nuez al suelo para su cosecha. (Quintas, 2011, p. 44).

1.1.9. Manejo agronómico

- **Siembra**

La siembra de la semilla tiene una forma especial de realizarse, por lo que es necesario observar la nuez y establecer que en la parte donde se ubica el pedúnculo tiene una línea que se une hasta la mitad de la nuez y es la parte que debe hacer contacto horizontal con el suelo. La semilla debe enterrarse a una pulgada de profundidad. La germinación tarda de uno a cuatro meses y las plantas estarán listas para el trasplante cuando tengan de diez a 15 cm. De altura es decir cuando los verticilos estén sazones. (ANACAFE, 2004, p. 7).

- **Vivero**

Se recomienda buscar un área plana, libre de viento fuerte, accesible al transporte y cercana al área para riego. Para habilitar el área es necesario limpiar el terreno de malezas o guatales, trazar líneas rectas para guiar el raspado o zanjeado donde se colocarán las bolsas; el almácigo hay que separarlo en bloques dejando calles de una vara para permitir el laboreo. La mezcla de suelo para llenar las bolsas es en proporciones de 2:2:1 es decir 40% de tierra, 40% de materia orgánica obtenida de la descomposición de la cáscara de nuez del año anterior y 20% de arena blanca. El tamaño de bolsa a utilizar es de 8x15x0.04 pulgadas para tutores y para patrones la bolsa debe medir 10x20x0.06 pulgadas. En áreas con mucha pendiente se coloca un soporte de alambre, tarro, pita o estacas detrás de las bolsas para evitar que se caigan. (ANACAFE, 2004, pp. 7-8).

- **Injerto**

Esta debe hacerse cuando las plantas tengan un grosor de 1,5 a dos cm. Y a una altura de diez cm. Del suelo, tamaño que alcanzan más o menos al año del trasplante. Entre los tipos de injerto que se realizan en almácigos de macadamia están el injerto Reyna, injerto lateral y de empalme. El más utilizado en la actualidad

es el método Reyna. Para el momento de la injertación se cortan las ramas anilladas y se quitan cuidadosamente las hojas, dejándoles dos o más verticilos y luego colocarlos en una caja con musgo húmedo y se cubren con pedazos de periódico y trapos húmedos. El injertador debe cortar las varetas, seleccionar las púas, injertar y vendar con nylon y luego cubrir con cinta parafilm o parafina. El desvende se realiza a los cuatro meses después de injertado para evitar ahorcamiento de plantas. Las óptimas condiciones de manejo permiten conseguir entre dos y tres canastas en un periodo de dos años. (ANACAFE, 2004, pp. 8-9).

- **Establecimiento de la plantación**

Para diferentes altitudes se recomiendan distanciamientos distintos así: De 600 a 1100 msnm se debe sembrar a nueve o diez metros al cuadro o sea de 100 a 123 árboles por hectárea. De 1100 a 1400 msnm se debe sembrar a siete metros al cuadro o sea 204 árboles por hectárea. DE 4,500 a 5,300 msnm. Se puede plantar a 6x6 metros lo que da una densidad de 278 árboles por ha. Las dimensiones del ahoyado son de 40x40x40 centímetros. Al colocar la planta en el hoyo, corte la bolsa para separarla del pilón que se ha formado; en el momento de la siembra aplicar tres onzas de fertilizante triple superfosfato a la mitad del ahoyado. (ANACAFE, 2004, p. 9).

- **Principales variedades**

Las principales variedades que se cultivan en Guatemala y el mundo tienen su origen en la selección realizada en la Universidad de Hawaii, donde tomaron especial interés en el alto contenido de aceite de las almendras y el mayor tamaño de estas en relación con la cáscara. Tienen además un nombre de personas destacadas en el cultivo y una numeración internacional. (ANACAFE, 2004, p. 5).

Las principales variedades de macadamia establecidas en Guatemala se muestran a continuación:

Cuadro 2. Principales variedades de macadamia establecidas en Guatemala.

No	Nombre	Copa	Hojas	Nueces por libra
246	Keauhou	Muy densa Ramas con uniones muy débiles	Espatulada Borde ondulado Base aguda Ápice obtuso	55
333	Ikaika	Redonda Uniones fuertes Ramas muy abiertas Muy precoz	Lisas y anchas Borde ondulado	60
508	Keakea	Densa, vertical	Sin terminaciones puntiagudas en el borde	60
344	Kau	Compacta, vertical	Espatulada Ápice obtuso Base aguda	55
660	keaaau	Mediana, vertical, resistente a vientos, susceptible a sequia	Sin terminaciones puntiagudas en su borde	66

Fuente. ANACAFE (2004).

- **Fertilización**

La macadamia no tolera condiciones pobres en nutrición y a las primeras señales de deficiencia se ve una marcada reducción en la producción y luego la decadencia en la condición del árbol con menos cantidad de hojas y más distanciadas. (ANACAFE, 2004, p. 10).

Lo ideal es basarse en un análisis de suelos, que permita establecer los niveles de fertilidad del suelo y las distintas relaciones entre los elementos nutricionales, sin embargo, se puede recomendar los siguientes elementos y dosis: Las fertilizaciones con ureas y productos basados en potasio son necesarias y se recomienda en fertilizaciones Nitrogenadas una aplicación de 25 a 50 gramos por año por árbol. La fertilización con Potasio se recomienda en relación de 1:1 con nitrógeno hasta un

quinto año y del sexto año en adelante la relación puede variar de 1.25 a 1.50:1. (ANACAFE, 2004, p. 10).

Las aplicaciones de calcio se harán dependiendo de las condiciones de pH. Las aplicaciones de cal dolomítica estarán siendo regidas por el contenido de potasio y magnesio con que cuenta el suelo. (ANACAFE, 2004, p. 10).

El Boro se puede considerar el elemento más importante en la nutrición de la macadamia, es responsable de la división celular, la germinación del polen, transporte de carbohidratos a través de las paredes celulares, y el desplazamiento de las hormonas en la planta. Las flores y las frutas son especialmente sensibles a la deficiencia de boro. Las aplicaciones de boro foliar dan buenos resultados en el aumento de la producción, en la recuperación y aumento de la calidad de la nuez. Se pueden aplicar 500cc por tonel de 200 litros de agua. Al suelo se pueden agregar tres gramos de solubor o borax por árbol. (ANACAFE, 2004, p. 10).

El Zinc juega una función importante en la fertilidad de la parte femenina de las flores de macadamia, se deben hacer aplicaciones de zinc en forma foliar con una dosis de 500 cc por tonel de agua. (ANACAFE, 2004, p. 10).

- **Control de malezas**

Se hace para evitar competencia de malezas con la plantación y para mantener el plato de cosecha limpio. Integrando varios métodos de control que son:

- **Método manual:** eliminación de malezas con machete, es más utilizado en plantaciones nuevas, principalmente en la época lluviosa para evitar erosiones hídricas.
- **Método mecánico:** Se utilizan desbrozadoras con personal especializado y protectores, para evitar daños en los tallos. Es aplicable en plantaciones adultas de ocho años en adelante.
- **Método Químico:** Se utiliza en plantaciones en crecimiento y se puede generalizar en la época seca, con herbicidas quemantes o sistémicos. (ANACAFE, 2004, p. 12).

- **Podas**

El árbol de Macadamia se poda de manera que se propicie la formación de un sistema central apical, ya que de esa forma se reduce el desarrollo de bifurcaciones en forma de Y, que tiene la tendencia a desgarrarse fácilmente. (ANACAFE, 2004, p. 12).

Cuando las variedades crecen bien y no están muy tupidas dan árboles grandes y bien formados, cuando se da lo contrario es necesario durante los dos primeros años después del trasplante practicar la poda de corrección o correctiva cuyo propósito principal es proporcionar al árbol una estructura fuerte y bien balanceada para su crecimiento.

Para realizar la poda cada árbol debe evaluarse individualmente, siendo el principal objetivo de la poda el desarrollo de un árbol en forma de cono con un eje central que tenga verticilos de ramas a diferentes niveles. La formación debe empezar temprano ya que dar forma a árboles viejos es muy difícil. Las técnicas de poda de raleo y capado se usan en macadamia, sin embargo, es necesaria una familiarización con la estructura de nudos para formar árboles que ya han sido capados.

La poda de formación debe apuntar a formar un árbol con cuatro a cinco verticilos de ramas distanciadas de 30 a 40 cm de intervalo, por lo tanto, si el árbol llega de vivero con un tallo sin ramificar de más de 60 cm de altura, debe rebajarse por sobre un nudo a ese tamaño. Por otro lado, la poda de mantenimiento puede realizarse eliminando ramas muy bajas o con ángulos desfavorables, asimismo puede recomendarse la poda en altura hasta los últimos 60 cm de la copa. (ANACAFE, 2004, p. 13).

La poda de producción está orientada a la obtención de ramas laterales espaciadas para acceder a ventilación e iluminación que permitan una buena floración y mayor fotosíntesis, además de favorecer las labores de cosecha.

- **Enfermedades**

Las más comunes encontradas en plantaciones de macadamia son:

- *Phytophthora cinnamomi*: la cual hace que los árboles disminuyan su vigor y color hasta que pierden follaje. Ataca principalmente los tallos provocando exudaciones de resina color rojo y la corteza fácilmente desprendible. El control debe ser preventivo evitando comprar almácigos sin estándares adecuados de sanidad, calzar bien las plantas al momento de la siembra y al encontrar árboles con daño hacer aplicaciones de fungicidas sistémicos al área infectada.
- *Botritis*: ataca principalmente las flores y su infección puede ser devastadora y provocar pérdidas muy grandes. Los racimos de flores infectados se tornan de color gris oscuro a negro, debido a la gran cantidad de esporas que descarga se infectan los pétalos y los estambres. El hongo llega a esparcirse por el viento y lluvia. El control se puede hacer preventivo con Carbendazim a razón de 400 cc por 200 litros de agua.
- Muerte Súbita: ocasionada por los hongos *Rhizoctonia Sp.* *Rosellinia Sp.* Los síntomas son: amarillamiento general del árbol, defoliación de ramas, el follaje se observa de color café de arriba hacia abajo, las ramas empiezan a necrosarse de la base hacia la punta, el sistema radicular se torna necrótico y sin savia y se observa en las raíces un micelio de color negro y gris algodonoso; por último, la muerte total del árbol ocurre a los cinco u ocho días después del primer síntoma. Control: Eliminar por completo árboles muertos, arrancar raíces y quemarlas o sacarlas de la plantación. Aplicar fungicidas sistémicos específicos para el control de los hongos mencionados. Aplicación de abonos orgánicos como la cáscara de la nuez. (ANACAFE, 2004, p. 11).

- **Principal plaga de la macadamia**

La principal es el barrenador de la nuez, un Lepidóptero de la familia *Tortricidae*. Cuando ocurren las floraciones del mes de julio debe iniciar un programa de monitoreo de plagas como trips, áfidos, chicharritas etc. insectos que ocasionan daño en las inflorescencias, sin embargo, cuando las floraciones son continuas es necesario mantener un muestreo permanente para determinar poblaciones de insectos y tomar decisiones oportunas en cuanto a su control. (ANACAFE, 2004, p. 11).

1.2. Descripción del barrenador de la nuez *Gymnandrosoma aurantianum*

El barrenador de la nuez adulto es una palomilla cuyo color varía entre el gris y un tono casi negro, y que tiene una longitud aproximada de 1 /3 de pulgada (0.8 cm). Las alas anteriores tienen una cresta de escamas oscuras seguida de una banda de color más claro. Las palomillas entran en actividad únicamente durante la noche, cuando se aparean y ovipositan sobre las nueces. Cada hembra ovíparita de 50 a 150 huevecillos durante su vida, la cual tiene una duración de entre cinco y ocho días.

Los huevecillos tienen forma oval, son aplanados y pequeñísimos, de un tamaño que apenas permite distinguirlos a simple vista. Cuando se ovipositan los huevecillos son blancos, o blancos con un tono verdoso. Poco tiempo después, antes de eclosionar, aparecen manchas rojas sobre los huevecillos, lo que les da un color rosa. Las larvas del barrenador de la nuez tienen un color que va del gris olivo al verde jade y crecen hasta cerca de media pulgada de longitud (1.2 cm).

1.2.1. Biología de la plaga

Por lo general, los huevecillos de la primera generación del barrenador de la nuez se ovipositan en las nuececillas poco después de la polinización. Los huevecillos eclosionan después de cuatro o cinco días. Las larvas se arrastran hasta las yemas cercanas para comenzar a alimentarse, dejando la cáscara blanca del huevecillo en la nuez. Las larvas se alimentan durante uno o dos días en una yema secundaria,

en la base de una hoja compuesta, antes de penetrar la nuez. Por lo general, las larvas barrenan la nuececilla desde su base. Con frecuencia pueden verse virutas (excremento) y telarañas en la parte exterior del fruto de las nueces infestadas.

Las larvas del barrenador de la nuez se alimentan durante un periodo de cuatro a cinco semanas, dependiendo de la temperatura. Posteriormente, las larvas adultas pupan dentro de la nuez. La palomilla emerge de nueve a 14 días después. (Knutson y Ree, p. 1).

1.2.2. Ciclo de vida de la plaga

La duración del ciclo biológico de *G. aurantianum* fluctúa entre 52 y 95.9 días, con un promedio de 73.4 días. En campo se determinó que *G. aurantianum* posee hábitos nocturnos y ataca al cultivo desde el inicio de la fructificación hasta la maduración fisiológica del fruto. La hora preferida para la oviposición es de 9:00 a 11:00 pm y de 2:00 a 4:00 am. (Campos, 2012, p. 79).

El huevo es transparente y mide de 0.50 a 1.00 mm de longitud (ver figura dos); cada postura presenta de 70 a 200 huevos; el periodo de incubación es de cinco a diez días y poseen 63,70% de viabilidad. La larva es eruciforme, de color blanco cremoso, con longitudes promedio de 1.50, 3.55, 6.50, 9.95 y 14.75 mm para los cinco estadios larvales y el tiempo de duración promedio fue de 1.50, 4.00, 6.45, 9.50 y 13.40 días, respectivamente. El tiempo de duración de las larvas dentro del fruto es de 12 a 22 días. La pupa es obtecta, con 7.68 y 2.00 mm de longitud y ancho promedio, tiempo de duración promedio de 12.3 días y peso mínimo y máximo de 0.03 y 0.03 respectivamente. El adulto es de color grisáceo oscuro (ver figura tres), con 15.03 y 6.44 mm de longitud y envergadura alar promedio, respectivamente; el tiempo de duración promedio fue de 16.1 días y la ratio sexual fue de un macho por cada 1.9 hembras. (Campos, 2012, p. 80).



Figura 2. Etapa de desarrollo de las posturas del *G. aurantianum*.

Fuente. Gómez (2018).

Se puede observar el desarrollo de los huevecillos del *G. aurantianum* en los frutos de *M. integrifolia*.



Figura 3. Adulto del *G. aurantianum*.

Fuente. Fotografía del autor (2022).

Como se observa, los adultos del *G. aurantianum* son muy pequeños con una longitud de 15.03 a 6.44 mm.

1.2.3. Ciclo estacional del barrenador de la nuez

El barrenador de la nuez completa de dos a cuatro generaciones al año. La larva invernante se convierte en la palomilla que emerge durante abril y mayo y oviposita en las nuececillas poco tiempo después de la polinización. Estos huevecillos

producen las larvas de primera generación, que se alimentan de las nuececillas y que por lo general causan mayor daño.

Las larvas de segunda generación atacan a las nueces a mediados del verano, aproximadamente seis semanas después de que las larvas de primera generación penetran la nuez. Los huevecillos de tercera generación se ovipositan en las nueces desde fines de julio hasta principios de septiembre. Cuando las nueces se han endurecido, estas larvas se alimentan únicamente del ruezno.

Muchas larvas de tercera y (cuando se presenta) cuarta generación no se alimenta, sino que migran a la base de una yema latente en donde construyen capullos (hibernaculum) en los que pasan el invierno. En la primavera, estas larvas inmaduras salen de sus capullos y se alimentan barrenando los brotes. Las larvas maduras pupan en los túneles de los brotes o en hendiduras en la corteza. Las palomillas de estas larvas invernantes ovipositan los huevecillos de la primera generación en las nuececillas. (Knutson y Ree, p. 2).

1.2.4. Rango de vuelo del *G. aurantianum*

Según Reyna, (2005), citada por Aguilar (2021), p. 10. *G. aurantianum* es probablemente un volador pobre en la copa de los árboles, debido a que la mayor oviposición ocurre en la corona media, que se encuentra de 1.6 - 3.2 m del suelo y en la corona inferior que se encuentra de 0 – 1.6 m del suelo. La tendencia a encontrar la mayoría de los huevos en el nivel inferior externo de la copa del árbol, seguido del nivel medio externo, podría deberse a que la producción de nueces es más alta en esta parte del árbol y, por lo tanto, las polillas ponen sus huevos donde la abundancia de alimentos es más alta para asegurar el mejor suministro de alimentos posible para sus descendientes. los adultos alcanzan esta parte del árbol más fácilmente desde las malezas donde se cree que se alimentan. Por lo tanto, durante el período de ovoposición, no tienen que volar lejos para encontrar su huésped y poner sus huevos.

1.2.5. Principales daños de la plaga al cultivo de *M. integrifolia*

El daño es causado por las larvas que se alimentan de la nuez (ver figura cuatro B). Las hembras generalmente depositan un solo huevo por fruta y ponen de 150 a 200 huevos durante su vida. Después de la eclosión, la larva perfora la cáscara y penetra dentro de la fruta (ver figura cuatro B), donde se alimenta de la pulpa dejando los excrementos en la superficie de la fruta. Las frutas atacadas son propensas a infecciones secundarias causadas por hongos (ver figura cuatro C), lo cual provoca que caigan prematuramente. (Quintas, 2011).



Figura 4. Daños ocasionados por las larvas de *G. aurantianum* a la nuez de *M. integrifolia*.

Fuente. Aguilar (2021).

Como se presenta en la figura cuatro, la plaga perfora el fruto hasta llegar a la nuez y alimentarse de ella, dando entrada a hongos y bacterias que terminan dañando la calidad del fruto.

1.2.6. Principales cultivos atacados por el *G. aurantianum*

El *G. aurantianum* es una plaga polífaga de distintos cultivos, los cuales se describen:

Cuadro 3. Principales cultivos atacados por el *G. aurantianum*.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Chirimoya	<i>Annona cherimola mil</i>	Annonaceae
Mandarina	<i>Citrus reticulata blanco</i>	Rutaceae
Naranja	<i>Citrus sinensis (L.) Osbeck</i>	Rutaceae
Coco	<i>Cocos nucifera L.</i>	Arecaceae
Níspero	<i>Eriobotrya japonica (Thunb) Lindl.</i>	Rosaceae
Macadamia	<i>Macadamia integrifolia</i>	Proteaceae
Lichi	<i>Litchi chinensis son</i>	Sapindaceae
Carambola	<i>Averrhoa carambola L.</i>	Oxalidaceae
Melocotón	<i>Prunus persica (L.) Batsch</i>	Rutaceae
Banano y plátano	<i>Musa x paradisiaca L.</i>	Musaceae
Guayaba	<i>Psidium guajava L.</i>	Myrtaceae
Granada	<i>Punica granatum L.</i>	Lythraceae
Cacao	<i>Theobroma cacao L.</i>	Malvaceae

Fuente. González, (2012).

Como se presenta en el cuadro tres, el *G. aurantianum* ataca distintos cultivos siendo la mayoría frutales atacando el fruto de los mismos.

1.2.7. Control del barrenador de la nuez

Las larvas de la primera generación son las que pueden ocasionar mayores pérdidas económicas. Por ello, el control se dirige fundamentalmente a esta generación (de primavera). El tiempo de aplicación del insecticida debe calcularse con exactitud para controlar las larvas recién eclosionadas del barrenador de la nuez antes de que éstas penetren las nueces. Una vez dentro, las larvas están protegidas de los tratamientos con insecticida. (Knutson y Ree, p. 2).

- **Trampas con feromonas**

Las trampas con cebo de feromonas pueden ayudar a determinar en qué momento comenzar el monitoreo de huevecillos del barrenador de la nuez de primera generación. La feromona del barrenador de la nuez es la sustancia química

singular que la palomilla hembra despide para atraer a la palomilla macho. Esta feromona, ya sintetizada, se coloca dentro de la trampa para atraer al macho de la palomilla del gusano barrenador de la nuez. Se recomienda llevar un registro del número de palomillas de este insecto capturadas para detectar y monitorear la emergencia del mismo. Esta información puede utilizarse para predecir cuándo ocurrirán la oviposición y el daño de entrada de la larva en las nueces. Los cebos y trampas con feromonas se pueden adquirir a través de diversos distribuidores de productos agrícolas.

Es necesario realizar un monitoreo frecuente para detectar el primer aumento de actividad de las palomillas. Cada vez que revise la trampa cuente y tome nota del número de palomillas del barrenador de la nuez capturadas. También anote el sitio en el que se encuentra la trampa y la fecha del muestreo. Limpie la trampa de palomillas, otros insectos, hojas o ramas que hayan caído en ella.

Se debe cambiar las trampas o los recubrimientos de las trampas cuando el material adherente se cubra de escamas de palomillas, polvo, u otros desechos. Al transferir el cebo con la feromona a una trampa nueva o al colocar un nuevo recubrimiento se utilizan pinzas (fórceps) o la punta de su navaja de bolsillo para evitar contaminar el cebo. (Knutson y Ree, p. 2).

La etapa adulta de *G. aurantianum*, que es una palomilla, es atraída por frutas en proceso de descomposición, o soluciones azucaradas. Esto se debe a que las polillas cuentan con un receptor de los olores, así también su alimento principal se basa en sustancias dulces como el néctar de las flores el cual es una sustancia líquida y dulce. Por el tiempo de vida limitado de las palomillas su principal función es el apareamiento y la alimentación. Al realizar el trampeo con cebos alimenticios se desarrolla el clima apropiado para la oviposición de las hembras, atrayendo de manera continua las fases adultas de dichos lepidópteros (González, 2012, p. 27).

- **Control biológico y químico**

Existen dos grupos de insecticidas de baja toxicidad en humanos, fauna silvestre e insectos benéficos y son aquellos que contienen *Bacillus thuringiensis* (por ejemplo,

Dipel® y Javelin®) o tebufenozide (Confirm®) como ingredientes activos, de estos insecticidas que atacan únicamente a las larvas de palomillas o mariposas y, a diferencia de otros insecticidas, no actúan contra los adultos del gusano barrenador de la nuez. La luz solar degrada los insecticidas con *Bacillus thuringiensis*, (B.t.), por lo que su periodo residual de control (menos de 4 días) es más corto que el de otros insecticidas. En caso de infestaciones de moderadas a altas es probable que se requiera de aplicaciones múltiples de insecticidas B.t. para controlarlas.

Entre otros insecticidas etiquetados para el control del barrenador de la nuez en nogales se encuentran: clorpirifós (Lorsban®), azinfos metílico (por ejemplo, Guthion®), endosulfán (por ejemplo, Thiodan®), fosmet (Imidan®) y malatión.

Para lograr el control óptimo del gusano barrenador de la nuez, resultan indispensables una buena cobertura durante la aplicación, el momento adecuado de tratamiento contra las larvas en eclosión, el uso de dosis recomendadas de insecticida y la calibración adecuada del aspersor. Las etiquetas de los insecticidas pueden variar año con año, por lo que es responsabilidad del usuario seguir las instrucciones de las etiquetas más recientes en cuanto a la seguridad de los trabajadores, las restricciones en caso de pastoreo y las dosis de aplicación para la plaga que se pretenda eliminar. (Knutson y Ree, p. 3).

- **Control biológico**

Uno de los enemigos naturales más importantes del barrenador es una pequeña avispa parasitoide que pica y mata a la larva. Existen más de 25 especies diferentes de avispas que atacan a la larva del barrenador de la nuez y aunque poco se sabe de estos insectos benéficos, ayudan a reducir las poblaciones de esta plaga.

Unas pequeñísimas avispas parasitoides del género *Trichogramma* ovipositan dentro de los huevecillos del barrenador de la nuez. Los huevecillos de las avispas eclosionan y las larvas de *Trichogramma* consumen el huevecillo del barrenador de la nuez y se desarrollan totalmente dentro de él, tornándolo negro. Las avispas del género *Trichogramma* se encuentran de manera natural, pero poco se sabe acerca de su importancia en el control de las plagas. Se pueden comprar avispas

Trichogramma para liberarlas en la huerta, pero hasta ahora, los estudios indican que las especies disponibles y los métodos de liberación actuales no controlan de manera efectiva al barrenador de la nuez. (Knutson y Ree, p. 5).

1.3. Control etológico

Se basa en el estudio del comportamiento de las preferencias de cada plaga en sus diferentes estados. Este método en realidad constituye un enfoque que enriquece a los demás métodos al considerar las horas de desplazamiento de insectos, sus hábitos alimenticios, su preferencia por determinados colores y las condiciones que requieren para aparearse. Este método incorpora el uso de trampas entre las que destacan las de luz, calor, feromonas y alimenticias (Romero, 2004, p. 27).

1.3.1. Trampa tipo Delta

Se trata de una trampa diseñada para la captura de diferentes insectos voladores, especialmente polillas. Consta de un cuerpo de la trampa que evita la entrada del agua y sirve como soporte para colocar la base Delta. En su sección tiene forma de triángulo, de ahí su nombre (Delta). Pueden ser de varios colores, siendo las más utilizadas las blancas. El sistema de sujeción que va juntamente con el cuerpo de la trampa y consistente en un gancho metálico para facilitar su colocación en las ramas. Para poder usar esta trampa se debe comprar de forma separada la Base Delta o también denominada base o fondo engomada/o (superficie pegajosa). Se coloca en el interior de la trampa y es donde se quedan adheridas las capturas. (PROBODELT, p. 1).

La trampa Delta es una trampa polivalente indicada para el seguimiento de vuelo (monitoreo). Algunas de las plagas que podemos seguir con la feromona apropiada son: *Prays oleae*, *Prays citri*, *Lobesia botrana*, *Cydia pommonella*, *Anarsia liniatella*, *Grapholita molesta*, *Plodia interpunctella*. Para realizar el seguimiento de la población se coloca entre dos y cinco trampas Delta por hectárea dependiendo de la plaga a seguir. (PROBODELT, p. 5).

1.3.2. Trampa tipo ECO-IAPAR

La trampa ECO-IAPAR, llamada también capturador, es un dispositivo para atraer, capturar y matar adultos de la broca del café (*Hypothenemus hampei*; Scolytinae) mediante ahogamiento. Funciona atrayendo a la broca con los olores producidos por una mezcla de metanol y etanol, es una trampa que se construye con materiales reciclados y es tan efectiva como otros modelos existentes en el mercado pero que son más caros y sofisticados. Esta trampa constituye un medio sencillo y barato de muestreo y control de la broca; además, no contamina ni afecta a las poblaciones de organismos que habitan en los cafetales y es un componente del manejo integrado de la broca compatible con sistemas de producción amigables con la naturaleza como la caficultura orgánica. (Barrera, Villacorta, Herrera, Jarquín, y García, 2013, p. 21).

El diseño más utilizado de trampa es el ECO-IAPAR. Para su elaboración se requieren botellas plásticas desechables de bebidas gaseosas, tamaño jumbo; alcoholes etílico y metílico al 95%; pintura de aceite de color rojo; alambre galvanizado número 20; solvente para pintura; brochas; pajillas; una jeringa de 10cc; navaja y anilina color café, roja o verde para mezclar con los alcoholes. En los estudios realizados por el Centro de Investigaciones de Café -Cedicafé-, se realizaron innovaciones en la estructura de la trampa, sustituyendo el gotero tradicional por pajillas como difusor, reduciendo significativamente el costo de la trampa. Técnicamente se recomienda instalar 12 trampas por manzana. Para incrementar su eficiencia, un considerable número de caficultores han optado por utilizar 16 trampas por manzana. Se debe dar mantenimiento a las trampas cada dos semanas, cambiando el agua y recolectando la broca para cuantificar el nivel de captura. Utilizando una jeringa, se debe recargar el difusor (pajilla) con la mezcla de alcoholes. (ANACAFE, 2004, p. 12).

1.3.3. Trampa tipo BROCAP

El BROCAP es un embudo rematado por aspas rojas con un fuerte atrayente en el centro y una botella recipiente transparente en el fondo. Los escarabajos atraídos

caen dentro del embudo conectado al recipiente de captura que contiene agua y luego se ahogan. (Dufour, p. 8).

Un obstáculo para el uso de BROCAP es la percepción de algunos agricultores de que la trampa es simplemente otro gasto. De hecho, es una alternativa más económica a la fumigación con pesticidas con una inversión de \$150 USD por hectárea durante tres años, sin incluir mano de obra familiar ni contratada. (Dufour, p. 11).

La cantidad de trampas recomendada es de 12 trampas por manzana. (ANACAFE, 2004, p. 12).

2. Marco referencial

2.1. Ubicación geográfica de finca “Las Margaritas”

La evaluación se llevó a cabo en el sector “La Ceiba” en finca “Las Margaritas” ubicada en el municipio de San Francisco Zapotitlán, del departamento de Suchitepéquez. La finca se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas 14°37.162' latitud norte y 91° 30.85' longitud sureste.

A continuación, se presenta la ubicación del sector “La Ceiba”:

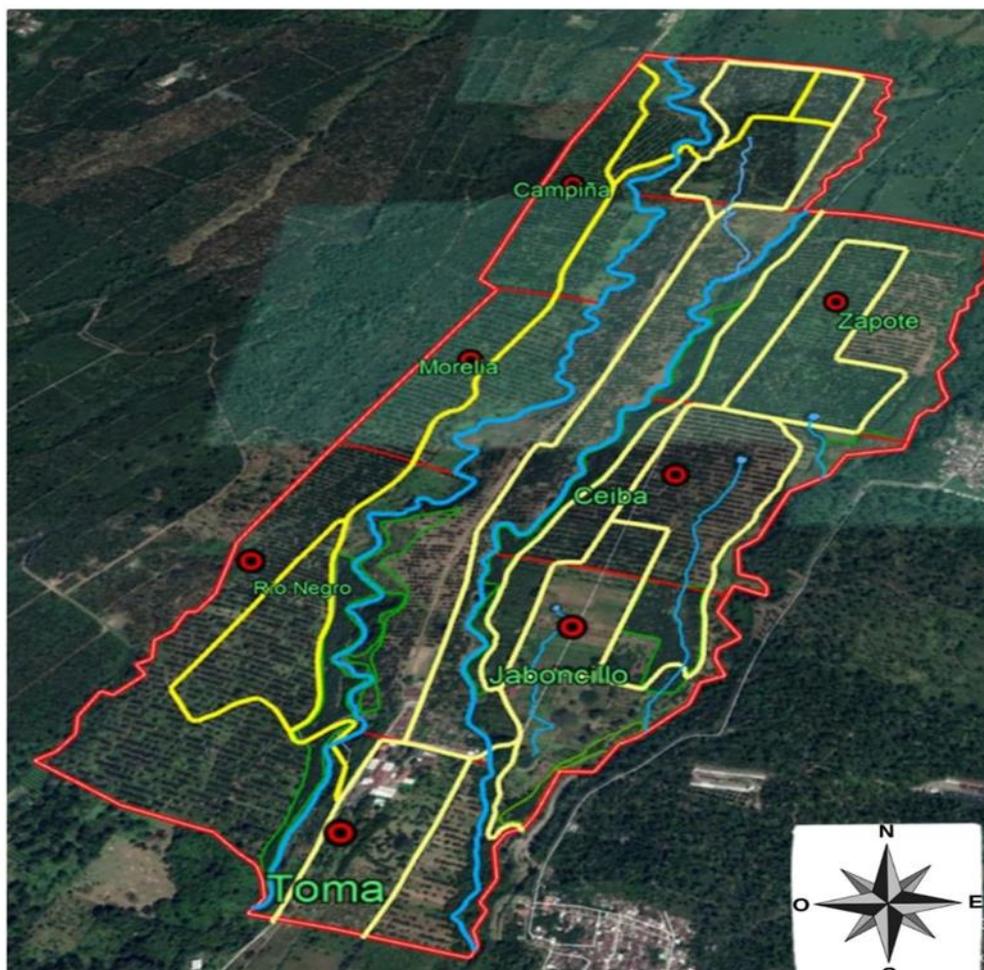


Figura 5. Ubicación del sector "La Ceiba" dentro de finca "Las Margaritas".

Fuente. Donis, P. (2019).

2.2. Área, límites y vías de acceso

Según Pedro Donis (entrevista personal, 2022). Finca “Las Margaritas” cuenta con 315 hectáreas de terreno. Colinda al norte con finca “Las Nubes”, al sur con finca “El Recuerdo”, al este con el río Chita, al oeste con finca “Elena”. La vía de acceso principal en un camino de terracería de 1.93 km de distancia de la carretera, esta se encuentra en el kilómetro 169 de la capital en el departamento de Suchitepéquez.

El sector “La Ceiba” cuenta con un área 20.21 hectáreas en donde se encuentra establecido el cultivo de *M. integrifolia* con las variedades de 333 (Ikaika), 508 (Kakea), 660 (Keaau), 344 (Kau) y clon margarita distribuidas aleatoriamente en el

sector. También, debido a que cada año se realizan resiembras en toda la finca para suplir los espacios vacíos provocados por los árboles que han muerto por una plaga o enfermedad o que son derribados por los vientos, en todo el sector se cuentan con árboles de distintas edades, así mismo, no se cuenta con una densidad de siembra establecida en toda la finca ya que los árboles de *M. integrifolia* se encuentran establecidos con diferentes distanciamientos.

2.3. Clima

Finca “Las Margaritas” se ubica en una región de clima húmedo, con poca pluviosidad, con vegetación de bosque natural, esta no tiene una estación seca definida, la temperatura promedio es de 26°C y tiene una humedad relativa promedio anual del 85%. (IARNA, 2020, p. 3).

2.4. Zona de vida

La zona de vida en la que se encuentra finca “Las Margaritas” es bosque muy húmedo subtropical cálido. (IARNA, 2020, p.1).

2.5. Suelo

Según Simmons, Tarano, & Pinto, (1959). Los suelos predominantes de la zona son suelos profundos de materiales volcánicos, así como también suelos poco profundos en las pendientes inclinadas, que es un índice de erosión. Constituyendo casi el 80% del departamento, sus suelos forman una planicie casi llana, pertenecen a la serie: Suchitepéquez (Sx) que se caracteriza porque el material original es de cenizas volcánicas, se encuentra entre 400 a 1,200 metros sobre el nivel del mar, relieve suave, buen drenaje, color café oscuro, textura media, profundidad efectiva entre 150 y 200 centímetros, pH ácido (6.00) riesgo de erosión regular a alto, pedregoso ocasionalmente, potencial de fertilidad regular o bajo (baja saturación de bases).

2.6. Hidrografía

Según Pedro Donis (entrevista personal, 2022). Finca “Las Margaritas” se abastece de agua para el uso de riego de los ríos Sis, Negro y Chitá, sin embargo, para el

casco de la finca y los caseríos se consume agua de cinco nacimientos en el interior de la finca. Registra una precipitación pluvial promedio anual de 3000 mm.

2.7. Antecedentes de investigaciones relacionadas realizadas con anterioridad

Según De León, p. 1, (2021). En la evaluación de atrayentes para control de *Gymnandrosoma aurantianum*, Lima Tortricidae “Barrenador del Fruto”, en *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, Proteaceae “Nuez de Macadamia”, finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, realizada durante los meses de julio, agosto y septiembre del año 2021, se capturaron 94.4 polillas, se obtuvo una incidencia de 10.94% que se encuentra bajo del umbral de daño económico para finca que es de 15%, así como también se obtuvo un 14.29% de frutos dañados en campo, esto corresponde al tratamiento que presentó el mayor número de capturas de adultos de *G. aurantianum* fue el tratamiento (T7) que corresponde a la aplicación del atrayente fermento de nuez macerada y la altura de colocación de trampa de 0.75 metros, los segmentos de alturas en estudio no desempeñaron el control esperado por lo que se sugiere utilizar segmentos de altura que estén en el rango de la copa inferior del árbol (0-1.6m) ya que fueron los que mostraron mayor captura de polillas. Así como también se recomienda utilizar como base para los atrayentes nueces tiernas maceradas, ya sea con la mezcla de azúcar que se utilizó o algún otro solvente (etanol o metanol).

Esta investigación se realizó con trampas tipo delta las cuales son de un costo elevado siendo aproximadamente de Q93.00 por unidad, según la empresa que la comercialice, además, al ser elaboradas con cartón tienden a deshacerse con las lluvias. Dado a este inconveniente, finca “Las Margaritas” desea implementar el uso de trampas artesanales, elaboradas con materiales reciclables para el control del *G. aurantianum* en el cultivo de *M. integrifolia*.

Según Aguilar, p. 1, (2021). En la evaluación de atrayentes y trampas en la captura de *Gymnandrosoma aurantianum* “barrenador de la nuez” en *Macadamia integrifolia* en Finca el Pacayal, San Miguel Pochuta, Chimaltenango, la investigación se realizó

durante los meses de abril, mayo, junio y julio, capturándose 35 adultos del Barrenador de Fruto *G. aurantianum*, empleando para ello 32 trampas con cuatro atrayentes, distribuidos en ocho tratamientos con cuatro repeticiones. Para mejorar los índices de captura es importante que las trampas se encuentren a nivel de suelo durante la época seca del año y cuenten con atrayentes como lo es la feromona (E)-8-acetato de dodecenilo y la melaza con piña, así también la trampa Ecoiapar empleada para *H. hampei* no es apropiada para la captura de *G. aurantianum* debido a que la trampa no está diseñada de acuerdo a la morfología y biología del insecto.

III. OBJETIVOS

1. Objetivo general

- 1.1. Evaluar tres diferentes tipos de trampas artesanales modificadas y dos tipos de atrayentes, para la captura del *G. aurantianum* en el cultivo de *M. integrifolia*.

2. Objetivos específicos

- 2.1. Determinar el tipo de trampa artesanal modificada y el tipo de atrayente que presenta mayor eficiencia en la captura del *G. aurantianum* en el cultivo de *M. integrifolia* mediante un diseño estadístico completamente al azar.
- 2.2. Calcular el costo por hectárea de las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas a través de un análisis económico.

IV. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula

Ho: los tres tipos de trampas artesanales a evaluar producirán el mismo efecto sobre la variable respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas.

Ho: los dos diferentes atrayentes a evaluar producirán el mismo efecto sobre la variable respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas.

Ho: no existirá interacción entre los dos factores a evaluar.

2. Hipótesis alternativa

Ha: por lo menos una de los tres tipos de trampas artesanales a evaluar producirá un efecto diferente sobre la variable respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas.

Ha: al menos uno de los atrayentes a evaluar producirá un efecto diferente sobre la variable respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas.

Ha: sí existirá interacción entre los dos factores a evaluar.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

1.1. Recursos físicos

- 36 árboles de *M. integrifolia* en etapa de producción.
- 36 botellas plásticas de dos litros.
- Una cuchilla.
- Un galón de melaza.
- 1.5 libras de banano maduro.
- Ocho libras de azúcar blanca.
- Cuatro libras de nuez de macadamia tierna.
- Agua.
- 36 vasos de plástico de 30 ml de capacidad para colocar la sustancia atrayente.
- 36 platos plásticos.
- Un litro de adherente SPRAY-N-STICK.
- Un litro de gasolina.
- Un atomizador de un litro de capacidad.
- Una libra de alambre de amarre.
- Una cinta métrica.
- Un marcador permanente.
- Boletas de monitoreo.
- Lápiz.
- Computadora.
- Calculadora.

1.2. Recursos humanos

- Practicante de EPS.

1.3. Recursos financieros

Todos los gastos generados fueron suplidos por finca “Las Margaritas”.

2. Metodología

Debido a que en finca “Las Margaritas” se tienen establecidas cinco variedades diferentes de *M. integrifolia* distribuidas aleatoriamente en toda la finca, no se tiene un pico de producción establecido en la plantación, por lo que la investigación se llevó a cabo del 18 de mayo al 17 de agosto del presente año, ejecutándose durante tres meses aproximadamente.

2.1. Para determinar el tipo de trampa artesanal y el tipo de atrayente que presenta mayor eficiencia en la captura del *G. aurantianum* en el cultivo de *M. integrifolia* mediante un diseño estadístico completamente al azar, se precedió de la siguiente forma:

Teniendo en cuenta las condiciones del cultivo de *M. integrifolia* establecido en finca “Las Margaritas” en donde se encuentran distintos distanciamientos de siembra, árboles de distintas edades y cinco variedades establecidas aleatoriamente, se realizó un diseño estadístico completamente al azar bifactorial en arreglo combinatorio, teniendo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} = Observación de la variable respuesta obtenida del tratamiento con el i-ésimo nivel de A, el j-ésimo nivel de B y la repetición k-ésima.
- μ = Media general.
- A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A.
- B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B.
- AB_{ij} = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A y el j-ésimo nivel del factor B en su repetición k.

- ε_{ijk} = Error experimental.

2.1.1. Factores a evaluar

Se evaluaron dos factores los cuales se describen a continuación:

- Factor A: tipo de trampa artesanal modificada:
 - Tipo Delta.
 - Tipo ECO-IAPAR.
 - Tipo BROCAP.
- Factor B: Atrayente.
 - Macerado de nuez de macadamia tierna con azúcar y agua.
 - Fermento de melaza + banano.

2.1.2. Tratamientos y repeticiones

Al combinar los tres niveles del factor A y los dos niveles del factor B se establecieron seis tratamientos los cuales se describen a continuación:

- T1 = Trampa artesanal modificada tipo Delta con atrayente de macerado de macadamia con azúcar.
- T2 = Trampa artesanal modificada tipo Delta con atrayente de melaza + banano.
- T3 = Trampa artesanal modificada tipo ECO-IAPAR con atrayente de macerado de macadamia con azúcar.
- T4 = Trampa artesanal modificada tipo ECO-IAPAR con atrayente de melaza + banano.
- T5 = Trampa artesanal modificada tipo BROCAP con atrayente de macerado de macadamia con azúcar.
- T6 = Trampa artesanal modificada tipo BROCAP con atrayente de melaza + banano.

De acuerdo al número de tratamientos evaluados y el diseño experimental, se determinó el número de repeticiones tomando en cuenta que los grados de libertad del error (GL_e) sean iguales o mayores a 12.

$$GL_e = AB (n-1)$$

$$GL_e = 3 \cdot 2 (6-1)$$

$$GL_e = 6 \cdot 5$$

$$GL_e = 30$$

De acuerdo a lo anterior, se establecieron seis repeticiones con lo cual se tuvo 30 grados de libertad del error experimental.

2.1.3. Unidad experimental y aleatorización

Debido a que se evaluaron seis tratamientos con seis repeticiones se tuvo un total de 36 unidades experimentales. La unidad experimental fue un árbol de *M. integrifolia* en etapa de producción, esto se debe a que en finca “Las Margaritas” no se tiene una densidad de siembra establecida, encontrándose diferentes distanciamientos entre los árboles en toda la finca, por lo tanto, la unidad experimental fue un solo árbol para evitar variabilidad en los resultados.

Cada árbol seleccionado como unidad experimental estaba separado por un intervalo de tres árboles y tres surcos entre sí, como se muestra a continuación:

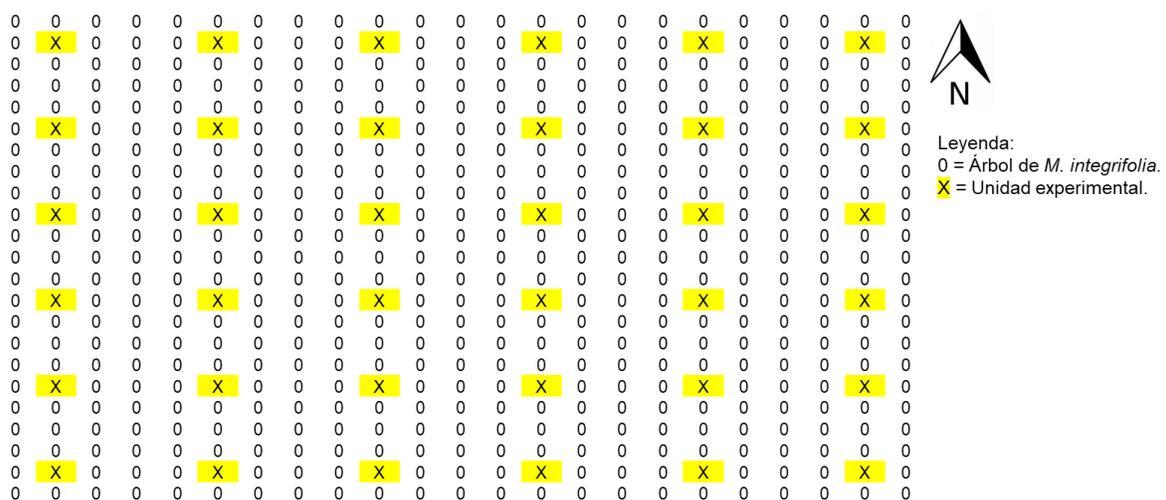


Figura 6. Croquis de la investigación.

Fuente. Autor (2022).

Cada equis amarilla representa una unidad experimental y cada círculo representa el intervalo de árboles de *M. integrifolia* que separan las unidades experimentales.

La distribución de los tratamientos se hizo de forma aleatoria estableciendo seis repeticiones por cada tratamiento como se muestra a continuación:

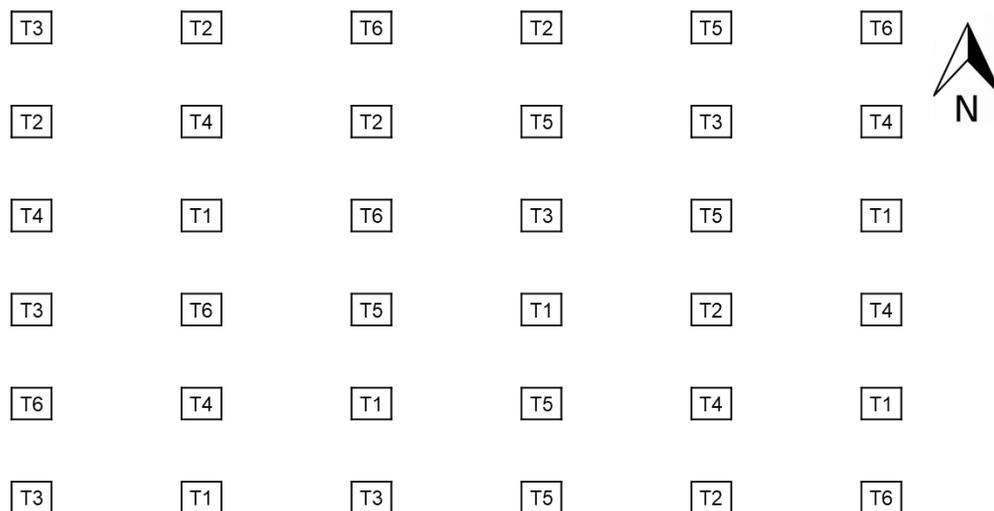


Figura 7. Distribución de los tratamientos.

Fuente. Autor (2022).

En la figura anterior se presenta el croquis respectivo.

2.1.4. Variable respuesta

- **Número de adultos del *G. aurantianum* capturados**

La variable respuesta fue el número de palomillas del *G. aurantianum* capturadas por tratamiento, para ello se contó la cantidad de adultos atrapados cada semana y se sumó el total de palomillas atrapadas durante toda la investigación por cada tratamiento.

- **Porcentaje de frutos infestados**

La otra variable respuesta fue el porcentaje de frutos dañados por el insecto en cada árbol de cada tratamiento. Para ello se tomó un racimo de frutos al azar de cada árbol como muestra, el racimo seleccionado contenía un mínimo de cuatro frutos y se contó la cantidad de frutos con posturas del *G. aurantianum* encontrados por

racimo, luego se utilizó la siguiente fórmula para determinar el porcentaje de frutos infestados por el *G. aurantianum* en el árbol.

$$\% \text{ de frutos infestados} = \frac{\text{No. total de frutos con posturas}}{\text{No. total de frutos evaluados}} * 100$$

Al finalizar se calculó un promedio de los porcentajes por cada tratamiento.

2.1.5. Análisis de las variables evaluadas

Para el análisis de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para un diseño estadístico bifactorial completamente al azar en arreglo combinatorio, tomando en cuenta seis tratamientos y seis repeticiones. Al existir diferencia significativa se llevó a cabo una prueba múltiple de medias de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Previo a realizar el análisis de varianza se hizo una transformación de los datos utilizando la fórmula $\sqrt{x} + 1$. Con el propósito de reducir el error experimental al convertir los valores en cualitativos continuos.

2.2. Para calcular el costo por hectárea de las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas a través de un análisis económico, se procedió de la siguiente manera:

Se realizó un listado donde se tomaron en cuenta todos los materiales que se utilizaron para elaborar cada una de las trampas artesanales modificadas y el precio unitario de cada material, así mismo, también se tomaron en cuenta todos los materiales utilizados para la elaboración de cada uno de los atrayentes y el precio unitario de cada material. Una vez determinado el costo total de elaboración de cada trampa artesanal modificada y de cada atrayente se compararon tomando en cuenta también la efectividad de cada trampa y atrayente sobre las variables respuesta, para determinar cuál de las tres trampas artesanales modificadas y dos atrayentes es más rentable. Por último, se calculó los costos requeridos para implementar la trampa y atrayente más eficiente en el campo por hectárea, para ello se calcularon los materiales y el costo unitario para elaborar la cantidad recomendada de trampas y atrayente por hectárea y se le sumo el costo de la mano de obra que se requiere para implementar las trampas en el campo.

2.3. Identificar las condiciones climáticas en las que se realizó la investigación

Los factores climáticos que se tomaron en cuenta fueron la temperatura, humedad relativa y la precipitación pluvial. Para la toma de datos se consultó con el personal administrativo de finca “Las Margaritas” ya que dentro de las oficinas realizan las lecturas de estos factores diariamente. La toma de datos se realizó a las 7 A.M. utilizando un pluviómetro y un higrotermómetro.

La toma de datos inició el 18 de mayo y terminó el 17 de agosto del presente año, tomando datos diariamente. Para la precipitación pluvial se sumó el acumulado de cada semana y en cuanto a temperatura y humedad relativa se calculó el promedio por semana.

2.4. Identificación de los diferentes insectos capturados por las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas

Se observó si las trampas artesanales capturan otros tipos de insectos además del adulto del *G. aurantianum*, al ser así se identificaron los insectos con ayuda de una clave entomológica y se contabilizó la cantidad atrapada por cada trampa.

2.5. Manejo de la investigación

2.5.1. Elaboración de los atrayentes

- **Macerado de nuez de macadamia tierna con azúcar**

Se recolectaron frutos de macadamia tiernos del campo, es decir frutos inmaduros que fueron abortados por el árbol y cayeron al suelo, con ayuda de un molcajete estos fueron machacados, luego se colocó la macadamia machacada en un recipiente y se agregó azúcar y agua en una relación 1:2:1, esto quiere decir que por cada gramo de macadamia se agregaron dos gramos de azúcar y un mililitro de agua (ver figura ocho), posteriormente se tapó el recipiente y se dejó reposar a temperatura ambiente durante cinco días, los frutos utilizados tenían un diámetro menor a 1.5 cm, esto para facilitar el machacado. Este procedimiento se repitió según se necesitó elaborar más atrayente.



Figura 8. Preparación de macerado de macadamia tierna.

Fuente. Autor (2022).

En la figura ocho se muestra la recolección y pesado de macadamia tierna del campo y el atrayente terminado.

- **Fermento de melaza + banano**

Se diluyeron 0.75 litros de melaza en 4.5 litros de agua, luego se retiró la cascara a 1.5 libras de banano maduro y se machacaron con un tenedor o molcajete y se agregaron a la mezcla de melaza con agua (ver figura nueve), la mezcla se dejó fermentando en un recipiente con tapadera en un área oscura durante cinco días.



Figura 9. Preparación de fermento de melaza con banano.

Fuente. Autor (2022).

Se muestra el machacado del banano maduro y la mezcla con el agua y melaza para la preparación del fermento.

2.5.2. Elaboración de las trampas artesanales modificadas

Para todos los tipos de trampas artesanales modificadas se utilizó el mismo adherente el cual fue SPRAY-N-STICK (ver figura 19 en anexos), este adherente se aplicó en forma de aerosol dentro de las trampas, según su ficha técnica, para aplicarlo primero se mezcló con gasolina en una proporción 1:1 en un atomizador de plástico y luego se roció el interior de las trampas.

Debido a que la plaga es una palomilla, cual cuenta con un aparato receptor y se ve atraída por frutas en etapa de descomposición y por sustancias azucaradas, las trampas no se pintaron de un color en específico dejándolas completamente transparentes, teniendo como atrayentes únicamente el macerado de macadamia y el fermento de melaza con banano. Para la elaboración de cada tipo de trampa se utilizó una metodología específica la cual se describe a continuación.

- **Tipo Delta**

Se utilizó una botella plástica de dos litros de capacidad, a la que se le hizo un agujero a un costado, justamente a la mitad, para introducir el alambre con la que se colgó la trampa, en el mismo alambre se colocó un plato plástico que funcionó como techo de la trampa para protegerla de la lluvia, también se realizaron agujeros a los costados de la botella que sirvieron de desagüe, luego se cortaron dos rectángulos de 12cm x 7cm a cada lado de la botella para formar un triángulo ovalado, posteriormente se le aplicó adherente dentro para la captura de los insectos y se colocó un vaso de plástico con la sustancia atrayente. Por último, se escribió con marcador permanente el número de tratamiento sobre la trampa para identificarla fácilmente. Se muestra el modelo de la trampa artesanal tipo delta con sus partes señaladas:



Figura 10. Trampa artesanal modificada tipo Delta.

Fuente. Autor (2022).

- **Tipo ECO-IAPAR**

Se utilizó una botella plástica de dos litros de capacidad, haciéndole un agujero en la parte de arriba donde se introdujo el alambre para colgar la trampa. Luego se realizó un corte circular al costado de la botella formando un círculo de ocho cm de diámetro para permitir la entrada de los insectos, posteriormente se realizaron cortes en la parte baja de la botella que sirvieron como desagüe evitando que la trampa se llene de agua en caso de lluvias, también se colocó un plato plástico en el alambre que sirvió como techo para proteger a la trampa de lluvias. Por último, se cubrió el interior de la botella con adherente el cual se encargó de atrapar a los insectos que entraron en la trampa y se colocó un vaso plástico en el fondo con la sustancia atrayente. Con un marcador permanente se escribió el número de tratamiento para identificarla. Se muestra el modelo artesanal de la trampa tipo ECO-IAPAR con sus respectivas partes:



Figura 11. Trampa artesanal modificada tipo ECO-IAPAR.

Fuente. Autor (2022).

- **Tipo BROCAP**

Se utilizó una botella plástica de dos litros de capacidad, se cortó la parte superior de la botella y se abrieron dos agujeros a los costados para introducir un alambre que sirvió para colgar la trampa, también en la parte inferior se abrieron agujeros que sirvieron de desagüe en caso de lluvias, seguidamente depositó un vaso con la sustancia atrayente dentro de la botella y se cubrió el interior de la botella con adherente. Por último, se introdujo la parte superior de la botella cortada de forma invertida dentro de la botella que funcionó como un embudo para el ingreso de los insectos y con un marcador permanente se escribió el número de tratamiento para identificarla. El modelo artesanal de la trampa tipo BROCAP se muestra con todas sus partes señaladas:



Figura 12. Trampa artesanal modificada tipo BROCAP.

Fuente. Autor (2022).

2.5.3. Colocación de las trampas

Según De León, p. 65, (2021), las trampas colocadas a 0.75 metros sobre el suelo fueron las que presentaron mayor número de capturas de adultos de *G. aurantianum* capturando 94.4 polillas, una incidencia de 10.94%, así como también se obtuvo un 14.29% de frutos dañados en campo durante la época lluviosa del año 2021.

También, debido a que la investigación se realizó durante los meses de mayo-agosto del presente año, siendo esta la época lluviosa de la región y es sabido que durante esta época las larvas pupan dentro del fruto, las trampas se colocaron a una altura de 0.75 metros sobre el suelo, tomando en cuenta que esta altura se encuentra dentro del rango de vuelo registrado del adulto. Las trampas se colgaron

de las ramas de árboles de *M. integrifolia* en etapa de producción establecidos en el sector “La Ceiba”. La colocación de las trampas se muestra:



Figura 13. Colocación de las trampas artesanales modificadas.

Fuente. Autor (2022).

Las trampas se colocaron en los árboles con ayuda de una pita plástica a una altura de 0.75 metros del suelo. La colocación de las trampas se realizó el 18 de mayo del presente año.

2.5.4. Mantenimiento de las trampas

Se realizó cada semana luego del monitoreo. El mantenimiento consistió en la limpieza de las trampas quitando todo tipo de basura que pudo caer dentro de ellas y los insectos que se capturaron durante la semana, luego se cambió el recipiente con la sustancia atrayente y se aplicó más adherente si la trampa lo requería:



Figura 14. Mantenimiento de la trampa.

Fuente. Autor (2022).

Se muestra al estudiante de EPS realizando el mantenimiento indicado.

2.5.5. Monitoreo de trampas

Se realizaron monitoreos semanales a las trampas para tomar datos del número de palomillas del *G. aurantianum* capturadas por trampa luego el dato fue anotado en una boleta. La palomilla del *G. aurantianum* se muestra en la figura 15. Se realizaron 13 monitoreos comenzando el 25 de mayo y terminando 17 de agosto del presente año.



Figura 15. Palomilla del *G. aurantianum*.

Fuente. Autor (2022).

En la figura 15 se presenta un adulto del *G. aurantianum* capturado por las trampas artesanales modificadas.

2.5.6. Determinación del porcentaje de frutos infestados por el *G. aurantianum*

Para determinar el porcentaje de frutos infestados se realizaron muestreos cada semana iniciando el 16 de mayo del presente año y terminando el 15 de agosto, siendo un total de 14 lecturas. Para la realización de los muestreos se seleccionó un racimo de frutos al azar de cada punto cardinal del árbol que contuviera mínimo cuatro frutos, luego se contó la cantidad de frutos con huevecillos en el racimo y la cantidad total de frutos en el racimo evaluado, por último, se anotó el resultado en una boleta. El fruto de *M. integrifolia* infestado por el *G. aurantianum* se muestra a continuación:



Figura 16. Fruto infestado por el *G. aurantianum*.

Fuente. Autor (2022).

Se muestra un fruto de *M. integrifolia* perforado por el *G. aurantianum* y con un huevecillo del mismo.

VI. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Determinación del tipo de trampa artesanal modificada y el tipo de atrayente que presenta mayor eficiencia en la captura del *G. aurantianum* en el cultivo de *M. integrifolia* mediante un diseño estadístico completamente al azar

1.1. Numero de adultos del *G. aurantianum* capturados

La primera variable respuesta fue el número de adultos del *G. aurantianum* capturados por unidad experimental, para ello se realizó un análisis de varianza para un diseño estadístico completamente al azar en arreglo bifactorial cuyos resultados se muestran a continuación.

1.1.1. Análisis de varianza

Durante la investigación se capturaron un total de 271 adultos del *G. aurantianum* utilizando 36 trampas artesanales modificadas (ver cuadro cuatro).

Cuadro 4. Resultados de adultos del *G. aurantianum* capturados obtenidos en campo.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	12	12	6	11	14	11	66.00	11.00
2	Delta	Melaza+banano	9	9	33	8	11	8	78.00	13.00
3	ECOIAPAR	Macadamia	8	7	21	6	2	3	47.00	7.83
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	8	8	9	8	6	39.00	6.50
5	BROCAP	Macadamia	9	1	6	0	2	0	18.00	3.00
6	BROCAP	Melaza+banano	5	6	2	7	2	1	23.00	3.83
Suma									271.00	7.53

Fuente. Autor (2022).

Los datos del cuadro cuatro fueron transformados utilizando la formula $\sqrt{x + 1}$, a valores cualitativos continuos con la finalidad de reducir el error experimental. Los resultados se muestran:

Cuadro 5. Resultados transformados de adultos del *G. aurantianum* capturados en campo.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	4.46	4.46	3.45	4.32	4.74	4.32	25.75	4.29
2	Delta	Melaza+banano	4.00	4.00	6.74	3.83	4.32	3.83	26.72	4.45
3	ECOIAPAR	Macadamia	3.83	3.65	5.58	3.45	2.41	2.73	21.65	3.61
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	1.00	3.83	3.83	4.00	3.83	3.45	19.93	3.32
5	BROCAP	Macadamia	4.00	2.00	3.45	1.00	2.41	1.00	13.86	2.31
6	BROCAP	Melaza+banano	3.24	3.45	2.41	3.65	2.41	2.00	17.16	2.86
Suma									125.08	3.47

Fuente. Autor (2022).

Con los datos transformados del cuadro se realizó el análisis de varianza (ANDEVA), para un diseño bifactorial completamente al azar con arreglo combinatorio. Con un nivel de significancia del 5%, el resumen de ANDEVA se muestra:

Cuadro 6. Resumen de ANDEVA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	Significancia
Tratamientos	5	20.40				
Factor A	2	19.17	9.58	9.53	3.32	*
Factor B	1	0.18	0.18	0.18	4.2	N.S.
Interacción AxB	2	1.05	0.52	0.52	3.3	N.S.
Error experimental	30	30.17	1.01			
Total	35	50.57				

Fuente. Autor (2022).

Como se observa, del resultado del análisis de varianza, existe diferencia significativa en los niveles del factor A (tipo de trampa), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, por lo menos una de los tres tipos de trampas artesanales evaluadas produjo un efecto diferente sobre la variable respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas. Por otro lado, se determinó que no existe diferencia significativa en los niveles del factor B (atrayerente) y tampoco existe interacción entre los niveles del factor A y los niveles del factor B, por lo que se acepta la hipótesis nula en los dos, es decir, los dos diferentes atrayerentes evaluados

produjeron el mismo efecto sobre la variable respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas y no existió interacción entre los niveles de los dos factores evaluados.

Así mismo, se calculó el coeficiente de variación con la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt[2]{CMe}}{\text{Media}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt[2]{1.01}}{3.47} \times 100 = 28.86\%$$

Se obtuvo como resultado un coeficiente de variación de 28.86%. Esto es debido a la variabilidad que existe en la plantación ya que al tener establecidas diferentes variedades, árboles de distintas edades y diferentes distanciamientos de siembra, provocan ese coeficiente de variación relativamente alto.

Debido a la diferencia significativa que existió entre los niveles del factor A se procedió a realizar una prueba de medias independientes de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

1.1.2. Prueba de medias de Tukey

Se muestran los resultados de la prueba de medias de Tukey:

Cuadro 7. Resultados de la prueba de medias de Tukey.

Factor A	Media	Significancia		
Delta	4.37	A		
ECO-IPAR	3.47	A	B	
BROCAP	2.59		B	C

Fuente. Autor (2022).

Como se muestra, la prueba de medias agrupa los niveles según su grado de significancia, por lo que se determinó que la trampa artesanal modificada tipo Delta fue la que presentó la media más alta de 4.37 y es estadísticamente igual a la trampa artesanal tipo ECO-IAPAR, sin embargo, es estadísticamente diferente a la trampa artesanal modificada tipo BROCAP.

Por lo tanto, se recomienda el uso de la trampa artesanal modificada tipo Delta y ECO-IAPAR ya que fueron las que presentaron mejor media en la captura del adulto del *G. aurantianum*, a diferencia de la trampa tipo BROCAP, esto puede deberse a la forma de la trampa debido a que la entrada del insecto era mayor en la trampa tipo delta y la trampa ECO-IAPAR que el tipo BROCAP, ya que en la trampa tipo Delta las dos ventanas suman un área de 168 cm² para que el adulto pueda ingresar en ella y en la trampa tipo ECO-IAPAR la ventana tiene un área de 50.26 cm². En cambio, en la trampa tipo BROCAP la única ventana de entrada es la boquilla de la botella que cuenta con área aproximadamente de 3.14 cm². Por lo que, al tener una entrada más grande en las trampas tipo Delta y ECO-IAPAR le fue más sencillo a la plaga ingresar a las trampas y quedar atrapada, asimismo, al ser más abiertas, permiten mayor salida de aroma del atrayente.

1.2. Porcentaje de frutos infestados

1.2.1. Análisis de varianza

Durante la investigación se hicieron 14 muestreos semanales por cada unidad experimental para calcular el porcentaje de frutos infestados, al finalizar se realizó un promedio por unidad experimental, los resultados se muestran:

Cuadro 8. Resultados de porcentaje de infestación obtenidos en campo.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	29%	39%	43%	31%	41%	35%	218%	36%
2	Delta	Melaza+banano	33%	27%	56%	35%	22%	35%	208%	35%
3	ECOIAPAR	Macadamia	42%	35%	42%	37%	36%	41%	233%	39%
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	33%	32%	47%	49%	42%	36%	239%	40%
5	BROCAP	Macadamia	42%	51%	47%	49%	42%	38%	269%	45%
6	BROCAP	Melaza+banano	41%	49%	49%	51%	30%	49%	268%	45%
Suma									1434%	40%

Fuente. Autor (2022).

Los datos del cuadro ocho fueron transformados utilizando la fórmula $\sqrt{x + 1}$, a valores cualitativos continuos con la finalidad de reducir el error experimental. Se muestran los resultados:

Cuadro 9. Resultados de porcentaje de infestación obtenidos en campo transformados.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Y _{ij}	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	1.54	1.62	1.65	1.56	1.64	1.59	9.60	1.60
2	Delta	Melaza+banano	1.57	1.52	1.75	1.59	1.47	1.59	9.49	1.58
3	ECOIAPAR	Macadamia	1.64	1.59	1.65	1.61	1.60	1.64	9.73	1.62
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	1.57	1.57	1.68	1.70	1.65	1.60	9.77	1.63
5	BROCAP	Macadamia	1.64	1.71	1.69	1.70	1.65	1.62	10.01	1.67
6	BROCAP	Melaza+banano	1.64	1.70	1.70	1.72	1.54	1.70	10.00	1.67
Suma									58.61	1.63

Fuente. Autor (2022).

Con los datos transformados, se realizó el (ANDEVA) para un diseño bifactorial completamente al azar con arreglo combinatorio. Con un nivel de significancia del 5%, el resumen de ANDEVA se muestra:

Cuadro 10. Resumen de ANDEVA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T.	Significancia
Tratamientos	5	0.03569				
Factor A	2	0.03451	0.01725	4.90	3.32	*
Factor B	1	0.00020	0.00020	0.06	4.17	N.S.
Interacción AxB	2	0.00098	0.00049	0.14	3.32	N.S.
Error experimental	30	0.10562	0.00352			
Total	35	0.14131				

Fuente. Autor (2022).

Como se observa, del resultado del análisis de varianza, se determinó que existe diferencia significativa en los niveles del factor A (tipo de trampa), por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, por lo menos una de los tres tipos de trampas artesanales a evaluadas produjo un efecto diferente sobre la variable respuesta porcentaje de frutos infestados por el *G. aurantianum*. Por otro lado, se determinó que no existe diferencia significativa en los niveles del factor B (atrayente) y tampoco

existe interacción entre los niveles del factor A y los niveles del factor B, por lo que se acepta la hipótesis nula en los dos, es decir, los dos diferentes atrayentes evaluados produjeron el mismo efecto sobre la variable respuesta porcentaje de frutos infestados por el *G. aurantianum* y no existió interacción entre los niveles de los dos factores a evaluados.

Como se observó en los dos ANDEVAS realizados, no existió diferencia significativa entre los dos atrayentes evaluados esto es debió a que, según González, C. (2012), el *G. aurantianum* es una plaga polífaga de muchos cultivos frutales y sus larvas pueden alimentarse de muchos cultivos que crecen en bosques tropicales, siendo dos de ellos la nuez de *M. integrifolia* y el fruto de *M. x paradisiaca*, los cuales son la base de los dos atrayentes evaluados.

Además, la etapa adulta de *G. aurantianum* es una palomilla, las cuales son atraídas por frutas en proceso de descomposición, o soluciones azucaradas, esto se debe a que las polillas cuentan con un receptor de los olores, así también su alimento principal se basa en sustancias dulces como el néctar de las flores el cual es una sustancia líquida y dulce, por esta razón se entiende que la plaga se vea atraído por ambos atrayentes. (González, C., 2012)

Así mismo, se calculó el coeficiente de variación con la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\text{Media}} \times 100$$

$$CV = \frac{\sqrt{0.00352}}{1.63} \times 100 = 3.64\%$$

Debido a la diferencia significativa que existió entre los niveles del factor A se procedió a realizar una prueba de medias independientes de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

1.2.2. Prueba de medias de Tukey

Los resultados de la prueba de medias de Tukey se muestran:

Cuadro 11. Resultados de la prueba de medias de Tukey.

Factor A	Media	Significancia		
Delta	1.59	A		
ECO-IPAR	1.63	A	B	
BROCAP	1.67		B	C

Fuente. Autor (2022).

Como se muestra, la prueba de medias agrupa los niveles según su grado de significancia, por lo que se determinó que la trampa artesanal modificada tipo Delta fue la que presentó la media más baja de 1.59 y es estadísticamente igual a la trampa artesanal tipo ECO-IAPAR, sin embargo, es estadísticamente diferente a la trampa artesanal modificada tipo BROCAP.

Por lo tanto, se recomienda el uso de la trampa artesanal modificada tipo Delta y ECO.IAPAR ya que fueron las que presentaron la media más baja en el porcentaje de frutos infestados por el *G. aurantianum*, a diferencia de la trampa tipo BROCAP, esto debido a que estas trampas fueron las que mejor media presentaron en el ANDEVA con variable respuesta número de palomillas capturadas del *G. aurantianum*, por lo que, al haber capturado más insectos el control de este fue mayor en las unidades experimentales respectivas, provocando una media de porcentaje de frutos infestados por el *G. aurantianum*, relativamente baja.

2. Cálculo del costo por hectárea de las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas a través de un análisis económico

2.1. Costos de elaboración de los tres lotes de trampas artesanales modificadas evaluadas

2.1.1. Tipo Delta

Los costos de elaboración que se emplearon en la fabricación de 12 trampas artesanales modificadas tipo Delta se muestran;

Cuadro 12. Costos de elaboración de 12 trampas tipo Delta.

Material	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
Alambre de amarre	1	Libras	Q9.00	Q9.00
Cuchilla	1	Unidad	Q7.00	Q7.00
Adherente	1	Litro	Q230.00	Q230.00
Gasolina	1	Litro	Q10.00	Q10.00
Vaso plástico de 30 ml	1	Paquete (50 unidades)	Q20.00	Q20.00
Pita plástica	2	Rollo	Q6.50	Q13.00
Plato plástico	2	Paquete (25 unidades)	Q12.00	Q24.00
Atomizador	1	Unidad	Q20.00	Q20.00
Total				Q333.00

Fuente. Autor (2022).

Como se observa, se gastó un total de Q333.00 para la elaboración de 12 trampas artesanales modificadas tipo Delta, utilizando materiales como alambre de amarre, cuchilla, adherente, n-octano, vaso plástico, pita plástica, plato plástico y un atomizador, siendo el adherente el material que mayor costo presentó.

2.1.2. Tipo ECO-IAPAR

Los costos de elaboración que se emplearon en la fabricación de 12 trampas artesanales modificadas tipo ECO-IAPAR se muestran:

Cuadro 13. Costos de elaboración de 12 trampas tipo ECO-IAPAR.

Material	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
Alambre de amarre	1	Libras	Q9.00	Q9.00
Cuchilla	1	Unidad	Q7.00	Q7.00
Adherente	1	Litro	Q230.00	Q230.00
Gasolina	1	Litro	Q10.00	Q10.00
Vaso plástico de 30 ml	1	Paquete (50 unidades)	Q20.00	Q20.00
Pita plástica	2	Rollo	Q6.50	Q13.00

Continuación del cuadro 13...

Plato plástico	2	Paquete (25 unidades)	Q12.00	Q24.00
Atomizador	1	Unidad	Q20.00	Q20.00
Total				Q333.00

Fuente. Autor (2022).

Como se muestra, los costos de elaboración para la fabricación de 12 trampas artesanales modificadas tipo ECO-IAPAR fueron los mismos que el de las trampas tipo Delta con un total de Q333.00 utilizando los mismos materiales.

2.1.3. Tipo BROCAP

Los costos de elaboración que se emplearon en la fabricación de 12 trampas artesanales modificadas tipo BROCAP se muestran:

Cuadro 14. Costos de elaboración de 12 trampas tipo BROCAP.

Material	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
Alambre de amarre	1	Libras	Q9.00	Q9.00
Cuchilla	1	Unidad	Q7.00	Q7.00
Adherente	1	Litro	Q230.00	Q230.00
Gasolina	1	Litro	Q10.00	Q10.00
Pita plástica	2	Rollo	Q6.50	Q13.00
Vaso plástico de 30 ml	1	Paquete (50 unidades)	Q20.00	Q20.00
Plato plástico	2	Paquete (25 unidades)	Q12.00	Q24.00
Atomizador	1	Unidad	Q20.00	Q20.00
Total				Q333.00

Fuente. Autor (2022).

Como se observa, los costos de elaboración para la fabricación de 12 trampas artesanales modificadas tipo BROCAP fueron los mismos que el de las trampas tipo Delta y ECO-IAPAR con un total de Q333.00 utilizando los mismos materiales.

2.2. Costos de elaboración de los dos lotes de los atrayentes evaluados

2.2.1. Macerado de nuez de macadamia tierna con azúcar

Los costos de elaboración de siete litros del atrayente de nuez tierna de macadamia macerada con azúcar se muestran:

Cuadro 15. Costos de elaboración de siete litros de macerado de macadamia.

Material	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
Nuez de macadamia	3.72	Libras	Q0.00	Q0.00
Azúcar	7.44	Libras	Q4.00	Q29.76
agua	1.7	litros	Q0.00	Q0.00
Total				Q29.76

Fuente. Autor (2022).

Se gastó un total de Q29.76 en la elaboración de siete litros del atrayente de nuez tierna de macadamia macerada con azúcar, siendo el azúcar el único material que requirió ser comprado ya que la nuez de macadamia se recolectó directamente el campo utilizando los frutos tiernos que los árboles abortaban.

2.2.2. Fermento de melaza + banano

Los costos de elaboración de siete litros del atrayente de melaza fermentada con banano, se muestran:

Cuadro 16. Costos de elaboración de siete litros de fermento de melaza+banano.

Material	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
Melaza	0.75	Litros	Q2.11	Q1.58
Banano	9	bananos	Q0.50	Q4.50
agua	4.5	Litros	Q0.00	Q0.00
Total				Q6.08

Fuente. Autor (2022).

Como se muestra, se gastó un total de Q6.08 en la elaboración de siete litros del atrayente de melaza fermentada con banano, siendo la melaza y el banano maduro los únicos materiales que fueron comprados.

2.3. Costos por hectárea al implementar las trampas artesanales

Se muestran los costos por hectárea que se requieren al implementar las trampas artesanales en el campo:

Cuadro 17. Costos por hectárea al implementar las trampas artesanales.

Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Total
1. Mano de obra				Q270.48
Elaboración de las trampas	Jornal	1	Q90.16	Q90.16
Elaboración del atrayente	Jornal	1	Q90.16	Q90.16
Colocación de las trampas en el campo	Jornal	1	Q90.16	Q90.16
2. Insumos				Q320.58
2.1. Trampas artesanales modificadas				Q314.50
Alambre de amarre	Libra	1	Q9.00	Q9.00
Cuchilla	Unidad	1	Q7.00	Q7.00
Adherente (Spray N Stick)	Litro	1	Q230.00	Q230.00
Gasolina	Litro	1	Q10.00	Q10.00
Vasos plásticos (30ml)	Paquete (50 unidades)	1	Q20.00	Q20.00
Pita plástica	Rollo	1	Q6.50	Q6.50
Plato plástico	Paquete (25 unidades)	1	Q12.00	Q12.00
Atomizador (1 litro)	Unidad	1	Q20.00	Q20.00
2.1. Atrayente (melaza + banano)				Q6.08
Melaza	Litro	0.75	Q2.11	Q1.58
Banano	Unidad	9	Q0.50	Q4.50
Costo total				Q591.06

Fuente. Autor (2022).

Para el control y captura masiva de palomillas de lepidópteros se recomienda utilizar una cantidad de 6 a 15 trampas comerciales tipo Delta por hectárea. (Agrobío).

Debido a que en este caso son trampas artesanales modificadas se recomienda la misma cantidad de trampas por hectárea para el control del *G. aurantianum*, por lo que en el cuadro 17 se muestran los costos requeridos para implementar trampas artesanales modificadas por hectárea, ya sea cualquier tipo de trampa ya que los tres tipos requieren los mismos costos de elaboración y utilizando el atrayente de melaza con banano ya que fue el atrayente que requirió menor costo de elaboración.

Como se presentó en el cuadro anterior se requiere un costo total de Q591.06 para implementar 15 trampas artesanales por hectárea, siendo Q270.48 para la mano de obra y Q320.58 para los insumos.

3. Registro de las condiciones climáticas en las que se realizó la presente investigación

Durante la ejecución de la investigación se registró un acumulado total de 1984 mm precipitados, así mismo se registró una humedad relativa promedio de 84% y una temperatura promedio de 22 °C. para mayor información ver el cuadro 18 en anexos.

4. Identificación de los diferentes insectos capturados por las distintas trampas artesanales modificadas evaluadas

Durante la investigación se registró la captura de 11 diferentes especies de insectos, siendo cuatro himenópteros (*Trigona fulviventris*, *Polybia occidentalis*, *Atta sp*, *Apis mellifera*); tres lepidópteros (*Hermeuptuchia hermes*, *Colobura dirce*, *Pareuptychia ocirrhoe*); 3 dípteros (*Musca domestica*, *Calliphora Vicina*, *Ornidia obesa*) y un ortóptero (*Schistocerca cancellata*). Para mayor información ver las figuras 21 a 31 y los cuadros 19 a 29 en anexos.

VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que la trampa artesanal tipo Delta presentó mayor media en la captura del *G. aurantianum* de 4.37 y la media más baja en el porcentaje de frutos infestados de 1.59 y es estadísticamente igual a la trampa artesanal tipo ECO-IAPAR, pero estadísticamente diferente a la trampa artesanal tipo BROCAP.
2. Se determinó que no existió diferencia significativa entre los niveles del factor B, por lo que se aceptó la hipótesis nula, es decir, los dos tipos de atrayentes evaluados produjeron el mismo efecto sobre las variables respuesta.
3. Por otro lado, también se determinó que no existió diferencia significativa entre la interacción del factor A y el factor B, aceptando la hipótesis nula, es decir, no existe interacción entre los niveles del factor A y los niveles del factor B.
4. Durante la ejecución de la investigación se registró la captura de 11 insectos además del *G. aurantianum* los cuales son: la *T. fulviventris*, *H. hermes*, *P. occidentalis*, *Atta sp*, *C. vicina*, *C. dirce*, *M. domestica*, *S. cancellata*, *A. mellifera*, *O. obesa* y *P. ocirrhoe*.
5. Los tres diferentes tipos de trampas artesanales requirieron la misma cantidad en cuanto a costos de elaboración siendo un total de Q330.00, esto debido a que se necesitaron los mismos materiales para fabricarlas.
6. Para la elaboración de siete litros de macerado de macadamia con azúcar y agua se requirió un costo total de Q29.79 y para elaborar siete litros de fermento de melaza con banano se requirió Q6.08.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con investigaciones durante la época seca del año para determinar si las trampas artesanales son igual de eficientes como en la época lluviosa en donde se registró la captura de 271 adultos del *G. aurantianum*.
2. Implementar el manejo etológico del *G. aurantianum* utilizando trampas artesanales modificadas tipo Delta o ECO-IAPAR ya que fueron las que presentaron mejores resultados en las variables respuesta número de palomillas de *G. aurantianum* capturadas y porcentaje de frutos infestados.
3. Utilizar el atrayente a base de melaza fermentada con banano en las trampas debido a que requiere menos costos de elaboración que el macerado de macadamia con azúcar y ambos son estadísticamente iguales respecto a las variables evaluadas.
4. Continuar con investigaciones evaluando diferentes tipos de aparatos difusores del atrayente como una botella plástica con agujeros o una jeringa y utilizar un vaso plástico de 30 ml de capacidad como testigo relativo. Esto debido a que, al utilizar el vaso plástico, el atrayente se ve expuesto a contaminarse con basura del medio ambiente o a lavarse con la lluvia y perder su olor.
5. Se debe evitar el uso de la trampa artesanal tipo BROCAP para el control del *G. aurantianum* ya que fue la que menor resultados presentó en la captura y control de la plaga a comparación de las trampas tipo Delta y ECO-IAPAR.

IX. REFERENCIAS

- Agrobío. (s.f.). *Trampa delta*. España. Recuperado de: <https://www.agrobio.es/productos/monitoreo/trampa-delta/#:~:text=La%20Trampa%20Delta%20se%20utiliza,adhesiva%20se%20adquieren%20por%20unidades.> (7/03/2022).
- Aguilar, M. (2021). *Evaluación de atrayentes y trampas en la captura de *Gymnandrosoma aurantianum* “barrenador de la nuez” en *Macadamia integrifolia* en Finca El Pacayal, San Miguel Pochuta, Chimaltenango*. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala.
- Asociación Nacional del Café, ANACAFÉ. (2004). *Cultivo de Macadamia*. Guatemala. Recuperado de: http://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Cultivo_de_nuez_macadamia (7/03/2022).
- Barrera, J.; Villacorta, A.; Herrera, J.; Jarquín, R. y García, H. (2003). *Proyecto de manejo integrado de plagas*. Folleto técnico No. 8. El Colegio de la Frontera Sur ECOSUR. México.
- Campos, H. (2012). *Identificación y estudio de la biología de *Gymnandrosoma aurantianum* Costa Lima “perforador del fruto de sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) en Tingo María*. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional Agraria De La Selva. Facultad de Agronomía. Recuperado de: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/146/AGR-591.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (7/03/2022).
- De León, G. (2021). *Evaluación de atrayentes para control de *Gymnandrosoma aurantianum*, Lima Tortricidae “Barrenador del Fruto”, en *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, Proteaceae “Nuez de Macadamia”, finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez*. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala.

Dufour, B. (s.f.). *La trampa BROCAP: una solución eficaz y ecológica para controlar la broca del café*. Francia. Recuperado de: https://www-ecomsm.com.translate.google.com/case_study/the-brocap-trap-an-effective-eco-friendly-solution-to-controlling-the-coffee-berry-borer/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc (7/03/2022).

González, C. (2012). *Manejo Fitosanitario del Cultivo de los Cítricos Citrus sp.* Instituto Agropecuario Colombiano -ICA-. Colombia.

IARNA (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad). (2015). *Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT)*. Recuperado de: <http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/fichas-zonas-de-vida/bh-pmt/> (7/03/2022).

INaturalist. (s.f.). *INaturalist*. https://www.inaturalist.org/observations?place_id=any&view=species.

Knutson, A. y Ree, B. (s. f.). *El control del barrenador de la nuez*. Extensión Agrícola de Texas. Estados Unidos.

PROBODELT. (s.f.). *Trampa delta*. España. Recuperado de: <https://probodelt.com/productos/trampas/trampa-delta/> (7/03/2022).

Quintas, G. S. (2011). *Manual técnico para productores de nuez de macadamia*. Recuperado el 16 de febrero de 2022, de <http://macadamiamexico.com/wpcontent/uploads/2016/06/Manualmacadamia.pdf>.

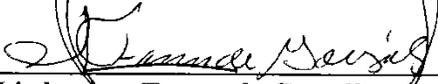
Reyes, M. y Lavin, A. (2005). *Macadamia (Macadamia tetraphylla L.)*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Chile.

Romero, F. (2004). *Manejo integrado de plagas: las bases, los conceptos, su mercantilización*. Universidad Autónoma de Chapingo, Instituto de fitosanidad. México.

Simmons, Ch. S., Tárano T., J.M. y Pinto Z., J.H. (1959). *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Trad. Pedro Tirado- Sulsona. Guatemala: “José de Pineda Ibarra”.

Vidal, C. (2008). *Control interno aplicable a la ejecución de proyectos de inversión de una empresa agrícola dedicada a la exportación de nuez de macadamia*. (Tesis Contadora Pública y Auditora). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. Recuperado de: http://bibliotec.usac.edu.gt/tesis/03/03_3220.pdf (7/03/2022).

Vo.Bo.


Licda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria -CUNSUROC-



X. ANEXOS



Figura 17. Macadamia tierna utilizada para el macerado.

Fuente. Autor (2022).



Figura 18. Vaso plástico utilizado para depositar el atrayente en las trampas.

Fuente. Autor (2022).



Figura 19. Adherente SPRAY-N-STICK.

Fuente. Autor (2022).



Figura 20. Cambio de atrayente en las trampas artesanales.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 18. Registro de los factores ambientales de finca "Las Margaritas" durante la ejecución de la investigación.

Intervalo de monitoreo	Fecha	Precipitación acumulada	Humedad relativa promedio	Temperatura promedio
Inicio - 1°	18/05 - 25/05	235 mm	83%	22 °C
1° - 2°	25/05 - 01/06	145 mm	83%	21 °C
2° - 3°	01/06 - 08/06	227 mm	83%	22 °C
3° - 4°	08/06 - 15/06	330 mm	87%	22 °C
4° - 5°	15/06 - 22/06	203 mm	88%	22 °C
5° - 6°	22/06 - 29/06	102 mm	87%	22 °C
6° - 7°	29/06 - 06/07	17 mm	86%	22 °C
7° - 8°	06/07 - 13/07	110 mm	86%	22 °C
8° - 9°	13/07 - 20/07	85 mm	85%	22 °C
9° - 10°	20/07 - 27/07	137 mm	84%	22 °C
10° - 11°	27/07 - 03/08	45 mm	82%	22 °C
11° - 12°	03/08 - 10/08	99 mm	78%	22 °C
12° - 13°	10/08 - 17/08	249 mm	77%	22 °C
Total y promedio		1984 mm	84%	22 °C

Fuente. Autor (2022).



Figura 21. Abeja sin aguijón *Trigona fulviventris*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 19. Cantidad total capturada de *T. fulviventris*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	2	6	6	0	16	10	40.00	6.67
2	Delta	Melaza+banano	11	7	4	2	1	0	25.00	4.17
3	ECOIAPAR	Macadamia	15	3	1	1	5	0	25.00	4.17
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	0	1	0	3	4.00	0.67
5	BROCAP	Macadamia	1	10	4	28	8	9	60.00	10.00
6	BROCAP	Melaza+banano	8	5	0	1	3	6	23.00	3.83
Suma									177.00	4.92

Fuente. Autor (2022).

**Figura 22.** Mariposa sátira de Hermes *Hermeuptychia hermes*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 20. Cantidad capturada de *H. hermes*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	0	1	0	0	1	0	2.00	0.33
2	Delta	Melaza+banano	1	4	6	9	3	15	38.00	6.33
3	ECOIAPAR	Macadamia	0	3	3	0	0	0	6.00	1.00
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	1	1	5	7	4	18.00	3.00
5	BROCAP	Macadamia	0	0	0	0	0	1	1.00	0.17
6	BROCAP	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Suma									65.00	1.81

Fuente. Autor (2022).



Figura 23. Avispa *Polybia occidentalis*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 21. Cantidad capturada de *P. occidentalis*

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	3	2	0	0	12	3	20.00	3.33
2	Delta	Melaza+banano	0	0	2	1	0	0	3.00	0.50
3	ECOIAPAR	Macadamia	5	6	10	2	2	0	25.00	4.17
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	1	0	0	0	1.00	0.17
5	BROCAP	Macadamia	0	2	0	1	3	1	7.00	1.17
6	BROCAP	Melaza+banano	1	2	1	0	0	2	6.00	1.00
Suma									62.00	1.72

Fuente. Autor (2022).



Figura 24. Hormiga arriera *Atta sp.*

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 22. Cantidad capturada de *Atta sp.*

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	0	0	14	16	10	0	40.00	6.67
2	Delta	Melaza+banano	1	1	0	0	0	0	2.00	0.33
3	ECOIAPAR	Macadamia	1	0	0	0	0	0	1.00	0.17
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
5	BROCAP	Macadamia	0	0	0	0	0	1	1.00	0.17
6	BROCAP	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Suma									44.00	1.22

Fuente. Autor (2022).



Figura 25. Mosca azul *Calliphora vicina*

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 23. Cantidad capturada de *C. vicina*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	2	0	0	1	0	6	9.00	1.50
2	Delta	Melaza+banano	3	1	0	0	0	1	5.00	0.83
3	ECOIAPAR	Macadamia	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	1	0	0	0	3	0	4.00	0.67
5	BROCAP	Macadamia	4	4	3	0	3	5	19.00	3.17
6	BROCAP	Melaza+banano	0	3	0	1	1	0	5.00	0.83
Suma									42.00	1.17

Fuente. Autor (2022).

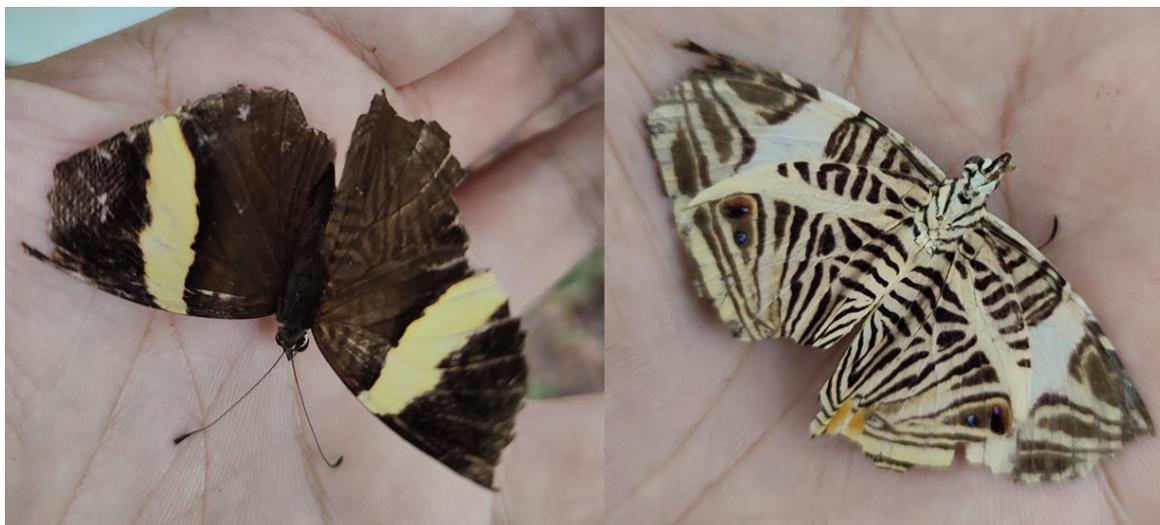


Figura 26. Cebra del yarumo o mariposa laberinto *Colobura dirce*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 24. Cantidad capturada de *C. dirce*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	1	2	0	0	0	0	3.00	0.50
2	Delta	Melaza+banano	0	2	0	1	0	0	3.00	0.50
3	ECOIAPAR	Macadamia	2	0	1	0	0	0	3.00	0.50
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	4	5	3	4	3	4	23.00	3.83
5	BROCAP	Macadamia	0	0	0	0	0	1	1.00	0.17
6	BROCAP	Melaza+banano	1	1	0	0	1	1	4.00	0.67
Suma									37.00	1.03

Fuente. Autor (2022).



Figura 27. Mosca común *Musca domestica*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 25. Cantidad capturada de *M. domestica*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Y _{ij}	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	0	0	0	1	0	5	6.00	1.00
2	Delta	Melaza+banano	1	0	0	1	0	2	4.00	0.67
3	ECOIAPAR	Macadamia	1	0	0	1	0	0	2.00	0.33
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	2	0	1	1	1	0	5.00	0.83
5	BROCAP	Macadamia	0	0	3	5	1	0	9.00	1.50
6	BROCAP	Melaza+banano	0	1	0	1	1	1	4.00	0.67
Suma									30.00	0.83

Fuente. Autor (2022).



Figura 28. Saltamontes o langosta *Schistocerca cancellata*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 26. Cantidad capturada de *S. cancellata*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Y _{ij}	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	1	0	1	1	0	0	3.00	0.50
2	Delta	Melaza+banano	0	1	1	1	0	0	3.00	0.50
3	ECOIAPAR	Macadamia	1	1	0	0	0	0	2.00	0.33
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
5	BROCAP	Macadamia	0	0	2	0	0	0	2.00	0.33
6	BROCAP	Melaza+banano	0	3	0	1	0	0	4.00	0.67
Suma									14.00	0.39

Fuente. Autor (2022).



Figura 29. Abeja melífera *Apis mellifera*

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 27. Cantidad capturada de *A. mellifera*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	0	0	1	0	0	0	1.00	0.17
2	Delta	Melaza+banano	0	0	1	1	0	0	2.00	0.33
3	ECOIAPAR	Macadamia	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
5	BROCAP	Macadamia	0	0	0	0	1	4	5.00	0.83
6	BROCAP	Melaza+banano	0	0	0	0	2	0	2.00	0.33
Suma									10.00	0.28

Fuente. Autor (2022).



Figura 30. Mosca verde *Ornidia obesa*.

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 28. Cantidad capturada de *O. obesa*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
2	Delta	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
3	ECOIAPAR	Macadamia	0	1	0	0	0	0	1.00	0.17
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
5	BROCAP	Macadamia	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
6	BROCAP	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Suma									1.00	0.03

Fuente. Autor (2022).



Figura 31. Mariposa sátira de dos bandas blancas *Pareuptychia ocirrhoe*

Fuente. Autor (2022).

Cuadro 29. Cantidad capturada de *P. ocirrhoe*.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Repetición						Yij	Media
			I	II	III	IV	V	VI		
1	Delta	Macadamia	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
2	Delta	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
3	ECOIAPAR	Macadamia	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
4	ECOIAPAR	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
5	BROCAP	Macadamia	0	0	1	0	0	0	1.00	0.17
6	BROCAP	Melaza+banano	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
Suma									1.00	0.03

Fuente. Autor (2022).

Mazatenango, Suchltepéquez febrero de 2023

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

Respetable Doctor 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 aprobado el programa de EPSAT en la carrera de Agronomía Tropical, solicito poder revisar el trabajo de graduación, para proseguir con el proceso de graduación.

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

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



T.P.A. José Adrián De León Estrada
Carné: 201745155

Mazatenango, Suchitepéquez febrero de 2023

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

Respetable Doctor Otzoy:

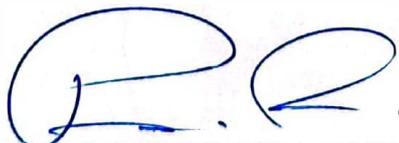
Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el trabajo de Graduación titulado **“Evaluación de trampas artesanales modificadas y atrayentes para *Gymnandrosoma aurantianum* Lima “Barrenador de la nuez” en *Macadamia integrifolia*, Protaceae, en finca “Las Margaritas”, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez”**. Presentado por el estudiante José Adrián De León Estrada quien se identifica con el número de carné 201745155 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”



M.A. Héctor Rubén Posadas Ruíz
Profesor asesor y supervisor

Mazatenango, Suchitepéquez marzo de 2023

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Director Centro Universitario del Suroccidente
Universidad San Carlos de Guatemala
A su despacho

Señor director:

De manera atenta, me dirijo a usted para informar que el estudiante José Adrián De León Estrada, quien se identifica con el número de carné: 201745155 de la carrera de Agronomía Tropical, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Evaluación de trampas artesanales modificadas y atrayentes para *Gymnandrosoma aurantianum* Lima “Barrenador de la nuez” en *Macadamia integrifolia*, Protaceae, en finca “Las Margaritas”, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez”**; el cual fue asesorado y revisado con dictamen favorable del Ingeniero Agrónomo Héctor Rubén Posadas Ruíz.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que el estudiante José Adrián De León Estrada, ha cumplido con el normativo de Trabajo de Graduación, razón por la cual someto a consideración el documento presentado por el estudiante, para que continúe con el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me suscribo.

Atentamente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical



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

CUNSUROC/USAC-I-28-2023

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veinticuatro de abril de dos mil veintitrés_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “EVALUACIÓN DE TRAMPAS ARTESANALES MODIFICADAS Y ATRAYENTES PARA *Gymnandrosoma aurantianum* Lima “Barrenador de la nuez” en *macadamia intergrifolia*, Protaceae, EN FINCA “LAS MARGARITAS”, SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ”, del estudiante: TPA. José Adrián De León Estrada, carné 201745155 CUI: 3386 40282 1001 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris