

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de densidades de *Amblyseius swirskii* “Acaro depredador”
para el control de *Sciothrips cardamomi* R. “Trips”
en *Elettaria cardamomum* L. “cardamomo”,
Finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez.**

María Fernanda Morales Estrada

Carné: 201740774

CUI: 2883591271001

Correo: marifer.morales00@gmail.com

Mazatenango, Suchitepéquez, abril 2024.

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERÍA EN AGRONOMÍA TROPICAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Evaluación de densidades de *Amblyseius swirskii* “ácaro depredador”
para el control de *Sciothrips cardamomi* R. “trips”
en *Elettaria cardamomum* L. “cardamomo”,
Finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez.**

María Fernanda Morales Estrada

Carné: 201740774

Ing. Agr. MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona

SUPERVISOR – ASESOR

Mazatenango, Suchitepéquez, abril 2024.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Cordón Lucero

Secretario General

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 de Licenciatura en Administración de Empresas

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

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

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador Carrera de Ingeniería Agronomía Tropical

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

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

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

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

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

DEDICATORIA

A:

Dios: Por haberme permitido culminar una etapa importante en mi vida, por brindarme sabiduría, inteligencia y sobre todo llenarme de favor.

Mis Padres: María del Mar Estrada Castillo y Luis Alberto Morales Rosales, por brindarme su apoyo incondicional, su amor, paciencia, comprensión y consejos.

Mi tía: Lea Eunice Estrada Castillo, por ofrecer su amor y recursos a lo largo de mi vida.

Mi abuela: Magali Castillo, por sus consejos, su amor y apoyo en cada etapa de mi vida.

Mis hermanos: Luis Pablo Morales Estrada y Marcos Andrés Morales Estrada, por su acompañamiento y ser fuente de motivación para lograr cada meta propuesta, son lo más preciado en mi vida.

Mis profesores: Todos esos docentes de nivel pre-primaria, primaria, básico, diversificado, técnico y licenciatura, los cuales mantienen un lugar muy especial, por motivarme con sus palabras, demostrar con hechos el significado de amar lo que se hace y por brindarme su apoyo, paciencia y sobre todo lograr ver en mí muchas capacidades.

AGRADECIMIENTOS

A:

La Universidad San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Suroccidente - CUNSUROC-, que me dio la oportunidad de formarme profesionalmente y a la Carrera de Agronomía y sus docentes, por brindarme las herramientas académicas necesarias para llegar a esta etapa y ejercer un buen desarrollo dentro de mi carrera profesional.

Mi asesor Ing. Agr. MSc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona, por su benevolencia en este proceso académico, sus consejos brindados en cada fase y el maravilloso manejo de tiempo, el cual agradezco infinitamente.

Señor Antonio Bonifasi Cuestas por brindarme oportunidades para mi formación como profesional y aportar financieramente con los objetivos de la investigación.

Mis amigos, Ing. Agr. Pedro Pablo Donis Kiss, Ing. Amb. Mario René Quinillo González e Israel Pastor Hernández, quienes me brindaron un ambiente agradable apoyándome en todo el transcurso de EPS, aportando confianza, afabilidad, paciencia y experiencia.

Mis amigas y familia, Andrea Fabiola Linares Méndez y Elsa Aura Mauricio De León por apoyarme tanto en lo espiritual como emotivamente en las etapas de mi vida y brindarme el amor de familia.

Mis amigos, Gabriela Guadalupe Mejía Tay, Carlos Rafael Sotto Ramos, Ana Paula Quinillo Pérez, María José Quinillo Pérez, apoyarme en todo, tenerme paciencia y motivarme a ser mejor.

A mí, por lograr cada cosa que me propongo, por nunca dejar de soñar, por ser perseverante, valiente y por la habilidad de encontrar la forma de amar cada cosa que realizo.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN	vii
SUMMARY	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
1. Marco Conceptual	2
1.1. Cultivo de <i>Elettaria cardamomum</i> L. “Cardamomo”	2
1.2. <i>Amblyseius swirskii</i> Athias-Henriot. (Acarina: Phytoseiidae)	15
1.3. Presentación del producto biológico Swirski Ulti-Mite	20
2. Marco Referencial	25
2.1. Unidad de práctica	25
2.2. Ubicación geográfica	25
2.3. Límites, extensión y vías de acceso	26
2.4. Zona de vida y clima	26
2.5. Suelos	27
2.6. Hidrografía	27
III. OBJETIVOS	28
1. Objetivo General	28
2. Objetivos Específicos	28
IV. HIPOTESIS	29
1. Hipótesis nula	29
2. Hipótesis alternativa	29
V. MATERIALES Y MÉTODOS	30
1. Materiales	30
1.1. Lugar de realización de la investigación	30
1.2. Material y equipo	30
1.3. Material experimental	30
2. Metodología	31
2.1. Determinar la densidad poblacional de <i>Sciothrips cardamomi</i> “trips” en el cultivo de cardamomo	36

2.1.4.	Evaluación del grado de daño en la cápsula por <i>Sciothrips cardamomi</i> “trips” en el cultivo de cardamomo.Descripción	37
2.2.	Determinar la eficacia y efecto del agente biológico <i>Amblyseius swirskii</i> como método de control sobre el trips.	41
2.3.	Determinar la densidad poblacional de <i>Amblyseius swirskii</i> “ácaro” apropiada para el control biológico sobre el trips.	42
2.4.	Determinar la influencia de los factores climáticos (temperatura, precipitación y humedad relativa) sobre la densidad de trips.	43
2.5.	Análisis económico de los tratamientos sobre el control de <i>Sciothrips cardamomi</i>	44
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
1.	Determinación de la densidad poblacional de <i>Sciothrips cardamomi</i> “trips” en el cultivo de cardamomo	47
2.	Evaluación del grado de daño en la cápsula por <i>Sciothrips cardamomi</i> “trips” en el cultivo de cardamomo	49
3.	Determinación de la eficacia y efecto del agente biológico <i>Amblyseius swirskii</i> como método de control sobre el trips	53
4.	Determinación de la densidad poblacional de <i>Amblyseius swirskii</i> apropiada para el control biológico sobre el <i>Sciothrips cardamomi</i> “trips”	55
5.	Evaluación de la influencia de los factores climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa, sobre la densidad de trips se determinó:	58
6.	Análisis económico de rentabilidad y relación beneficio/costo de los tratamientos sobre el control de <i>Sciothrips cardamomi</i>	60
VII.	CONCLUSIONES	64
VIII.	RECOMENDACIONES.....	66
IX.	REFERENCIAS	67
X.	ANEXOS	75

INDICE DE TABLAS

Tabla	Contenido	Página
1.	Clasificación taxonómica del cultivo de cardamomo.....	3
2.	Actividad fisiológica del cultivo de <i>E. cardamomum</i> L. "cardamomo".....	4
3.	Clasificación taxonómica del trips.....	11
4.	Densidades recomendadas de <i>A. swirskii</i> en cultivos ornamentales y hortalizas.....	22
5.	Tratamientos conforme a dosis y concentración.....	31
6.	Tratamientos según dosis utilizadas.....	31
7.	Forma y cantidad de liberación del agente biológico en parcela neta de 21 plantas de cardamomo.....	33
8.	Escala del grado de daño (%) de <i>Sciothrips cardamomomi</i> "trips" en porcentaje en el grano de cardamomo.....	40
9.	Fórmulas de eficacia de un producto biológico y sus usos.....	41
10.	Fórmulas para indicadores del análisis económico.....	45
11.	Infestación de trips por unidad experimental de acuerdo con los tratamientos evaluados.....	47
12.	Densidad poblacional inicial de <i>Sciothrips cardamomi</i> "trips" en los tratamientos evaluados.....	48
13.	Grado de daño (%) de la cápsula de cardamomo causado por trips, en la primera cosecha realizada en el mes de julio.....	49
14.	Grado de daño (%) de la cápsula de cardamomo causado por trips, en la cosecha realizada en el mes de septiembre.....	49
15.	Eficacia y efecto (%) del agente biológico sobre el control de trips en el cultivo de cardamomo por tratamiento evaluado.....	53
16.	Promedio del número de ácaros en las plantas de cardamomo muestreadas.....	55
17.	Análisis de varianza de la variable densidad poblacional de <i>A. swirskii</i> "ácaro" como control biológico sobre <i>Sciothrips cardamomi</i> "trips" en el cultivo de cardamomo.....	55
18.	Prueba de Tukey de la variable densidades de <i>A. swirskii</i> "ácaro" como control biológico sobre <i>Sciothrips cardamomi</i> "trips" en el cultivo de cardamomo.....	56

19. Análisis de varianza de la variable de infestación de trips por unidad experimental.....	56
20. Prueba de Tukey de la variable infestación de trips por unidad experimental.	57
21. Datos de las condiciones climáticas en finca Las Margaritas de los meses de mayo a septiembre del año 2023.	58
22. Resumen de los costos de los tratamientos para el control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.	60
23. Rendimiento (kg/ha) de cada tratamiento evaluado.....	61
24. Análisis económico de la evaluación de seis densidades de ácaro <i>A. swirskii</i> como control biológico sobre el trips en el cultivo de cardamomo.	62
25. Datos de grado de daño (%) en cápsula de cardamomo de la primera cosecha en el mes de julio.	75
26. Datos de grado de daño (%) en cápsula de cardamomo de la segunda cosecha en el mes de septiembre.	76
27. Costos de evaluación para el control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.	78
28. Eficacia (%) del agente biológico sobre el control de trips por tratamiento.	79
29. Efecto (%) del ácaro como control biológico sobre el trips.....	79

INDICE DE FIGURAS

Figura	Contenido	Página
1.	Grano de cardamomo dañado por <i>Sciothrips cardamomi</i> "trips".....	9
2.	Ciclo de vida de <i>Sciothrips cardamomi</i> "trips".....	10
3.	Aspecto externo de los fitoseidos..	14
4.	Caracteres morfológicos de <i>Amblyseius swirskii</i> :	16
5.	Etapas morfológicas en estado de huevo de <i>Amblyseius</i>	17
6.	Etapas morfológicas en estado de larva de <i>Amblyseius swirskii</i> . Nota: solo tres pares de patas.	18
7.	Duración y estadios del ciclo biológico de <i>Amblyseius swirskii</i> a 26 °C y 70%.	18
8.	Presentación del producto biológico <i>A. swirskii</i>	21
9.	Presentación en sobre del producto biológico <i>A. swirskii</i>	21
10.	Ácaro depredador alimentándose de la plaga de trips.	24
11.	Mapa de la unidad de práctica por sectores.	25
12.	Mapa del sector Jaboncillo en finca Las Margaritas, San Francisco, Zapotitlán.	26
13.	Mapa de delimitación de los tratamientos en sector Jaboncillo, finca Las Margaritas.	34
14.	Unidad experimental y parcela neta evaluadora.	35
15.	Croquis de la distribución por bloques y tratamientos aleatorizados.	36
16.	Daño catalogado "Zipper" causado por trips en la cápsula de cardamomo.	38
17.	Porcentaje de daño de 0 a 33% en la cápsula de cardamomo.	39
18.	Daño en cápsula de cardamomo con porcentaje de 34 a 66%.	39
19.	Grado de daño en la cápsula de cardamomo con porcentaje de 67 a 100%.	40
20.	Grado de daño (%) en cápsula del cardamomo causado por trips en cosecha del mes de julio.	50
21.	Porcentajes de grado de daño en cápsula del cardamomo causado por trips en el mes de septiembre.	51
23.	Comparación de grados de daño (%) a la cápsula de cardamomo causado por trips. Cosechas de julio y septiembre del año 2023.	52

24. Gráfica de los porcentajes de eficacia y efecto del control biológico en el cultivo de cardamomo.	54
25. Influencia del clima sobre la densidad de trips por tratamiento.....	59
26. Cosechas realizadas durante la evaluación de densidades.....	77
27. Evaluación de grado de daño causado por trips la cápsula de cardamomo	77

RESUMEN

La presente investigación se realizó en finca Las Margaritas ubicada en San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, la cual tuvo como objetivo evaluar seis densidades del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* como control biológico para el trips *Sciothrips cardamomi* en el cultivo de *Elettaria cardamomum* L. “cardamomo”.

En la finca, uno de los problemas del cultivo de cardamomo es la baja calidad en el grano debido al daño causado por el trips, reportándose una densidad de 187.8 trips/m², razón por la cual se tomó la decisión de evaluar como método de control biológico, diferentes densidades del ácaro depredador *A. swirskii*. Las variables de respuesta fueron la eficacia y el efecto del ácaro sobre el trips; las densidades poblacionales de trips que se logró disminuir con el control y si hubo influencia de las condiciones climáticas para este control; además, se realizó un análisis económico determinando cuál de los tratamientos es el más rentable y su relación beneficio/costo.

Para la investigación se utilizaron dos hectáreas del cultivo de cardamomo en producción, ubicadas en sector Jaboncillo, por medio de un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, con unidades experimentales aleatorizadas de 400 m², en el que los tratamientos evaluados fueron: el tratamiento T1 como testigo absoluto sin liberación de *A. swirskii*; el tratamiento T2 como testigo relativo donde la dosis fue de 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha), densidad recomendada por Koppert, la empresa comercializadora del producto biológico; el tratamiento T3 con dosis de 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha); el tratamiento T4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha); el tratamiento T5 con dosis de 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha) y el tratamiento T6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha).

Los resultados obtenidos para las variables de respuesta fueron que la dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha) (tratamiento 6) es la densidad apropiada para un control biológico del trips en el cultivo de cardamomo, bajo condiciones de finca Las Margaritas, debido a que esta fue la que sobresalió en todas las variables, tales como, densidad poblacional de ácaro apropiada para el control de trips; los grados de daño en

la cápsula, siendo la de mayor porcentaje de grano bueno con 80 %; en la influencia climática la cual disminuyó en infestación de trips; y en el análisis económico, donde la relación beneficio/costo fue de Q5.84 y el índice de rentabilidad de 483.58%. La segunda mejor opción fue el tratamiento con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha, tratamiento 4), que además de presentar buenos resultados en las variables evaluadas, en el análisis económico presenta el mejor índice de rentabilidad con un valor de 565.19% y una relación beneficio/costo de Q6.65. Estas dos densidades del ácaro son las mejores según el análisis estadístico realizado; además se determinó una influencia del factor climático sobre el trips, contando con porcentajes de humedad relativa del 85% y una precipitación pluvial de 399 y 520 mm entre los meses de mayo a septiembre, junto a un grado de temperatura constante de 22 C°.

SUMMARY

The present investigation was carried out on the Las Margaritas farm located in San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, which consisted of evaluating six densities of the predatory mite *Amblyseius swirskii* as a biological control for the thrips *Sciothrips cardamomi* in the cultivation of *Elettaria cardamomum* L. "cardamom".

At farm, one of the problems with cardamom cultivation is the low quality of the grain due to the damage caused by thrips, reporting a density of 187.8 thrips/m², which is why the decision was made to evaluate it as a cultivation method. biological control, different densities of the predatory mite *A. swirskii*. The response variables were the efficiency and effect of the mite on thrips; the thrips population densities that were reduced with the control and if there was influence of the climatic conditions for this control; In addition, an economic analysis was carried out determining which of the treatments is the most profitable and its benefit/cost ratio.

For the research, two hectares of cardamom crops were used in production, located in the Jaboncillo sector, through a complete randomized block design with six treatments and four repetitions, with randomized experimental units of 400 m², in which the treatments evaluated were: treatment T1 as an absolute control without release of *A. swirskii*; treatment T2 as a relative control where the dose was 31,250 individuals/ha (125 sachets/ha), density recommended by Koppert, the marketing brand of the biological product; the T3 treatment with a dose of 18,750 individuals/ha (75 sachets/ha); the T4 treatment with a dose of 25,000 individuals/ha (100 sachets/ha); treatment T5 with a dose of 37,500 individuals/ha (150 sachets/ha) and treatment T6 with a dose of 43,750 individuals/ha (175 sachets/ha).

The results obtained for the response variables were that the dose of 43,750 individuals/ha (175 sachets/ha) (treatment 6) is the appropriate density for biological control of thrips in the cardamom crop, under Las Margaritas farm conditions. because this was the one that stood out in all the variables, such as, mite population density appropriate for thrips control; the degrees of damage in the capsule, with the highest percentage of good grain being 80%; in the climatic influence which decreased in thrips

infestation; and in the economic analysis, where the benefit/cost ratio was Q5.84 and the profitability index was 483.58%. The second best option was the treatment with a dose of 25,000 individuals/ha (100 sachets/ha, treatment 4), which in addition to presenting good results in the evaluated variables, in the economic analysis it presents the best profitability index with a value of 565.19. % and a benefit/cost ratio of Q6.65. These two mite densities are the best according to the statistical analysis carried out; In addition, an influence of the climatic factor on thrips was determined, with relative humidity percentages of 85% and rainfall of 399 and 520 mm between the months of May to September, together with a constant temperature degree of 22 C°.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de cardamomo fue introducido en Guatemala en el año 1964 y en los años 2009 al 2011 se desarrolló la plaga *Sciothrips cardamomi* "trips", la cual inició con problemáticas en la baja producción del cardamomo hasta reducir el 20%, sucediendo esto en el año 2013 según el Programa Universitario para la Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, PRIDCA (2016). Para el control de esta plaga, se realizó la presente investigación en el sector Jaboncillo, de finca Las Margaritas, ubicada en San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, con el objetivo general de evaluar seis densidades del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* como control biológico sobre la plaga *Sciothrips cardamomi* "trips" en el cultivo de cardamomo. Los resultados demostraron que el ácaro es un depredador eficiente, determinando una eficiencia en un rango entre 80 al 90% y causa un efecto de mortalidad en la densidad poblacional de trips en porcentajes entre el 50 al 60%.

De acuerdo con los objetivos planteados, se concluyó que la dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha, tratamiento 6) del producto *A. swirskii*, es la densidad apropiada para un control biológico del trips en el cultivo de cardamomo, bajo condiciones de la finca, debido a que ésta fue la que sobresalió en la mayoría de las variables de respuesta evaluadas, tales como, la calidad del grano, eficacia y efecto y la densidad poblacional adecuada de ácaro depredador para el control de trips; además, el tratamiento 4 presentó en las mismas variables un buen resultado y en el análisis económico mayor rentabilidad que el resto de tratamientos y una relación beneficio/costo apropiada, considerando así, este tratamiento como otra densidad conveniente, de acuerdo con las condiciones de finca las Margaritas. Por lo tanto, estas dos densidades del ácaro son las mejores según el análisis estadístico realizado, considerando que las dos ventajas del uso de *Amblyseius swirskii* son: ayudar a reducir la infestación de la plaga de trips y la reducción o eliminación de aplicaciones de insecticidas; además de ser amigables con el medio ambiente porque no contaminan, siendo este producto biológico de beneficio para los productores de cardamomo y en fincas que cuentan con certificaciones ambientales.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Marco Conceptual

1.1. Cultivo de *Elettaria cardamomum* L. “Cardamomo”

1.1.1. Importancia

Su objetivo lo constituye el fruto completo, el cual es utilizado en industrias farmacéuticas, de perfumería, repostería, confitería, licores, en tabaco, tintes, aromatizantes de bebidas y como especia de algunas actividades culinarias.

Dentro del sector agrícola, el cardamomo juega un papel importante, colocándose en el cuarto lugar entre los productos agrícolas de exportación del país, después del café, azúcar y banano. Alrededor del año 1,983 se le empieza a dedicar importancia en la investigación agrícola, con el fin de realizar una siembra más tecnificada, que genere mayores producciones y por ende ingresos económicos al sector agrícola del país, dedicado a producirlo. (Rivera, F. 2001)

1.1.2. Origen

El cardamomo es originario de la costa sur occidental de la India y de la Isla de Ceilán donde la planta crece en forma silvestre en los bosques de clima tropical, similares a los de Guatemala, lo cual ha favorecido su adaptación en el país (Ruano, 2002).

1.1.3. Historia del cultivo en Guatemala

El cardamomo fue introducido en Guatemala entre el año de 1910 y 1912, por el alemán Oscar Kloeffer, quien trabajaba en la finca Chinasayub (Flor Bonita), ubicada en el departamento de Alta Verapaz, el cultivo se fue propagando a fincas vecinas. En el año de 1948, la semilla de esta planta fue trasladada de Cobán hacia la costa sur del país, para establecer allí la primera plantación extensa de cardamomo, en la actualidad solo se cultiva en Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, Huehuetenango, Quiché y otros departamentos aledaños, pero en menor extensión (De Paz, 2009). Guatemala desde los años setenta se convirtió en el mayor exportador de cardamomo y a partir de esta

fecha se ha constituido en un cultivo de mucha importancia para la economía guatemalteca y para los agricultores, indígenas y no indígenas, del área rural que dependen directa e indirectamente del cultivo (Sandoval, 2006).

1.1.4. Clasificación taxonómica

Tabla 1. Clasificación taxonómica del cultivo de cardamomo.

Reino:	Plantae
Subreino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Zingiberidae
Orden:	Zingiberales
Familia:	Zingiberácea
Género:	Elettaria
Especie:	<i>Elettaria cardamomun</i> L.

Fuente: Ruano, R. (2002).

1.1.5. Descripción botánica

Planta: Planta herbácea perenne, provista de un rizoma tuberculoso horizontal, el cual crece debajo del suelo de donde se desarrolla el sistema radicular. (Cruz 1983).

Tallos: Son cañas suaves, erectas, envueltas por vainas en las hojas de 2.5 a 3.5 m de altura, y alcanzan hasta 5.5 m. Son de color verde claro en la base, con un diámetro de 3 a 5 cm. Los rizomas pueden dar origen a un grupo de 8 a 12 tallos, con un ciclo de vida de dos años. (Cruz 1983).

Hojas: Las hojas están colocadas alternamente, son lineales y lanceoladas, miden de 70 a 80 cm de largo y de 15 a 18 cm de ancho, de color verde oscuro. Con pubescencias o bien grabas, según la variedad. (Cruz 1983).

Rizoma: Produce tallos florales de 0.90 a 1.5 m de longitud y diámetro en la base de 1 cm con tendencia a recostarse horizontalmente; produce flores de 3.4 a 4 cm de largo y de 1.5 cm de ancho, las cuales son hermafroditas, irregulares, con brácteas, de color blanco verdoso, con pétalo central color violeta pálido. (Cruz 1983).

Flores: Las brácteas miden de 2.5 a 3.8 mm de diámetro, dichas flores están dispuestas en panículas, cada una con 3-4 flores, zigomorfas, trímeras, parecidas a la liliópsidas protegidas por brácteas foliosas, con un cáliz verde gamosépalo, la corona gamopétalada, el androceo con 5 estambres de los cuales uno es fértil, y está colocado al centro de la flor. El gineceo está formado por un solo pistilo filiforme, y el estigma es capitado y sobresale de la antera (De Paz 2009).

En la tabla siguiente se puede observar que la floración efectiva y fructificación se hace visible en el mes de julio y termina en octubre, donde ya el fruto entra en su fase de maduración para llegar al corte o cosecha que se da de noviembre y se prolonga hasta marzo.

Tabla 2. Actividad fisiológica del cultivo de *E. cardamomum* L. "cardamomo".

ACTIVIDAD FISIOLÓGICA	MESES											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aborción de flores	x	x	x									
Floración efectiva				x	x	x						
Floración efectiva y fructificación							x	x	x	x		
Fructificación	x	x	x							x	x	x

Fuente: Rivera, F. (2001).

1.1.6. Manejo agronómico

1.1.6.1. Control de malezas

En plantas jóvenes se debe mantener limpio, por lo menos, alrededor de la cepa. Si el bosque es bajo, es fácil hacerlo con machete o a mano alrededor de la cepa y en las entrecalles se puede aplicar herbicidas quemantes. Cuando la planta crece, cierra el paso de luz al suelo por lo que crecen pocas malezas y con uno a dos limpiezas al año es

suficiente. Al realizar estas labores se debe tener cuidado de no dañar las raíces, las que son muy superficiales y si se hieren pueden ser puerta de entrada de hongos y bacterias del suelo. (De Paz, J. 2009)

1.1.6.2. Control de poda y limpia de cepa

Por su forma de crecimiento en cepas y por esta bajo sombra, hay muerte de tallos y hojas viejas que si se dejan en la cepa son un problema de sanidad y dificultan la cosecha. Deben hacerse limpias periódicas de la hojarasca y podar los tallos viejos y quebrados a una altura entre 90 y 120 cm, para evitar las pudriciones y perder la rama fructífera, así como los brotes vegetativos que se producen en su base, además, está aún puede dar nutrientes a la base del tallo para la fructificación. (De Paz, J. 2009).

1.1.6.3. Fertilización

Esta planta prospera muy bien en suelos orgánicos por lo que se recomienda la adición de materia orgánica. Para plantas jóvenes, es recomendable fertilizar básicamente con nitrógeno, dos veces al año. Las plantas en producción se deben fertilizar con fórmulas completas de nitrógeno, fósforo y potasio, en cantidades determinadas con base en el análisis de suelo, ya que es muy poca la investigación realizada sobre fertilización.

Al efectuar esta labor, se debe tener mucho cuidado de no quemar las ramas florales con el abono. (De Paz, J. 2009).

1.1.6.4. Requerimiento del cultivo

- **Clima:** La planta se desarrolla bien en temperaturas anuales entre 22°C y 30°C, una precipitación anual de 2500 a 3500 mm, humedad relativa del 80%. Este cultivo se localiza en el bosque muy húmedo subtropical, cálido, templado y frío y en el bosque pluvial montano (Ruano, 2002).
- **Suelo:** Los terrenos con ligeramente inclinación favorecen al drenaje, estos deben de ser ricos en humus, para la incorporación de materia orgánica se pueden realizar podas de los árboles de sombra o la incorporación manual. El pH debe de ser entre

6.5 a 6.8 ligeramente ácido esto ayuda a que la planta asimile más rápidamente los nutrientes presentes en el suelo. Se puede adecuar a un pH de hasta 7.2. (Ruano, 2002).

- **Altura:** En el país las plantas de cardamomo se desarrollan de 100 a 1500 msnm (Ruano, 2002).
- **Sombra:** Es necesario crear un microclima adecuado para cada etapa de desarrollo. La sombra al inicio debe de ser de un 50 a 60% y en la temporada de producción reducirla hasta un 40%. Para crear la plantación se debe de reducir el bosque para que este tenga la luz y sombra adecuada (Ruano, 2002).
- **Requerimientos nutricionales:** Cuando la plantación se encuentra establecida son necesarios los fertilizantes con NPK. Nitrógeno: 230 libras/manzana, Fosforo (P_2O_5) 70 libras/manzana y Potasio (K_2O) 100 libras/manzana (MAGA & VISAR, 2015).

1.1.6.5. Principales zonas de producción en Guatemala

De Paz (2009), realizó una estimación en la república de Guatemala sobre las fincas productoras de cardamomo, obteniéndose un total de 46,048 fincas y 28,724.5 hectáreas sembradas de cardamomo. Distribuidos en cinco departamentos: Alta Verapaz que registra 39,808 fincas y una superficie de 22,148 ha; Quiché, con 2,042 fincas y una superficie de 3,976.7 ha; Izabal, con 3,750 fincas y una superficie de 2,305.8 ha; Baja Verapaz, con 350 fincas y con una superficie de 245 ha; Petén, con 134 fincas, equivalente a 104.7 Hectáreas, mientras que Suchitepéquez cuenta con 18 fincas en un total de 279.3 hectáreas.

Las zonas de vida en Alta Verapaz donde se produce cardamomo (Aldana 2012), son las siguientes: Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido (Chisec, Lanquín, Cahabón, Chahal y Fray Bartolomé de Las Casas), Bosque Muy Húmedo Subtropical Frío (Cobán y San Pedro Carcha), Bosque Pluvial Subtropical (Senahú y Cobán) y Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical (Senahú y Tukurú), pero es importante mencionar a los municipios de Panzós y La Tinta que poseen latitudes que permiten la siembra y producción del cardamomo, principalmente en el sector de la Sierra de las Minas.

1.1.6.6. Enfermedades del cultivo de cardamomo

- ***Erwinia carotovora* y *Fusarium oxysporium* “Pudrición basal”**

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (1991), estos agentes bióticos producen un marchitamiento de la cepa, clorosis en las hojas, así como una disminución en la producción de las mismas, además de una caída prematura de los frutos. Esta enfermedad se asocia con los daños causados por el picudo del cardamomo en la base de los pseudo-tallos, ya que los tejidos afectados son más susceptibles a la infección de estos patógenos.

Como control cultural puede empezarse con escoger un terreno de buen drenaje y con pendiente adecuada (5-40%), para evitar el exceso de humedad dentro de la plantación. De existir estos problemas debe mejorarse el drenaje del terreno, regular la sombra, tener adecuado control de malezas y limpieza de la cepa, esto para reducir la humedad alrededor de la cepa.

De existir daños severos, las plantas afectadas deben ser eliminadas y desinfectar el área con formalina al 5%; al resto de la plantación puede aplicarse una mezcla de un fungicida cúprico con un antibiótico Agri-Mycin 100 (Estreptomicina + Oxitetraciclina), en la base de la planta.

- **Mancha foliar**

Según Lütmann (1985), es una enfermedad común en plantaciones expuestas directamente al sol, propagada por esporas de *Cercospora spp.*, éstas nacen sobre el haz de las hojas y son llevadas por el viento.

Se reconoce al principio por puntos de color rojizo posteriormente las manchas son de forma circular de color café en el centro con un halo amarillento, luego estas manchas se unen hasta invadir completamente la hoja.

Para el control cultural es fundamental desde el inicio proporcionar a la plantación una sombra uniforme y bien regulada. Si la plantación ya está establecida, se debe de

sembrar sombra temporal con especies de crecimiento rápido y vida corta de dos años, para proveerle sombra en el tiempo que tardará la sombra permanente en crecer lo suficiente para cubrir al cultivo.

1.1.6.7. Principal plaga en el cardamomo

La principal plaga que ataca al cultivo de cardamomo es el *Sciothrips cardamomi* es un insecto de aproximadamente 1.5 mm de longitud, cuando las condiciones ambientales son secas este produce un raspado en las hojas, es recomendable la aplicación de insecticidas un mes antes de la cosecha durante la época seca ya que en la época de lluvia la población disminuye y el producto se pierde (Sinaj, 2007).

El trips pica los granos de cardamomo cuando estos se encuentran tiernos, afectando así la apariencia de este, esto representa un pequeño daño mecánico ya que el cardamomo se vende por su color y peso y eso afecta la calidad considerablemente, si logramos combatirla podemos llegar a nuestra meta. (Ruano, 2002).

1.1.6.7.1. Descripción de *Sciothrips cardamomi* “trips”

Según CARDEGUA (2012), los trips son insectos pequeños que miden entre 0.001 – 0.002 m de largo, presentan coloración no muy específica que va del marrón oscuro al amarillo claro. Poseen una etapa juvenil áptera; estos insectos se mantienen en tallos, hojas, espigas, flores y frutos tiernos, donde puede presenciarse el daño.

Son considerados plagas debido a que el daño que ocasionan a los cultivos provoca pérdidas del rendimiento, de la calidad de la cosecha y algunos son vectores de enfermedades de las plantas. Son insectos polífagos, esto quiere decir que se pueden alimentar de un amplio número de especies de plantas, se ha llegado a contabilizar más de 300 especies de cultivos hospederos de trips. Pueden causar daños principalmente en las hortalizas, pero también son plagas de otros cultivos como los frutales, ornamentales principalmente con flor, etc. (Rodas, A. 2021)

- **Sintomatología**

El daño es causado porque el trips se alimenta en las cápsulas que inician el desarrollo de planta, ya que este para hacerlo, lacera el tejido con sus partes bucales, succionando el exudado. Usualmente las plantas responden con la formación de tejido calloso sobre los puntos lacerados, el crecimiento roñoso, o la costra que aparece en las cápsulas y tallo floral, es el callo formado sobre la porción dañada. La costra es de apariencia irregular y coloración pardo grisácea. La lesión crece con la cápsula y se mantiene aún después del proceso de beneficiado, con consecuencias tales como una mala apariencia que lo ubica en calidades inferiores y bajo peso, lo cual afecta el rendimiento y pérdida de aroma (ver figura). (González L. & Rodríguez C. 1990)



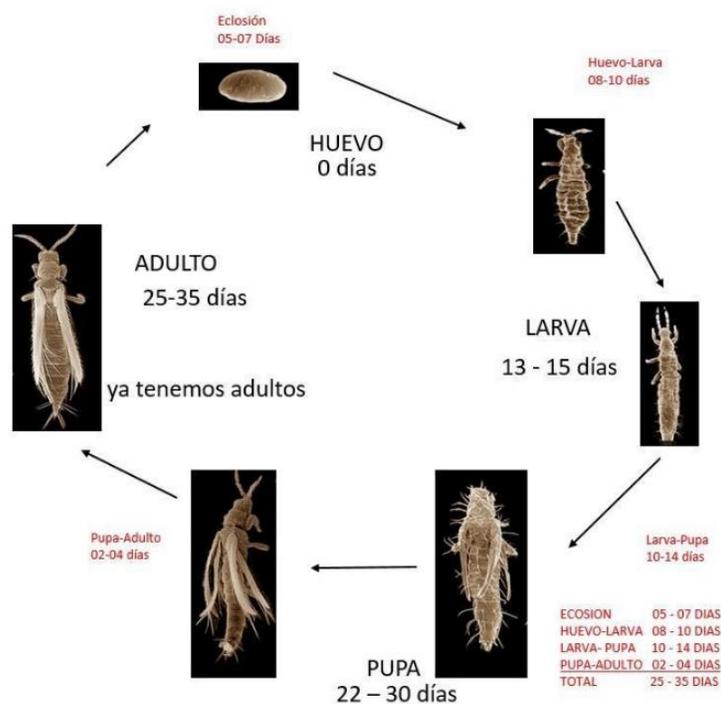
Figura 1. Grano de cardamomo dañado por *Sciothrips cardamomi* "trips".

- **Ciclo biológico de la plaga**

Los adultos son insectos alados diminutos y elongados, su longitud es de 1.25 a 1.50 mm; su color es café grisáceo. Sus movimientos son lentos y con poca capacidad de vuelo. Las larvas son más pequeñas y de color amarillo pálido (Ramakrishna, 1935). Estos trips ponen diminutos huevos en forma de riñón en las partes tiernas de la vaina de la hoja, en el tallo floral y en las flores. La reproducción es principalmente sexual, aunque las hembras vírgenes son capaces de poner huevos viables durante el verano. El período de oviposición tarda de 4 a 25 días. El número de huevos dejados durante este período varía de 5 a 30. El ciclo de vida se completa entre 25 y 30 días. Los meses

de verano favorecen la rápida multiplicación del insecto. (Ver figura) (Kumaresan, 1983).

- Huevos: Los huevos con forma de riñones blancos se insertan en vainas de las hojas o brácteas florales por el fuerte ovopositor del adulto. Los huevos eclosionan alrededor de una semana. (Barillas, L. 2017).
- Larvas: Las larvas transparentes son aproximadamente 1/25 de pulgada de largo. La etapa larval consta de tres etapas larvales separadas por mudas en el curso de 15 a 21 días (Barillas, L. 2017)
- Pupa: Las pupas se asemejan a las larvas excepto por la presencia de almohadillas de ala (alas incompletamente desarrolladas). Hay 2 pupas: la prepupa y pupa, ninguno de los cuales se alimentan las etapas. Las pupas se convierten en adultos en 10 a 15 días (Barillas, L. 2017)
- Adultos: La cabeza y el abdomen de estos trips son de color marrón gris oscuro y el tórax y las patas son de color marrón amarillento pálido. Las hembras miden aproximadamente 1/4 de pulgada de largo. Los machos son ligeramente más pequeños (Barillas, L. 2017).



**Figura 2. Ciclo de vida de *Sciothrips cardamomi* "trips".
Fuente: CARDEGUA (2012).**

- **Clasificación taxonómica del trips**

Tabla 3. Clasificación taxonómica del trips.

Filo:	Artrópoda
Clase:	Insecta
Orden:	Thisanoptera
Familia:	Thripidar
Subfamilia:	Delphacinae
Género:	Sciothrips
Especie:	<i>Sciothrips cardamomi</i>

Fuente: Ibol, I. (2014).

1.1.6.8. Manejo integrado de plagas (MIP)

Consiste en la selección, integración e implementación de control de plagas basadas en consecuencias económicas, ecológicas y sociológicas predecibles. Los principios básicos del MIP son los económicos, los ecológicos y los sociales. Estos principios se basan e incluyen fundamentos que forman la estructura del MIP los cuales se resumen a continuación:

- La integración de las disciplinas entomología, estadística y fitopatología.
- La integración de estrategias (objetivos) y tácticas (métodos de control).
- La existencia y conservación del control natural.
- El conocimiento del sistema de producción.
- El entendimiento del contexto socioeconómico y político. (García Escobar, 2007)

- **Control biológico**

Es el uso o manejo de enemigos naturales nativos, introducidos o genéticamente modificados (depredadores, parásitos, parasitoides y patógenos de plagas) y otros organismos benéficos seleccionados (antagonistas, competidores y alelopáticos), y sus

productos, para reducir las poblaciones y los efectos de las plagas. (García Escobar, 2007).

El hombre puede utilizar y manipular factores inherentes al control biológico y, por tanto, favorecer cambios en los diferentes grados de control biológico de una plaga. Por otro lado, el control biológico de un insecto que se alimenta sobre un cultivo de valor puede llevarse a cabo en forma natural, por parásitos, depredadores o patógenos nativos. (García Escobar, 2007).

El hombre puede no llegar a saber que tal control está ocurriendo a menos quizás, de que algunas prácticas para el control de plagas o prácticas culturales afecten adversamente a los enemigos naturales, hasta el punto de que den origen a brotes explosivos del insecto plaga. El mantenimiento del grado existente de control biológico de las plagas potenciales puede ser de suma importancia para el hombre. Esto lleva a una consideración del alcance de las actividades que el hombre ha desarrollado debido a su interés en el control biológico. (García Escobar, 2007).

Es conveniente recordar que el control biológico es parte de programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) y como tal debe ser integrado con otros métodos de control de plagas que sean compatibles y altamente selectivos a los organismos benéficos. Las prácticas culturales, mecánicas y físicas, la utilización de feromonas, atrayentes y repelentes vegetales, las soluciones jabonosas y aceites vegetales son, entre otras, alternativas para integrar al control biológico natural, o inducido por el hombre, a través de programas de liberación de parasitoides y predadores, o mediante la aplicación de entomopatógenos. (Martínez, 2008).

El beneficio ecológico que se deriva del uso biológico será más claro y eficaz si todos los agricultores adoptan las prácticas recomendadas, si hay continuidad en su adopción, si hay asesoría y capacitación permanentes. (Martínez, 2008).

- **Ácaros depredadores**

Los ácaros depredadores y en general, todos los insectos capaces de controlar los incrementos poblacionales de las especies dañinas a los cultivos agrícolas constituyen un aspecto importante a tener en cuenta en los Programas de Manejo Integrado de Plagas. Es por ello, que se hace necesario determinar los elementos básicos a tener en cuenta en estos programas. (Beltrán & et al., 1997). Dentro de los ácaros depredadores más importantes se encuentran los pertenecientes a las familias: Phytoseiidae, Arcidae, Tydeidae, Bdellidae, Stigmaeidae y Cheyletidae. (Becerra, 2012).

La familia de los Fitoseidos es una de las que mayor interés tiene dentro de los ácaros depredadores, por tener especies que ejercen un importante control de especies de ácaros plaga y algunos otros insectos. (Zamora & et al., 2004).

Las especies más interesantes son depredadores de otros ácaros, especialmente tetraníquidos, aunque también pueden hacerlo de eriófidos, tideidos, acarídidos, tarsonémidos, etc. Muchas especies son polífagas, y pueden alimentarse también de otros insectos: cóccidos, psocópteros, larvas de thysanópteros, aleyrodidos y otros pequeños insectos, huevos de diversos insectos, etc. Esto les convierte en un grupo de ácaros de especial interés en Control Biológico e Integrado, especialmente cuando tienen capacidad para controlar las poblaciones de artrópodos plaga. (Zamora & et al., 2004)

Los intentos de controlar trips por medios químicos han tenido dificultades, debido a su comportamiento y ciclo biológico, que le hacen poco accesibles a la acción de las distintas materias activas. Esto ha generado la necesidad de utilizar enemigos naturales, fundamentalmente ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae. (Becerra, 2012).

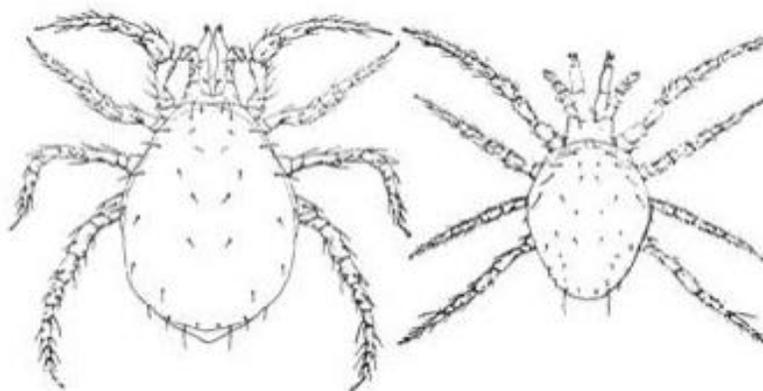
Otra característica interesante de la mayoría de especies de fitoseidos es que son omnívoros, pudiendo ingerir otros alimentos, como polen, melazas de homópteros, hongos, ciertas secreciones de las plantas, etc., como alternativa o complemento a su

dieta normal, pudiendo sobrevivir y permanecer en las plantas aunque no dispongan de sus presas habituales. (Zamora & et al., 2004)

Los fitoseidos son ácaros de vida libre, de movimientos rápidos, que se desplazan ágilmente por hojas de plantas, corteza, humus, suelo, etc., donde están sus presas. Se encuentran en las plantas cultivadas como espontáneas, lo que implica en ciertas ocasiones y cultivos un manejo adecuado de éstas plantas para mantener una población en la parcela. (Becerra, 2012).

Los estados de desarrollo por los que pasan son: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa, y adulto. Los huevos son ovalados y son incoloros, con un brillo característico. Tienen dimorfismo sexual, siendo las hembras más grandes y globosas que los machos. La mayoría de las especies son bisexuales, aunque es frecuente la partenogénesis arrenotóquica y la pseudoarrenotóquica. También hay algunas especies donde no hay machos, y entonces la reproducción es por partenogénesis telitoca obligada. (Zamora & et al., 2004).

Puede ocurrir diapausa reproductiva facultativa durante el invierno, en aquellas especies que viven en zonas templadas, momento en que las hembras dejan de poner huevos aunque sigan activas. (Ver figura). (Zamora & et al., 2004)



**Figura 3. Aspecto externo de los fitoseidos, a la izquierda una hembra y a la derecha un macho.
Fuente: García, M. (2016)**

1.2. *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot. (Acarina: Phytoseiidae)

1.2.1. Origen y distribución

Amblyseius swirskii es una especie presente en las regiones del este Mediterráneo, tales como Israel, Italia, Chipre y Egipto. Es un ácaro depredador que puede encontrarse en numerosos cultivos, entre ellos están los cultivos hortícolas. En Israel, *A. swirskii* aparece con mayor frecuencia cultivos de cítricos. En cualquiera de ellos, se muestra como un eficaz depredador de las larvas jóvenes de varias especies de trips, y los huevos y larvas de mosca blanca (tanto *Trialeurodes vaporariorum* como *Bemisia tabaci*). En numerosas publicaciones, este ácaro está referenciado con el nombre de *Typhlodromips swirskii*. Se trata de la misma especie, si bien su nombre foráneo es diferente. (ControlBio, 2010)

1.2.2. Descripción taxonómica

Amblyseius swirskii pertenece a la familia Phytoseiidae, que se encuentra dentro del orden de los Parasitiformes, subclase Acari. A la familia de los fitoseidos pertenecen también gran número de especies que, al igual que *A. swirskii*, son depredadoras de multitud de plagas que afectan a gran número de especies cultivadas, siendo el grupo de ácaros que desde un punto de vista agronómico presenta mayor interés. Las diferentes especies pertenecientes al género *Amblyseius* presentan gran variedad de formas, tamaños y morfología de placas y quetas. Sin embargo, se caracterizan por presentar 4 pares de quetas en los márgenes laterales del podoescudo. (Ver figura).



**Figura 4. Caracteres morfológicos de *Amblyseius swirskii*:
Distribución de quetas en las placas dorsal y ventroanal (1 y 4), morfología
de la espermateca de la hembra y placa ventroanal (3 y 4) y
morfología de los quelíceros (2 y 2).**

Fuente: Athias-Henriot (1962); Grinberg et al. (1972).

Las placas dorsales varían desde delgadas y alargadas hasta redondeadas y largas y desde lisas hasta muy esclerotizadas y reticuladas. Las quetas dorsales igualmente pueden ser cortas, delgadas y lisas o largas, gruesas y muy aserradas. El número de pares de quetas en el podoescudo varía entre 8 y 10 y en el opistoescudo desde 5 a 10. Las quetas sublaterales R3 y R1 pueden estar o no sobre la placa dorsal y la R1 está siempre presente.

Las placas esternales, genital y ventroanal varían en tamaño y forma. La placa ventroanal puede ser completa o estar subdividida o incluso estar reducida a una simple placa anal. El número y patrón de distribución de las quetas preanales sobre la placa ventroanal, así como el número de quetas alrededor de la placa ventroanal son variables. Existen 1 ó 2 pares de placas metapodales que varían en forma y tamaño. La

longitud del peritremo, la forma del cáliz de la espermateca y la dentición de los quelíceros son igualmente variables. La figura anterior muestra la morfología de algunos de estos órganos en *A. swirskii*.

1.2.3. Morfología

Los huevos son de forma oval e incoloros, con un brillo característico y de aproximadamente 0.15 mm (1/150 de pulgada) de largo. Las larvas son hexápodos, mientras que los estados ninfales son ya octópodos. El desarrollo desde huevo hasta adulto puede llevar tan sólo cinco o seis días cuando la temperatura es de 26°C. Si existe suficiente comida, *A. swirskii* realiza una puesta de dos huevos por hembra y día.

Los adultos tienen el cuerpo alargado, casi piriforme, aunque con dos depresiones laterales en la parte central. Son casi transparentes cuando se alimentan de larvas de trips, adquiriendo coloración ligeramente amarilla o rosada cuando se nutren de polen o de ácaros tetraníquidos. Disponen de largas patas características que le permiten moverse con rapidez. El primer par de patas son sensoriales. El tamaño es de 0.3-0.5 mm., siendo los machos más pequeños que las hembras. Los estados inmaduros son también casi transparentes, aunque algo más piriformes. (Ver figuras).



Figura 5. Etapa morfológica en estado de huevo de *Amblyseius swirskii* puesto sobre tricoma de hojas; El huevo emergido (vacío) es visible en la esquina inferior izquierda.

Fuente: Dogramaci, M. et.al. (2022)

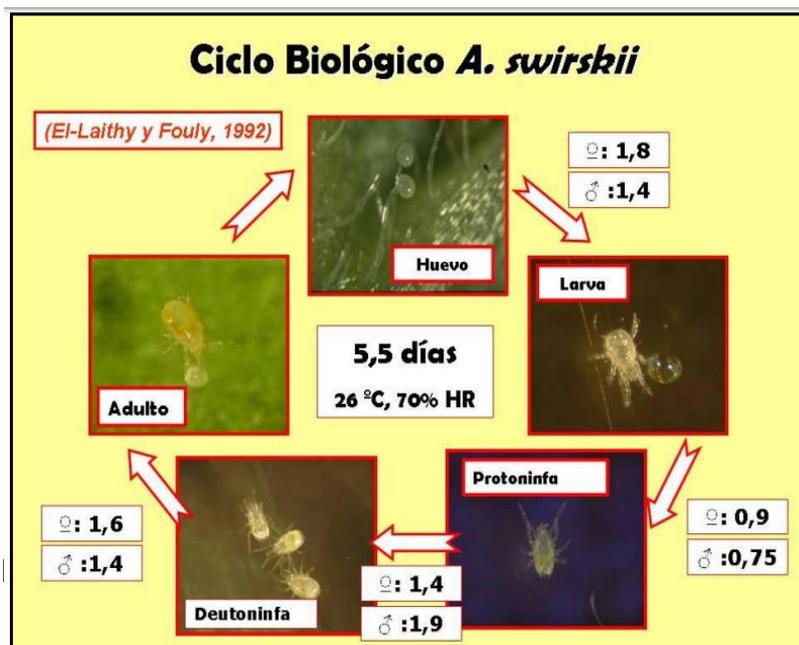


Figura 6. Etapa morfológica en estado de larva de *Amblyseius swirskii*.
Nota: solo tres pares de patas.

Fuente: Dogramaci, M. et. al. (2022).

1.2.4. Ciclo biológico

A lo largo de su ciclo biológico *A. swirskii* completa un total de 4 estados de desarrollo: huevo, larva, ninfa y adulto según Swirski, E. et al. (1967).



Fuente: El-Laithy y Fouly (1992).

1.2.5. Biología y ecología

Tal y como ocurre con otros ácaros depredadores, el desarrollo de *A.swirskii* pasa por los siguientes estados: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto.

El desarrollo de las poblaciones de *A.swirskii* es dependiente del tipo de alimentación al que tenga acceso, la facilidad para alcanzarla, la temperatura y la humedad. *A. swirskii*, está bien adaptado a las condiciones climáticas propias de los países de la cuenca mediterránea, está por tanto aclimatado a condiciones cálidas y relativamente húmedas. El valor de humedad relativa crítico para este ácaro se sitúa entorno al 70%. (ControlBio, 2010)

En los cultivos, el ácaro depredador vive en las zonas que favorecen un microclima favorable, buscando evitar la radiación solar directa y humedades relativas desfavorables. Si la humedad relativa el microclima que se genera entorno a las hojas no cae por debajo del 70%, por un espacio importante de tiempo, los huevos del ácaro se deshidratan y no llegan a eclosionar. La temperatura óptima para *A. swirskii* se sitúa entre 25 y 28 °C.

Este ácaro depredador no entra en diapausa como respuesta a la reducción del fotoperíodo o a la bajada de temperaturas. Esto significa que su actividad continua también en días cortos (menos de 12 horas de luz). La temperatura es un aspecto importante, de hecho, si la temperatura cae por debajo de los 15 °C, queda virtualmente inactivo. *A. swirskii* puede sobrevivir a los descensos de temperatura, pero no resiste las heladas. Este tipo de ácaros pueden ser identificados gracias al hecho de que los adultos tienen ocho patas y el cuerpo está formado por una única pieza, sin presencia de segmentos. (ControlBio, 2010)

Para un acaro depredador, una planta es un entorno gigantesco para vivir. Si hay suficiente comida disponible, como polen, larvas o huevos de trips y larvas de moscas blancas, el acaro tiende a no moverse de la planta. Una población de *A.swirskii* puede crecer muy rápidamente si existe suficiente comida. Investigaciones realizadas por Applied Plant Research en cultivos de pepino, muestran que, si hay trips, una población

de *A. swirskii* crece desde 10 hasta 600 ácaros por planta en un periodo de tiempo de tres semanas. (ControlBio 2010)

Si la densidad de ácaros depredadores crece, la escasez de alimentos se alcanzará más rápidamente. En este caso, los ácaros y en especial las hembras buscan nuevas plantas o partes de la misma planta para realizar su ovoposición y comenzar así una nueva colonia. (ControlBio, 2010)

A. swirskii, se dispersa en las plantaciones siguiendo las filas del cultivo, a través de las hojas que están en contacto con las hojas de la planta vecina y menos habitualmente pueden hacerlo utilizando los alambres de los entutorados. Ensayos llevados a cabo por Applied Plant Research permitieron determinar que este acaro se puede mover 10 metros en un cultivo de pimiento en tres semanas. A pesar de esto, se recomienda su distribuir correctamente cuando se realizan sueltas en los cultivos. (ControlBio, 2010)

Amblyseius swirskii se usa comúnmente para controlar la mosca blanca y los trips en vegetales de invernadero (especialmente pepino, pimiento y berenjena) y algunos cultivos ornamentales. Dado que *Amblyseius swirskii* no es susceptible a la diapausa, puede usarse durante gran parte de la temporada. Esta especie se considera un depredador generalista y fácilmente consume pequeñas especies de plagas de cuerpo blando, así como polen o exudados de plantas. *Amblyseius swirskii* ha atraído un gran interés como agente de control biológico de ácaros, trips y moscas blancas en cultivos de invernadero y vivero. Los ácaros se liberan directamente en los cultivos en portadores de salvado o vermiculita espolvoreados sobre las hojas o sustratos. (ControlBio, 2010).

1.3. Presentación del producto biológico Swirski Ulti-Mite

El ácaro depredador *A. swirskii* lo distribuye la casa comercial MICSA. La presentación es de un sobre con gancho que contiene 250 ácaros depredadores y conserva los ácaros (en todas sus etapas) mezclados con material portador/salvado. Swirski Ulti-Mite, como se le conoce comercialmente se encuentra disponible en cajas de 100 o 500 sobres. (Ver figura).



Figura 8. Presentación del producto biológico *A. swirskii*.

Fuente: Koppert (2023).

La empresa Koppert Biological Systems ha implementado una nueva tecnología de sobres de liberación lenta llamada Ultimate. Dicha tecnología de última generación es fabricada a partir de un material aluminizado completamente biodegradable, que aísla de una mejor manera el contenido del sobre de las condiciones externas. El interior de estos sobres contiene un equilibrio adecuado para *A. swirskii*. Al poder conservar la humedad relativa dentro del sobre, la producción de ácaros benéficos se incrementa en un 59% y la duración del periodo de salida en campo un 33% (Ver figura).



Figura 9. Presentación en sobre del producto biológico *A. swirskii*.

Fuente: Koppert (2023)

1.3.1. Objetivo del depredador *A. swirskii*

El objetivo del depredador *A. swirskii* es alimentarse de larvas jóvenes de varias especies de trips; huevos y ninfas de mosca blanca (tanto *Trialeurodes vaporariorum* como *Bemisia tabaco*), de ácaros tarsonémidos y trips.

1.3.2. Densidades de liberación del ácaro *A. swirskii*

Tabla 4. Densidades recomendadas de *A. swirskii* en cultivos ornamentales y hortalizas.

SWIRSKI ULTI-MITE	Densidad m ² / unidad	Intervalo (días)	Observaciones
Preventiva	2.5	28-42	Inicia cuando los trips o moscas blancas estén presentes en áreas infectadas, siempre en combinación con otros organismos benéficos.
Curativa baja	2.5	28	
Curativa alta	1	28	

Fuente: Koppert (2023).

1.3.3. Recomendaciones para el uso de *A. swirskii* (Koppert, 2023)

- Realizar la introducción (liberación) después de la recepción del producto, tan pronto como sea posible.
- Los sobres se deben colgar en el cultivo, protegidos de la luz solar y en un lugar resguardado.
- Los sobres disponen de un orificio de salida.
- Para no dañar a los ácaros depredadores, los sobres se deben manipular por la tira de cartón en la parte superior.

1.3.4. Condiciones ambientales (Koppert, 2023)

El ácaro depredador *A. swirskii*:

- No susceptible a diapausa, por lo que puede introducirse todo el año.

- Tolerante a altas temperaturas.
- La población de *A. swirskii* se empieza a desarrollar cuando la temperatura diurna excede en promedio los 20 - 22 °C.

1.3.5. Almacenamiento y embalaje (Koppert, 2023)

Su almacenamiento puede afectar la calidad y sólo se debe hacer bajo las siguientes condiciones:

- Almacenamiento tras la recepción: 1-2 días.
- Temperatura de almacenamiento: 14 a 20 °C.
- Las botellas deben resguardarse en oscuridad y en posición horizontal.
- Proporcionar ventilación para prevenir la acumulación de CO₂.

1.3.6. Modo de acción del ácaro *A. swirski* (Koppert, 2023)

Los ácaros adultos de *A. swirskii* buscan a su presa y la succionan hasta dejarla seca.

1.3.7. Modo de acción de los sobres de liberación lenta (Swirski Ulti-Mite)

La liberación lenta, consiste en la utilización de sobres de reproducción. Estas bolsitas contienen un material de transporte como el salvado de trigo y una fuente de alimento para los ácaros que generalmente es una dieta basada en alimento que garantiza su reproducción. Los ácaros depredadores se alimentan y se multiplican en la bolsita y pueden salir a través de un pequeño orificio que trae el sobre y de esa manera dispersarse gradualmente en el cultivo durante varias semanas (Midthassel et al., 2014).

Lanzoni et al. (2017) demostraron que el mejor control de *F. occidentalis* se logró con sobres de liberación lenta de *A. swirskii* en contraste con las técnicas dispersión manual y mecánica. Estas liberaciones ayudan a mantener bajos los niveles de plagas (Midthassel et al., 2014). Con la ayuda de estos mecanismos de liberación *A. swirskii* “puede mantenerse en el cultivo durante más tiempo, ofreciendo una mayor protección” (Biobest, 2020).

1.3.8. Alimentación del agente biológico *A. swirskii* sobre la plaga *S. cardamomi* “trips”

Alimentación del agente biológico *A. swirski* sobre la plaga *S. cardamomi* “Trips”, el cual, perfora su presa y vacía completamente su contenido, este es un depredador no específico con alimentación variada. (Ver Figura)



Figura 10. Ácaro depredador alimentándose de la plaga de trips.

Fuente: Koppert (2023)

2. Marco Referencial

2.1. Unidad de práctica

La unidad de práctica es Finca Las Margaritas OSCANA S.A.

2.2. Ubicación geográfica

La evaluación se llevó a cabo en el sector Jaboncillo de la finca Las Margaritas, se encuentra ubicada en el municipio de San Francisco Zapotitlán, del departamento de Suchitepéquez. Geográficamente está ubicada en las siguientes coordenadas: latitud Norte $14^{\circ}37'8.3''$ y longitud Oeste $91^{\circ}30'50.9''$. La precipitación pluvial en el año 2022 fue de 5702 mm.

Seguidamente en las figuras 11 y 12 se muestra el mapa de los sectores de la finca Margaritas, en donde se presenta el sector Jaboncillo con una línea roja.



Figura 11. Mapa de la unidad de práctica por sectores.

Fuente: Donis, P. (2016)

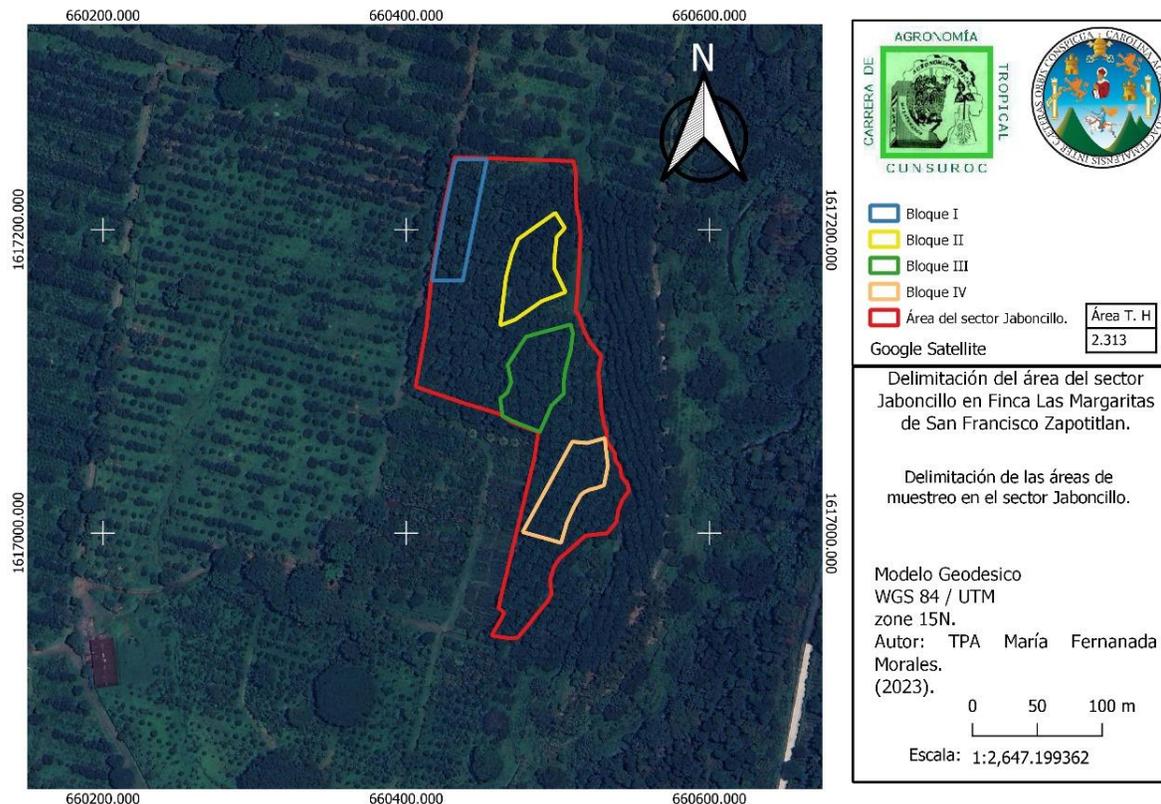


Figura 12. Mapa del sector Jaboncillo en finca Las Margaritas, San Francisco, Zapotitlán.

2.3. Límites, extensión y vías de acceso

La finca de 315 ha, colinda al norte con finca Las Nubes, al sur con finca El Recuerdo, al este con el Río Chitá, al oeste con finca Elena. La vía principal de acceso se encuentra ubicada en el kilómetro 169 de la capital en el departamento de Suchitepéquez. Para lograr llegar se toma la carretera Interamericana hacia Mazatenango y se cruza en el km 160 a 9 km al norte, se encuentra la finca pasando por el municipio de San Francisco Zapotitlán.

2.4. Zona de vida y clima

Según IARNA (2015), la finca se encuentra ubicada en una zona de vida de “Bosque muy húmedo premontano tropical”, según las condiciones climáticas que presenta el área; y como en toda la República de Guatemala, se caracteriza por tener dos épocas bien definidas, las cuales son: época seca y época lluviosa, manifestándose la primera

en el mes de noviembre hasta finales de mayo y la segunda del mes de junio a finales de octubre. La finca se encuentra ubicada a 780 metros sobre el nivel del mar en una región de clima húmedo, 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%.

El promedio de precipitación pluvial para el año 2021 según los registros de la finca (2022), fue de 5,372 mm distribuidos en 365 días del año, del mes de enero a diciembre.

2.5. Suelos

Los suelos predominantes de la zona son suelos profundos de materiales volcánicos, así como también suelos pocos profundos en las pendientes inclinadas, que es un índice de erosión.

2.6. Hidrografía

La finca se abastece para agua de riego del río Sis, río Negro y río Chitá, para uso del casco de la finca y de los caseríos se utiliza agua de cinco nacimientos que se encuentran en su interior.

III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar densidades del agente biológico *Amblyseius swirskii* para el control de *Sciothrips cardamomi* R. “trips” en cultivo de *Elettaria cardamomum* L. “cardamomo”.

2. Objetivos Específicos

- 2.1. Determinar la densidad poblacional de *Sciothrips cardamomi* “trips”
- 2.2. Evaluar el grado de daño en la cápsula por *Sciothrips cardamomi* “trips”
- 2.3. Determinar la eficacia y efecto del agente biológico *Amblyseius swirskii* “ácaro” como método de control sobre el trips.
- 2.4. Determinar la densidad poblacional de *Amblyseius swirskii* “ácaro” apropiada para el control biológico sobre el trips
- 2.5. Evaluar la influencia de los factores climáticos (temperatura, precipitación y humedad relativa) sobre la densidad de trips.
- 2.6. Determinar el análisis económico de rentabilidad y relación beneficio/costo de cada tratamiento sobre el control de *Sciothrips cardamomi*.

IV. HIPOTESIS

1. Hipótesis nula

Ho: Ninguna de las seis densidades evaluadas tendrá efecto sobre la población de *Sciothrips cardamomi* “trips” en el cultivo de *E. cardamomum* “cardamomo”.

2. Hipótesis alternativa

Ha: Al menos una de las seis densidades evaluadas tendrá efecto sobre la población de *Sciothrips cardamomi* “trips” en el cultivo de *E. cardamomum* “cardamomo”.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Materiales

1.1. Lugar de realización de la investigación

La evaluación se realizó en sector Jaboncillo de finca Las Margaritas, en el municipio de San Francisco Zapotitlán del departamento de Suchitepéquez.

1.2. Material y equipo

1.2.1. Recursos físicos

- 1,080 plantas de cardamomo en etapa de producción (4 años en adelante)
- Dos libras de pita de polipropileno
- Lupa
- Cuaderno de campo
- Lápiz
- Lámpara
- Agente biológico *A. Swirskii* del producto comercial Swirskii Ulti-mate
- Solución para atrapar al insecto plaga
- Pincel
- Cinta amarilla identificadora

1.2.2. Recursos humanos

- Estudiante de EPS
- Personal de campo
- Personal de oficina

1.2.3. Recursos financieros

- Compra de dos cajas de 500 sobres del agente biológico *A. swirskii*

1.3. Material experimental

Para la realización de la investigación se utilizó una hectárea del cultivo de cardamomo en producción y 200 sobres del producto comercial Swirskii Ulti-mate con una cantidad total de 50,000 individuos de *Amblyseius swirskii*.

2. Metodología

Para alcanzar los objetivos específicos del uno al cinco (ver página 29) se determinó el análisis experimental distribuyendo los tratamientos en forma aleatoria como se muestra en la tabla 5. Además, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones; cada tratamiento está compuesto por 45 plantas de cardamomo en etapa de producción con edad de 4 años. Los diferentes tratamientos evaluados se describen de manera más clara y detallada en la tabla 6.

Tabla 5. Tratamientos conforme a dosis y concentración.

Tratamiento	Dosis	Concentración
T1 (Testigo absoluto)	Sin dosis	Sin liberación de <i>A. swirskii</i>
T2 (Testigo relativo)	125 sobres/ha	31,250 individuos/ha
T3	75 sobres/ha	18,750 individuos/ha
T4	100 sobres/ha	25,000 individuos/ha
T5	150 sobres/ha	37,500 individuos/ha
T6	175 sobres/ha	43,750 individuos/ha

Tabla 6. Tratamientos según dosis utilizadas.

Tratamiento	Dosis
T1 Testigo absoluto	Ninguna
T2 Testigo Relativo <i>Amblyseius swirski</i> – Dosis comercial	31,250 individuos/ha (125 sobres/ha)
T3 <i>Amblyseius swirski</i>	18,750 individuos/ha (75 sobres/ha)
T4 <i>Amblyseius swirski</i>	25,000 individuos/ha (100 sobres/ha)
T5 <i>Amblyseius swirski</i>	37,500 individuos/ha (150 sobres/ha)
T6 <i>Amblyseius swirski</i>	43,750 individuos/ha (175 sobres/ha)

Según Agrobio (2023) menciona que la dosis preventiva, curativa baja o curativa alta a usar, varía entre 50 y 150 individuos/m².

La liberación se realizó usando sobres según la cantidad específica de dosis de acuerdo con los tratamientos, donde se esparcieron dentro de la macolla de la planta

con la finalidad de liberar los ácaros en la parcela neta (21 plantas) de cada unidad experimental la cual disponía de 400 m².

Cada liberación se realizó según las dosis de cada tratamiento, tomando en cuenta que cada sobre cuenta con la cantidad de 250 individuos, mediante cálculos de regla de tres simple se determinó la cantidad de sobres correspondientes para cada tratamiento como se muestra a continuación:

Tratamiento 2: 125 sobres/ha (31,250 individuos/ha)

$$125 \text{ sobres} \rightarrow 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \rightarrow 400 \text{ m}^2$$

$$\frac{125 \times 400}{10,000} = 5 \text{ sobres en } 400 \text{ m}^2 \approx 1,250 \text{ individuos en } 400 \text{ m}^2$$

Tratamiento 3: 75 sobres/ha (18,750 individuos/ha)

$$75 \text{ sobres} \rightarrow 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \rightarrow 400 \text{ m}^2$$

$$\frac{75 \times 400}{10,000} = 3 \text{ sobres en } 400 \text{ m}^2 \approx 750 \text{ individuos en } 400 \text{ m}^2$$

Tratamiento 4: 100 sobres/ha (25,000 individuos/ha)

$$100 \text{ sobres} \rightarrow 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \rightarrow 400 \text{ m}^2$$

$$\frac{100 \times 400}{10,000} = 4 \text{ sobres en } 400 \text{ m}^2 \approx 1,000 \text{ individuos en } 400 \text{ m}^2$$

Tratamiento 5: 150 sobres/ha (37,500 individuos/ha)

$$150 \text{ sobres} \rightarrow 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \rightarrow 400 \text{ m}^2$$

$$\frac{150 \times 400}{10,000} = 6 \text{ sobres en } 400 \text{ m}^2 \approx 1,500 \text{ individuos en } 400 \text{ m}^2$$

Tratamiento 6: 175 sobres/ha (43,750 individuos/ha)

$$150 \text{ sobres} \rightarrow 10,000 \text{ m}^2$$

$$X \rightarrow 400 \text{ m}^2$$

$$\frac{175 \times 400}{10,000} = 7 \text{ sobres en } 400 \text{ m}^2 \approx 1,750 \text{ individuos en } 400 \text{ m}^2$$

Cada sobre contenía la cantidad de 250 individuos (*Ácaro A. swirskii*) en el ciclo biológico de huevo, protoninfa y adultos. Los sobres integran un porcentaje del 30% de adultos, 20% huevo y 50% protoninfa, se compone de la forma anterior debido al ciclo biológico del depredador para que coincida con el tiempo de liberación en campo y así mismo, obtener el 80% de adultos.

Las liberaciones se realizaron en los meses de mayo y julio en las condiciones climáticas con temperaturas de 21 y 22°C, una humedad relativa de 68.3% y 85.5% y una precipitación de 717 y 520 mm, en horario de las 6 am; además, la forma de aplicación fue distribuida en las 21 plantas de la parcela neta en los 400 m², en donde se abrió el sobre y se liberó la cantidad entre tres a siete veces un sobre en la macolla de la planta según los tratamientos y densidades utilizadas, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7. Forma y cantidad de liberación del agente biológico en parcela neta de 21 plantas de cardamomo.

Trat.	Dosis	Cantidad de sobres	Cantidad de liberación en parcela neta (21 plantas)	1 sobre por la cantidad de plantas
T1	Testigo absoluto	0	0	0
T2	125 sobres/ha Testigo relativo	5	4 liberaciones	1 en 4 plantas
T3	75 sobres/ha	3	7 liberaciones	1 en 7 plantas
T4	100 sobres/ha	4	5 liberaciones	1 en 5 plantas
T5	150 sobres/ha	6	3.5 liberaciones	1 en 3 plantas
T6	175 sobres/ha	7	3 liberaciones	1 en 3 plantas

La cantidad de liberaciones en la macolla de las plantas de la parcela neta (21 plantas) como se muestra en la tabla anterior, se realizó de acuerdo con la cantidad de sobres

para cada tratamiento según los resultados de la regla de tres simple ejemplificada en la página 32 y 33.

En la tabla siete se presenta la interpretación de la siguiente manera: El tratamiento 2, donde la dosis fue de 125 sobres/ha (31,250 individuos/ha), se le realizó el cálculo de regla de tres simple para determinar la cantidad de sobres correspondientes que se deben de aplicar en la unidad experimental de 400m², siendo este resultado de cinco sobres, debido a que las muestras se realizaron en la parcela neta. Se determinó que la cantidad de sobres (5) se distribuirían en la cantidad de 21 plantas de la parcela neta, y se realizó la conversión efectuando el resultado de cuatro liberaciones por sobre, siendo en realidad un sobre distribuido en cuatro plantas.

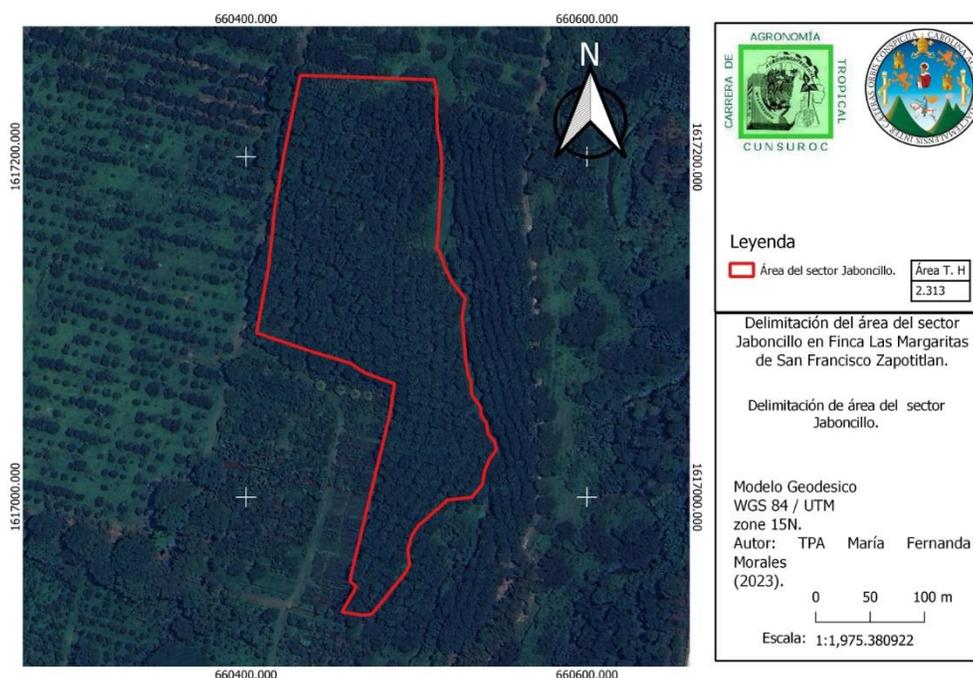


Figura 13. Mapa de delimitación de los tratamientos en sector Jaboncillo, finca Las Margaritas.

En la siguiente figura se logró observar que la unidad experimental se dispuso por 45 plantas de cardamomo, el distanciamiento de siembra fue de tres metros entre plantas y tres metros entre surcos y la parcela neta se constituyó con la cantidad de 21 plantas. El área fue de 400 m².

La cantidad de surcos fue de cinco y la cantidad de plantas que abarcó cada surco fue de nueve plantas de cardamomo. La infestación promedio encontrada en cada bloque por cada tratamiento en una unidad experimental de 45 plantas fue de 2,211 individuos (trips).

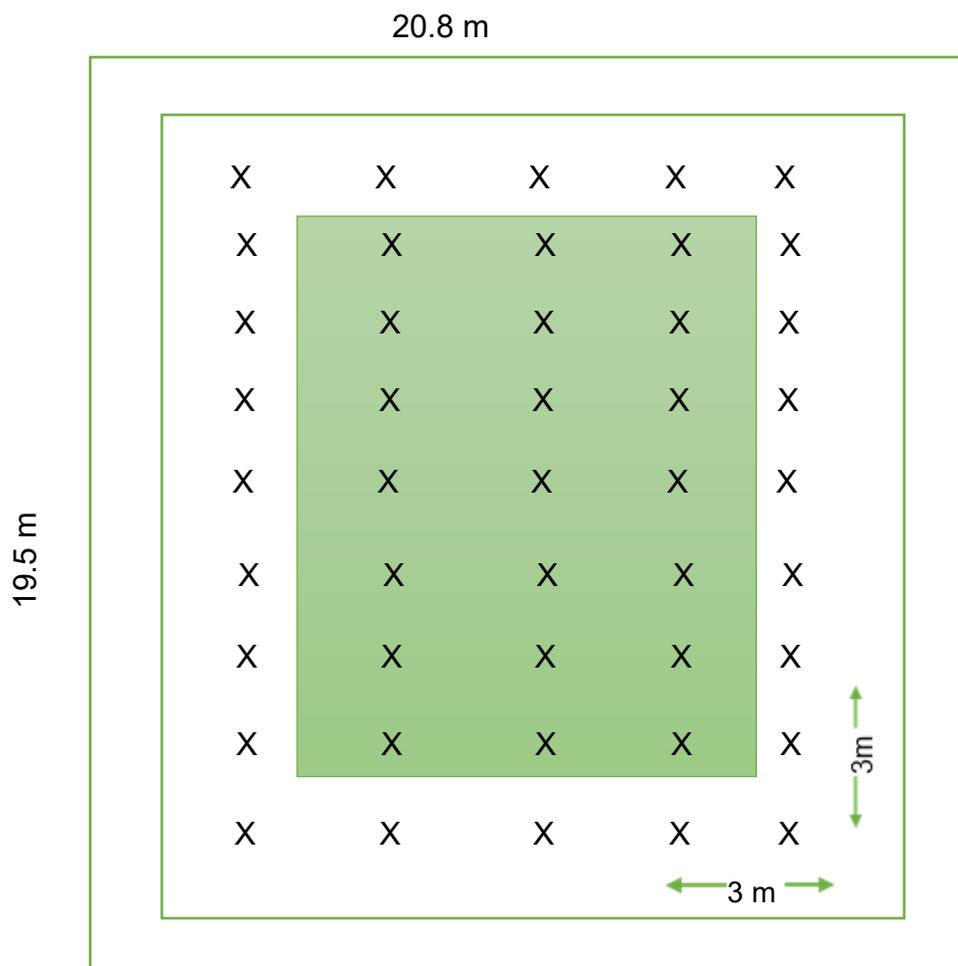


Figura 14. Unidad experimental y parcela neta evaluadora.

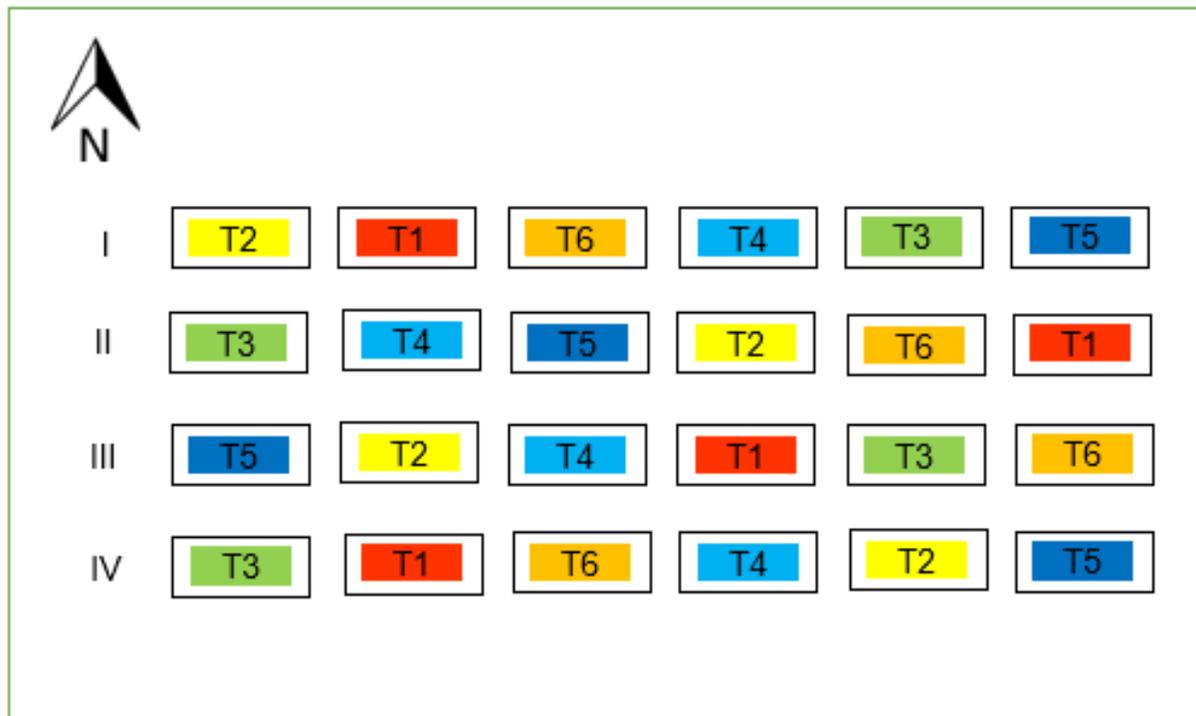


Figura 15. Croquis de la distribución por bloques y tratamientos aleatorizados.

Para determinar el número de plantas para el muestreo se tomó la decisión de muestrear a cada 15 días, dos plantas diferentes dentro de la parcela neta, debido a que las liberaciones se centraron en esta.

2.1. Determinar la densidad poblacional de *Sciothrips cardamomi* “trips” en el cultivo de cardamomo.

2.1.1. Descripción

Se realizó mediante un modelo de muestreo estratificado de conteo directo por planta en una unidad experimental.

La muestra fue la parcela neta (al hablar de parcela neta se refiere a que las variables se obtuvieron del diseño experimental como se muestra en la figura 14), la cual contó con veintiún (21) plantas. El método fue mediante la elección de dos plantas recolectando de cada una de ellas la cantidad de cinco (5) pseudotallos, de manera de evaluar la variable del número de trips/tallo (densidad) con el fin de determinar la infestación poblacional de trips por planta y para cada unidad experimental.

2.1.2. Variables

- a. Infestación de trips
- b. Densidad poblacional de trips

2.1.3. Modo de análisis

Se analizó por medio de estadística descriptiva utilizando media individuo/planta, con el fin de calcular la infestación poblacional de trips por planta y en cada unidad experimental, para ello, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Infestación} \frac{\text{poblacional}}{\text{planta}} = \frac{\text{Cantidad de trips por planta}}{\text{Cantidad de pseudotallos muestreados}} \times \text{Cantidad de tallos}$$

Seguidamente se determinó la densidad en metros cuadrados mediante el siguiente cálculo:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Media general de trips}}{400 \text{ m}^2}$$

2.1.4. Evaluación del grado de daño en la cápsula por *Sciothrips cardamomi* “trips” en el cultivo de cardamomo. Descripción

Para determinar el grado de daño (%) en la cápsula, ocasionado por el trips, se realizó la cosecha en los tratamientos durante los meses de junio y septiembre. Se tomaron 250 gramos de granos cosechados por cada tratamiento y se seleccionaron según los tres rangos de grado de daño (porcentaje) descritos en la Tabla 8, luego se procedió a pesar cada muestra seleccionada con la finalidad de obtener porcentaje por cada grado de daño, como se muestra en la figura 26 y 27 en anexos.

2.1.5. Variables

- a. Cantidad en gramos de granos cosechados en el mes de julio y septiembre.
- b. Grados de daño por trips en el grano de cardamomo por la Asociación de Cardamomeros de Guatemala.

2.1.6. Modo de análisis

Mediante los grados de daño del grano de cardamomo implementado por la Asociación de Cardamomeros de Guatemala se realizó la elección del grano representado en porcentajes utilizando los 250 gramos de granos como resultado absoluto.

El modo de análisis empleado para determinar el grado de daño en la cápsula de cardamomo se presenta a continuación:

1. La Asociación de Cardamomeros de Guatemala menciona acerca del daño tolerable que se maneja para la compra y venta del cardamomo. El daño nombrado “ziper” consta de una mínima laceración de tejido, la cual se contempla en las caras de la cápsula de cardamomo, como se muestra en la figura 16 y 17, es aceptado por los compradores y vendedores de este producto, por lo tanto, se considera como bueno o parcialmente sin daño, obteniéndolo con porcentajes de 0 a 33%.



Figura 16. Daño catalogado "Ziper" causado por trips en la cápsula de cardamomo.



Figura 17. Porcentaje de daño de 0 a 33% en la cápsula de cardamomo.

2. El siguiente grado de daño se presenta con un porcentaje de 34 a 66% como se muestra en la figura 18, la cual se considera estándar para la venta, pero a menor precio.



Figura 18. Daño en cápsula de cardamomo con porcentaje de 34 a 66%.

3. El grado de daño de la cápsula de cardamomo con porcentaje de 67 a 100% se considera como rechazo, en ocasiones se realiza la venta de este producto, el daño se muestra en la figura 19.



Figura 19. Grado de daño en la cápsula de cardamomo con porcentaje de 67 a 100%.

Los grados de daño descritos se distribuyen en cuatro porcentajes, considerados de esta forma por motivo que la Asociación de Cardamomeros estableció como recomendación para evaluar el porcentaje de daño causado por el trips y especialmente para la compra y venta del producto.

Estos tres grados de daño descritos se resume en la siguiente tabla.

Tabla 8. Escala del grado de daño (%) de *Sciothrips cardamomomi* "trips" en porcentaje en el grano de cardamomo.

Grado de daño (%)	Escala	
Buenos	Sin daño	Aceptable
0 – 33 (ziper)	Bajo o leve	Tolerable
34 – 66	Medio	Estándar
65 – 100	Malo	Rechazo

2.2. Determinar la eficacia y efecto del agente biológico *Amblyseius swirskii* como método de control sobre el trips.

2.2.1. Descripción

Para la determinación de la eficacia del ácaro *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot como agente biológico, sobre el *Sciothrips cardamomi* R. "trips" en el cultivo de cardamomo se tomó en cuenta el método de la estimación indirecta de eficacia de entomófagos.

Tabla 9. Fórmulas de eficacia de un producto biológico y sus usos.

Datos recogidos	Condiciones de ensayo	Fórmula correcta para calcular el % de eficacia
Individuos vivos o infestación	Infestación no uniforme Antes de la aplicación	Henderson – Tilton
	Infestación uniforme Antes de la aplicación	Abbott
Individuos muertos o mortalidad	Infestación no uniforme Antes de la aplicación	Sun – Shepard / Abbot
	Infestación uniforme Antes de la aplicación	Schneider – Orelli

Fuente: Palomo E. (2006)

2.2.2. Variables

Para determinar la eficacia se usaron las variables establecidas por la fórmula de Abbot modificada (= Henderson-Tilton):

- a. Número inicial y final en la parcela que se evalúa el entomófago.
- b. Número inicial y final en la parcela testigo.

Para determinar las variables del efecto del agente biológico sobre la plaga se tomó en cuenta la mortalidad de la población de trips con la fórmula de Abbot:

- a. Trips por tratamiento
- b. Trips en testigo

2.2.3. Modo de análisis

Mediante las fórmulas de Abbot se determinó la evaluación de la eficacia y el efecto del ácaro sobre el trips:

- Eficacia

$$\% \text{ Eficacia} = \left(1 - \frac{(Nt \times No)}{(No \times Nt)} \right) \times 100$$

Dónde:

Nt y No = Número inicial y final en la parcela que se evalúa el entomófago

No y Nt = Número inicial y final en la parcela testigo

100 = constante

- Efecto

$$\% \text{ mortalidad} = \left(1 - \frac{\text{Trips por tratamiento}}{\text{Trips en testigo}} \right) \times 100$$

2.3. Determinar la densidad poblacional de *Amblyseius swirskii* “ácaro” apropiada para el control biológico sobre el trips.

2.3.1. Descripción

Para la ejecución de este objetivo se tomó en cuenta el diseño experimental el cual constó de seis tratamientos y cuatro repeticiones, donde, por cada tratamiento y repetición se tomaron muestras con intervalos de 15 días después de las liberaciones del ácaro como control biológico sobre el trips, con el objetivo de determinar el aumento, disminución o imparcialidad de la densidad poblacional del trips en cada tratamiento con las diferentes densidades del ácaro aplicadas.

2.3.2. Variables

Las muestras se obtuvieron de la parcela neta de cada tratamiento, en donde la variable fue la cantidad de trips en unidad experimental (densidad), para ello, se tomaron muestras por planta y se observó:

- a. La cantidad de trips encontrados en la misma.
- b. La cantidad de ácaro encontrado en la planta, específicamente en el área de la macolla, bandolas y flores.

2.3.3. Modo de análisis

Para determinar el resultado de la variable de densidad poblacional de ácaro apropiada para el control biológico sobre el trips en el cultivo de cardamomo, se realizó de acuerdo a un análisis estadístico por medio del programa “DOSbox”, el cuál presentó los resultados de infestación de trips de cada tratamiento, el análisis de varianza y a través de la prueba de medias Tukey se determinó el tratamiento con la menor cantidad de infestación de trips, el cual se consideró como el tratamiento apropiado o la densidad de ácaro apropiada para el control de trips en el cultivo de cardamomo.

2.4. Determinar la influencia de los factores climáticos (temperatura, precipitación y humedad relativa) sobre la densidad de trips.

2.4.1. Descripción

En el trayecto de la presente investigación, la influencia del clima de acuerdo con los factores de temperatura, porcentaje de humedad relativa y la precipitación, se observó sobre la densidad de trips con la finalidad de determinar el aumento o disminución de la misma.

2.4.2. Variables

Las variables tomadas en cuenta fueron los grados centígrados, porcentaje de humedad relativa y milímetros de precipitación durante los meses de mayo a septiembre.

2.4.3. Modo de análisis

El modo de análisis para determinar los factores climáticos fue el uso de gráficas mediante las medias de las variables.

2.5. Análisis económico de los tratamientos sobre el control de *Sciothrips cardamomi*.

2.5.1. Descripción

Para la realización del análisis económico de los tratamientos, primero se realizó la determinación de los costos totales (CT) de cada tratamiento. Los costos totales se calcularon mediante la sumatoria de los costos fijos (CF) más los costos variables (CV).

2.5.2. Variables

- a. Costos totales
- b. Rentabilidad
- c. Relación Beneficio/costo

2.5.3. Modo de análisis

Para el análisis económico de rentabilidad y relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados, primero se determinaron los costos totales por medio de la siguiente ecuación:

$$CT = CF + CV$$

Dónde:

$$CT = \text{Costos Totales}$$

$$CF = \text{Costos Fijos}$$

$$CV = \text{Costos Variables}$$

Los costos fijos (CF) correspondieron a todos aquellos costos que fueron comunes para todos los tratamientos de la investigación y los costos variables (CV) son aquellos costos que varían en cada tratamiento.

Teniendo definidos los costos totales de cada tratamiento, se procedió a realizar el análisis económico basado en las siguientes fórmulas:

Tabla 10. Fórmulas para indicadores del análisis económico.

INDICADORES	FÓRMULAS
Costo Total	$CT = CF + CV$
Volumen de Producción	$VP = \text{Rendimiento}$
Costo Unitario Promedio	$CU = CT / \text{Rendimiento o } VP$
Precio de Venta	$PV = CU + MU$
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	$VBP = \text{Rendimiento} \times PV$
Utilidad Total	$UT = VBP - CT$
Índice de Rentabilidad (%)	$IR = (UT / CT) \times 100$
Relación Beneficio / Costo	$Rel. B/C = VBP / CT$

- El volumen de la producción (VP) corresponde al rendimiento, el cual, basado en los resultados del promedio de las repeticiones de cada tratamiento, se realizó la conversión al rendimiento en kilogramos por hectárea.
- El costo unitario promedio (CU) corresponde a dividir el costo total (CT) entre el volumen de la producción (VP) o rendimiento.
- El precio de venta (PV) corresponde al precio por el cual se vende el producto en el mercado, particularmente es el precio al cual la finca lo vende, valor dado en quetzales por kilogramo.
- Los ingresos o valor bruto de la producción (VBP) se obtuvieron al multiplicar el rendimiento (VP) por el precio de venta (PV).
- La utilidad total (UT) se obtuvo al restar el costo total (CT) del valor de los ingresos (VBP), para cada tratamiento.
- El índice de rentabilidad (IR), como uno de los principales indicadores del análisis económico, se obtuvo dividiendo la utilidad total (UT) entre los costos totales (CT), multiplicado por 100. La interpretación de éste índice económico indica el porcentaje de rentabilidad aplicado para cada uno de los tratamientos.

- Por último, la relación beneficio/costo (Rel.B/C) de cada tratamiento, se obtuvo dividiendo los ingresos o valor bruto de la producción (VBP) entre los costos totales (CT). Éste valor indica que por cada quetzal invertido, cuántos quetzales se obtienen de ganancia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Determinación de la densidad poblacional de *Sciothrips cardamomi* “trips” en el cultivo de cardamomo

1.1. Densidad poblacional

Para determinarla, se inició con la infestación de trips por unidad experimental.

Tabla 11. Infestación de trips por unidad experimental de acuerdo con los tratamientos evaluados.

INFESTACIÓN TRIPS / UNIDAD EXPERIMENTAL			
Bloques			
I	II	III	IV
15517	16455	18081	16639
10348	7922	7435	7454
10004	9580	8328	8710
7272	7454	6343	7578
8991	8359	9561	6670
7730	8039	8046	6777

Se realizaron muestreos de la cantidad de trips en las unidades experimentales por tratamientos en cada repetición de los bloques según el diseño experimental bloques al azar, y se determinó el número de trips por tratamiento utilizando una media como en la siguiente tabla.

El resultado de la fórmula se multiplicó por la cantidad de plantas en una unidad experimental (45) de 400 m² por tratamiento, obteniendo una media de infestación por unidad experimental, de lo cual se obtuvo el resultado en densidad trips/m² como se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 12. Densidad poblacional inicial de *Sciothrips cardamomi* "trips" en los tratamientos evaluados.

Medias de bloques				Media general	Densidad Trips/m ²
I	II	III	IV		
13873	16476	16500	18990	16460	41.15
9695	11169	12427	10515	10951	27.38
9383	11976	10230	12044	10908	27.27
7506	11183	9348	9952	9497	23.74
12666	13358	17229	11099	13588	33.97
12510	13407	16256	12691	13716	34.29

El área del tratamiento absoluto (T1, testigo absoluto, sin dosis de aplicación) presentó la mayor densidad poblacional de trips con valor de 41.15 trips/m², seguidamente el área del tratamiento 5 (150 sobres/ha) y tratamiento 6 (175 sobres/ha), posteriormente los tratamientos 2 (125 sobres/ha) y tratamiento 3 (75 sobres/ha).

El tratamiento 4 (100 sobres/ha) presentó la menor densidad poblacional de trips con valor de 23.74 trips/m²; estos datos se determinaron a través del muestreo inicial con la finalidad determinar la densidad poblacional de trips en cada unidad experimental. Evaluación del grado de daño en la cápsula o fruto del cardamomo causado por *Sciothrips cardamomi* "trips"

2. Evaluación del grado de daño en la cápsula por *Sciothrips cardamomi* “trips” en el cultivo de cardamomo

De acuerdo con la cosecha realizada en los meses de julio y septiembre (Ver figura 33 y 34 en anexos), se determinó el porcentaje de grado de daño en la cápsula, según el grado de daño en cada tratamiento como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 13. Grado de daño (%) de la cápsula de cardamomo causado por trips, en la primera cosecha realizada en el mes de julio.

MES DE JULIO				
Tratamiento	Grado de daño (%)			
	1	2	3	4
	Buenos	Zíper 0 – 33 %	34 – 66 %	67 – 100 %
T1 (Testigo absoluto)	44	25	23	8
T2 (125 sobres/ ha, TR)	67	21	10	2
T3 (75 sobres/ha)	73	16	7	4
T4 (100 sobres/ha)	71	9	10	10
T5 (150 sobres/ha)	76	12	6	6
T6 (175 sobres/ha)	80	10	7	3

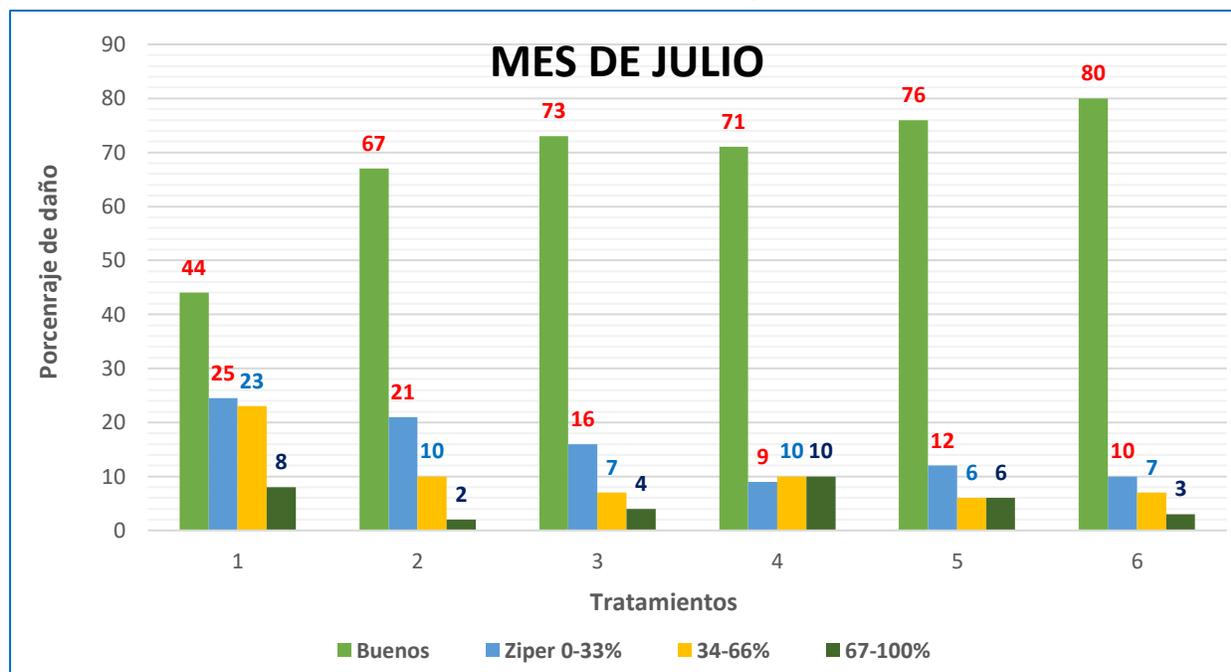
Tabla 14. Grado de daño (%) de la cápsula de cardamomo causado por trips, en la cosecha realizada en el mes de septiembre.

MES DE SEPTIEMBRE				
Tratamiento	Grado de daño (%)			
	1	2	3	4
	Buenos	Zíper 0 – 33 %	34 – 66 %	67 – 100 %
T1 (Testigo absoluto)	42	18	30	10
T2 (125 sobres/ ha, TR)	68	23	8	1
T3 (75 sobres/ha)	80	13	7	0
T4 (100 sobres/ha)	68	17	13	2
T5 (150 sobres/ha)	82	11	6	1
T6 (175 sobres/ha)	71	20	9	0

Los grados presentados representan el porcentaje de grano bueno y daños de la muestra de 250 gramos utilizada para el muestreo.

Se presentan los grados de daño por tratamiento y los porcentajes que obtuvo cada uno del mes de julio:

Figura 20. Grado de daño (%) en cápsula del cardamomo causado por trips en cosecha del mes de julio.



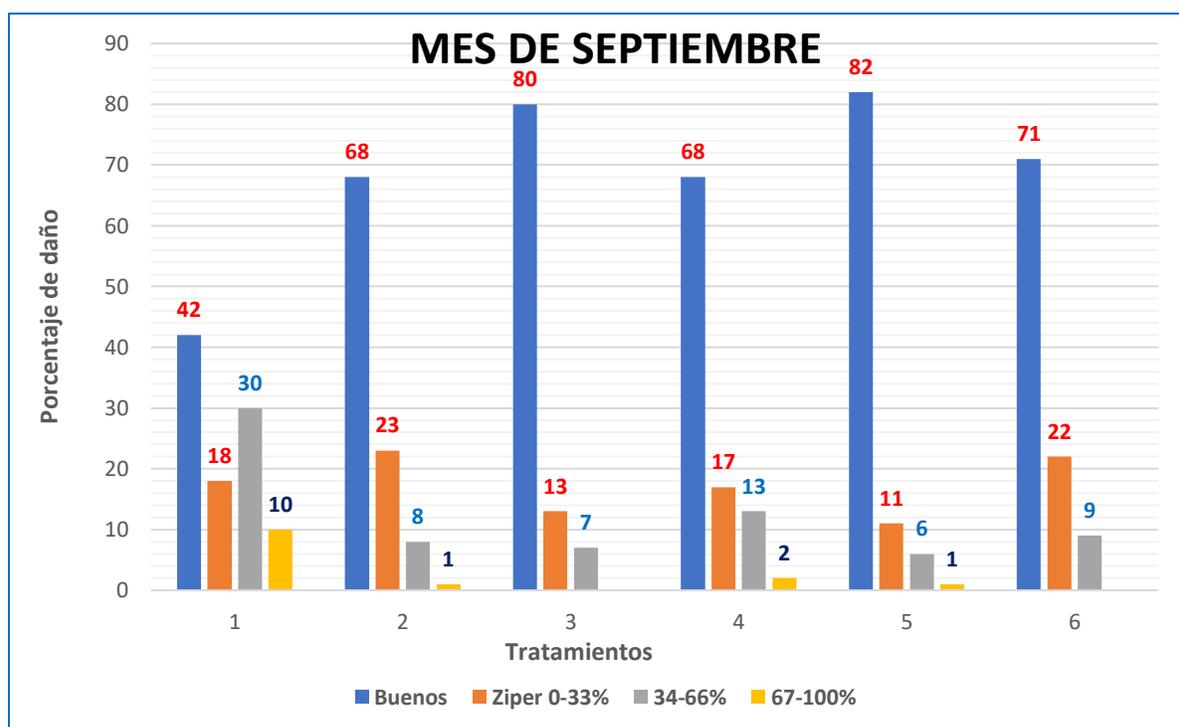
Se puede observar que el porcentaje del grado uno interpretado como grano totalmente bueno se representa con el color azul, mientras que el grado dos con porcentajes de daño del 0 al 33% se representa con el color verde, el grado tres con porcentajes de daño del 34 al 66% se representa en la figura 20 con el color gris, el grado cuatro con porcentajes de daño del 67 al 100% se representa con el color amarillo.

De acuerdo con la tabla 13 y la figura 20 se puede observar que el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha) fue el que obtuvo un porcentaje mayor de grano bueno, con un 80%, y en el grado dos conocido como Ziper el porcentaje fue del 10%, en el grado de daño tres con el 34 al 66% de daño, resultó con porcentaje del 7% y en el grado número cuatro con el 67 al 100% de daño, este tratamiento obtuvo el segundo menor porcentaje con un 3%. Considerando al tratamiento 6 (175 sobres/ha) como el de mejores resultados debido a los porcentajes bajos en los grados de daño tres y cuatro, debido a que son los grados con un daño de grano visible y estimándolos

como rechazo; además, es el de mayor porcentaje de grano bueno y con un porcentaje aceptable para grano de tercera (Ziper).

Se presentan los grados de daño por tratamiento y los porcentajes que obtuvo cada uno del mes de septiembre:

Figura 21. Porcentajes de grado de daño en cápsula del cardamomo causado por trips en el mes de septiembre.



El tratamiento 5 (150 sobres/ha) se consideró como el mejor en cuanto al menor grado de daño, debido a que cuenta con el 82% de granos buenos y únicamente de rechazo con el grado tres del 6% y el grado 4 con un 1%, lo que sumándolo haría el 7% de rechazo, además, el 11% restante es del grado dos el cuál se considera como un grano de tercera, ideal para la venta de este producto, sin embargo, el tratamiento 3 (75 sobres/ha) se considera como el segundo tratamiento con el menor grado de daño, debido a que cuenta con el 80% de grano bueno sin daño y el 13% de grado Ziper (2), y únicamente con el 7% de rechazo.

Se presenta una serie de comparación de los resultados de grados de daño en las cosechas realizadas en los meses de julio y septiembre, con el fin de determinar la variación que obtuvieron durante la ejecución de la investigación realizada durante estos dos meses.

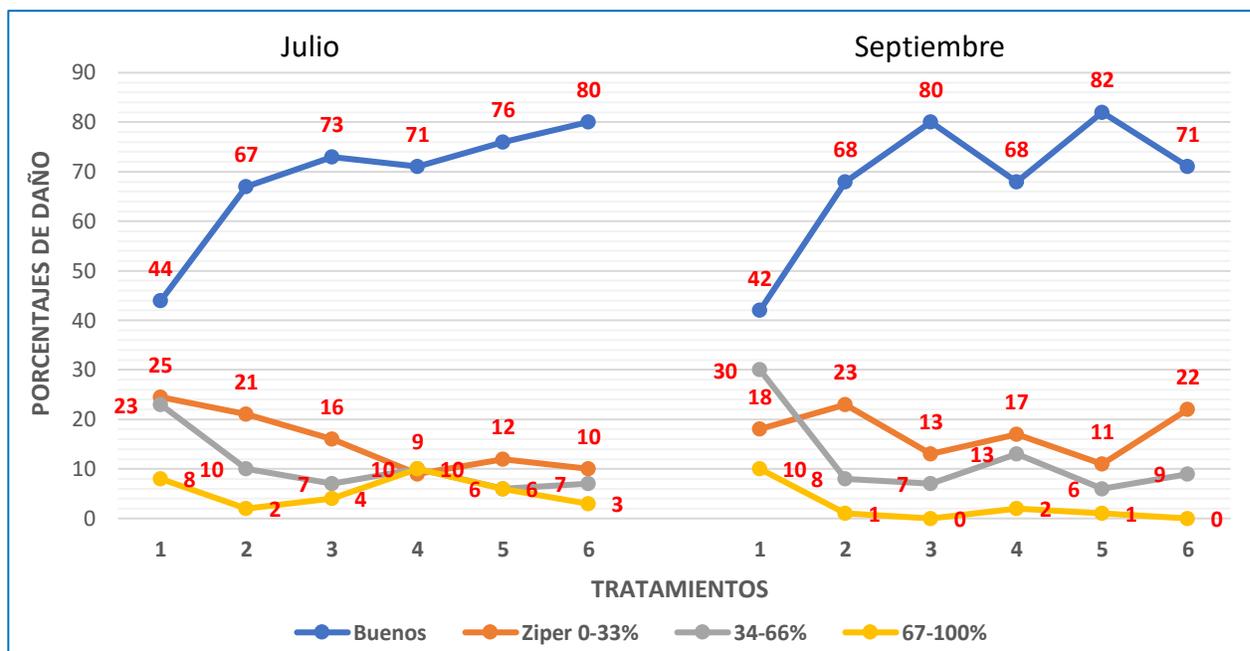


Figura 22. Comparación de grados de daño (%) a la cápsula de cardamomo causado por trips. Cosechas de julio y septiembre del año 2023.

Se puede observar la comparación del grado de daño del grano de cardamomo causado por *Sciothrips cardamomi* "trips" en porcentajes, donde se logra visualizar del lado izquierdo la cosecha del mes de julio y del lado derecho la cosecha del mes de septiembre y en la gráfica se observa el ascenso del grano bueno, sin daños, en los tratamientos 3 y 5, con dosis de 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha) y 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha), respectivamente, mientras que en los demás tratamientos se notó una disminución de la cantidad de granos buenos; además, se observó una disminución en el grado de daño del 67 – 100%, lo cual es de importancia, porque los porcentajes de la segunda cosecha son menores en comparación con la primera liberación del ácaro y la primera cosecha; además, el grado de daño del 34 – 67% disminuyó en el tratamiento 2 con dosis de 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha), mientras que en los demás tratamientos aumentó.

El grado de daño catalogado como “Zíper” en los tratamientos 3 y 5 con dosis de 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha) y 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha), respectivamente, fueron los únicos que disminuyeron en la segunda cosecha en comparación con la primera, mientras que los tratamientos 1, 2, 4 y 5, obtuvieron un aumento.

3. Determinación de la eficacia y efecto del agente biológico *Amblyseius swirskii* como método de control sobre el trips

De acuerdo con la determinación del porcentaje de eficacia, se tomó en cuenta la fórmula de eficacia empleada de Abbot modificada (Henderson-Tilton) (Ver tablas 31 y 32 en anexos), en dónde se ingresaron los datos requeridos de la fórmula, para ello se obtuvo una media de cada tratamiento, incluyendo los datos del muestreo de infestación en la primera y segunda liberación del ácaro. De tal forma, se procedió a realizar los cálculos de las fórmulas de eficacia y de efecto, la cual se determinó de acuerdo con el porcentaje de mortalidad utilizando la infestación de trips de las unidades experimentales, en la tabla siguiente se muestran los resultados en porcentajes:

Tabla 15. Eficacia y efecto (%) del agente biológico sobre el control de trips en el cultivo de cardamomo por tratamiento evaluado.

Tratamiento	Eficacia (%)	Efecto (%)
Testigo Relativo T2 = 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha)	82%	54%
T3 = 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha)	83%	52%
T4 = 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha)	87%	61%
T5 = 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha)	86%	56%
T6 = 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha)	88%	59%

Se puede observar que según la fórmula de Abbot, sobre la variable eficacia de control biológico, todos los tratamientos presentaron un rango mayor al 80%, siendo el de mayor porcentaje de eficacia el tratamiento 6 con el 88% el cual tiene una densidad de

43,750 individuos/ha (175 sobres/ha), seguidamente el tratamiento 4 (100 sobres/ha) fue el segundo con mejor porcentaje de eficacia del 87%; y el tratamiento 5 (150 sobres/ha) con un porcentaje del 86% de eficacia.

Los resultados de la variable efecto del producto biológico sobre el trips en el cultivo de cardamomo, fue el tratamiento 4 con densidad de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha), que presentó el mejor valor con 61%; seguido del tratamiento 6 con densidad de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha) con un porcentaje de efecto del 59%; determinando a estos dos como los mejores porcentajes de efecto del ácaro sobre el trips.

En la figura se observa la gráfica de los porcentajes de eficacia y el efecto del ácaro como control biológico obtenido de los tratamientos evaluados:

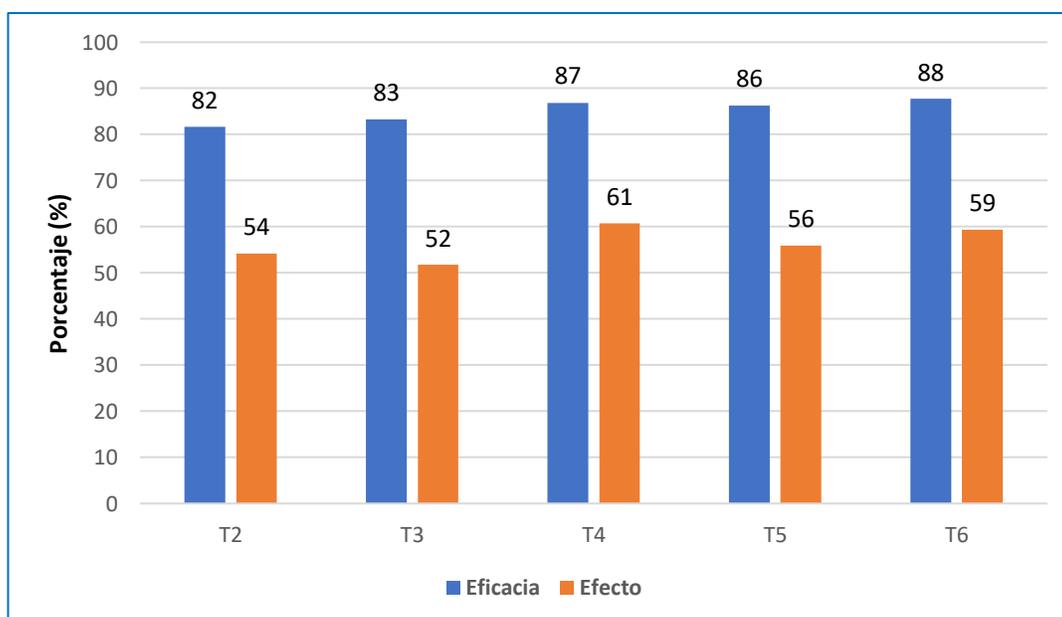


Figura 23. Gráfica de los porcentajes de eficacia y efecto del control biológico en el cultivo de cardamomo.

En la figura se puede observar que según los porcentajes obtenidos en las variables de eficacia y efecto, que los tratamientos 4 (100 sobres/ha) y 6 (175 sobres/ha) fueron los de mejores resultados, obteniendo un valores de 87 y 88 % de eficacia y de 61 y 59% de efecto, respectivamente, según las condiciones de finca Las Margaritas.

4. Determinación de la densidad poblacional de *Amblyseius swirskii* apropiada para el control biológico sobre el *Sciothrips cardamomi* "trips"

La cantidad de trips encontrados por tratamiento se menciona en la tabla 11, donde menciona la infestación poblacional de trips por tratamiento, siendo esta utilizada en el objetivo de determinación de la densidad poblacional de *Sciothrips cardamomi* "trips" en el cultivo de cardamomo.

Tabla 16. Promedio del número de ácaros en las plantas de cardamomo muestreadas.

Media del No. de ácaros		
Tallos	Bandolas	Flores
15	20	45

De acuerdo con el análisis de varianza realizado, se estimó mediante el programa DosBox, el resultado de la Prueba de Tukey, la cual determinó el mejor tratamiento.

Tabla 17. Análisis de varianza de la variable densidad poblacional de *A. swirskii* "ácaro" como control biológico sobre *Sciothrips cardamomi* "trips" en el cultivo de cardamomo.

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	4	80,69	20,17	5,07	0,013
Bloques	3	8,79	2,93	0,73	0,552
Error	12	47,7	3,97		
Total	19	137,19			
C.V. = 16,90%					

Se observó que el análisis de varianza mostró una diferencia significativa en relación con los tratamientos con un resultado en F de 5.07 y una coeficiencia de variación del 16.90% por lo que se considera necesaria la realización de prueba de medias de Tukey para determinar que tratamiento obtiene el mayor número de densidad poblacional de ácaro y fue efectivo.

Mediante el análisis de varianza se realizó la prueba de Tukey la cual determina la media y el tratamiento recomendable de densidades del ácaro para el control de trips, como se muestra en la tabla 19:

Tabla 18. Prueba de Tukey de la variable densidades de *A. swirskii* "ácaro" como control biológico sobre *Sciothrips cardamomi* "trips" en el cultivo de cardamomo.

Se observa según la prueba de medias de Tukey, el tratamiento con media de mayor

Prueba Tukey		
Tratamiento	Media	Significancia
T6: 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha)	14.00	A
T4: 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha)	13.00	A
T2: (testigo relativo): 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha)	12.00	A B
T5: 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha)	12.00	A B
T3: 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha)	8.00	B
T1: (testigo absoluto): sin dosis	-	-

densidad (número de ácaros por planta), fue el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha), reportando una media de 14 ácaros/planta; siendo éste el tratamiento con la mayor densidad de ácaros de acuerdo con el análisis estadístico realizado; además, el tratamiento 4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha), presentó una media de 13 ácaros/planta, siendo el siguiente tratamiento con la mejor densidad de ácaros para el control de trips en el cultivo de cardamomo.

Para comprobar que los tratamientos que a través la prueba de Tukey fueron aceptados o los mejores, se detalla en la siguiente tabla la infestación de trips por unidad experimental de acuerdo con los tratamientos y bloques del diseño experimental, siendo esta variable la segunda y creada con este propósito de confirmar el resultado del análisis estadístico de las densidades de ácaro convenientes para control biológico sobre el trips en el cultivo de cardamomo.

Tabla 19. Análisis de varianza de la variable de infestación de trips por unidad experimental.

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	5	93366912	18673382	28,3273	0
Bloques	3	1712512	570837,313	0,866	0,518
Error	15	9888000	659200		
Total	23	104967424			
C.V. = 10,48%					

Se observa el análisis de varianza mostrando una diferencia altamente significativa en relación con los tratamientos, con un resultado en F de 28.3273 y una coeficiencia de variación del 10.48%, por lo que se considera necesaria la realización de prueba de medias de Tukey para determinar que tratamiento obtiene el mayor número de densidad poblacional de ácaro y fue efectivo. Esta prueba de Tukey se presenta a continuación:

Tabla 20. Prueba de Tukey de la variable infestación de trips por unidad experimental.

Prueba Tukey		
Tratamiento	Media	Significancia
T1: (testigo absoluto): sin dosis.	16,673	A
T3: 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha)	9,155	B
T5: 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha)	8,395	B
T2: (testigo relativo): 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha)	8,289	B
T6: 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha)	7,648	B
T4: 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha)	7,161	B

De forma descendente se observa en la tabla 21 que el tratamiento con la media de mayor infestación es el tratamiento 1, testigo absoluto (sin dosis aplicada), con una media de 16,673 trips/unidad experimental, esto debido a que fue el tratamiento utilizado como testigo absoluto, sin dosis de ácaro aplicada. El tratamiento 4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha) presenta la menor media con valor de 7,161

trips/unidad experimental, siendo éste el mejor tratamiento al reportar el menor número de infestación de trips.

Los tratamientos 4, 6 y 2 que coincidieron en el análisis estadístico de la variable densidad de ácaro depredador como control biológico sobre la plaga de trips en el cultivo de cardamomo, con densidades de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha, T4), 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha, T6) y 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha, T2), respectivamente, del producto biológico influyó sobre la infestación de trips en el cultivo de cardamomo, siendo las densidades recomendadas para el control biológico del trips en diferentes cultivos como se menciona en Koppert (2023).

5. Evaluación de la influencia de los factores climáticos de temperatura, precipitación y humedad relativa, sobre la densidad de trips se determinó:

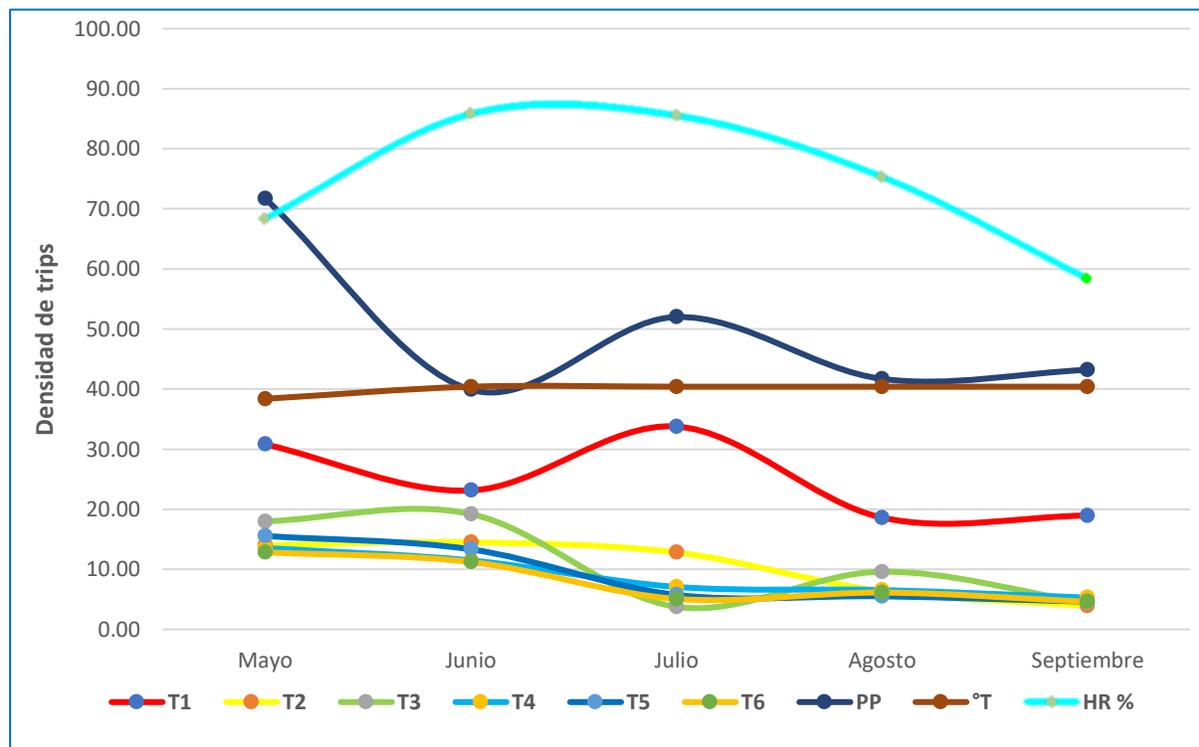
Tabla 21. Datos de las condiciones climáticas en finca Las Margaritas de los meses de mayo a septiembre del año 2023.

Mes	Humedad (%)	Precipitación (mm)	Temperatura C°
Mayo	68,3	717	21
Junio	85,8	399	22
Julio	85,5	520	22
Agosto	75,3	417	22
Septiembre	58,4	432	22
Promedio	74.66	497	21.8

Se observa la temperatura media de 22 C°. El mes de mayo reportó un porcentaje de humedad relativa de 68.3% y precipitación de 717 mm; en el mes de junio se obtuvo un porcentaje de humedad relativa de 85.8% y precipitación de 399 mm; en el mes de julio un porcentaje del 85.5% de humedad relativa y precipitación de 520 mm; en el mes de agosto un porcentaje de humedad relativa de 75.3% y precipitación de 417 mm; y en el mes de septiembre un porcentaje de humedad relativa de 58.4% y precipitación de 432 mm; estas condiciones climáticas se presentaron durante el tiempo de investigación y en las dos liberaciones realizadas precisamente en la segunda semana del mes de mayo y en la última semana del mes de julio.

A continuación, se presenta en forma gráfica la influencia del clima sobre la densidad de trips por tratamiento, en donde se puede observar en los meses durante la investigación la variación en la densidad de trips

Figura 24. Influencia del clima sobre la densidad de trips por tratamiento.



Se observa que la línea color aqua representa el porcentaje de humedad relativa en los meses de mayo a septiembre, observando que hubo un aumento en los meses de junio y julio; también se observa en estos meses, según la línea de color azul, que la precipitación fue de 399 mm y 520 mm; mientras la temperatura que se observa en la línea de color café, oscila en los 22 C°; en estos meses los tratamientos obtuvieron un incremento y así mismo un descenso, como lo es en el caso del tratamiento 3, se detalla la línea verde el aumento en el número de población de trips en el mes de junio y disminuyó en el mes de julio, mientras tuvo un pequeño incremento en el mes de agosto, en donde la humedad relativa se mantuvo en el 75.3% y la precipitación con en 417 mm, en este mes se observa como los demás tratamientos se mantuvieron, mientras que los tratamientos 4, 5 y 6 en el mes de julio excepto el tratamiento 2, disminuyeron en la cantidad poblacional de trips.

Esto indica que el porcentaje de humedad relativa del 85% probablemente influye en la disminución poblacional de trips dado a que se hace notorio ese descenso.

Según El-Laithy y Fouly (1992), menciona que las condiciones ambientales para *A. swirskii* están entre 18 y 36 °C con 60% de humedad relativa y si las temperaturas no superan los 22°C, lo que resalta que las condiciones climáticas estuvieron dentro de los límites y por ende se comprende que las condiciones climáticas influyeron en la disminución de trips en los meses de junio y julio.

6. Análisis económico de rentabilidad y relación beneficio/costo de los tratamientos sobre el control de *Sciothrips cardamomi*

Los costos totales (CT) son el resultado de la sumatoria de los costos fijos (CF) y los costos variables (CV).

Los costos fijos con un valor de Q1,736.00, son comunes para todos los tratamientos, como se demuestra en la tabla 27 presentada en anexos.

Los costos variables corresponden a aquellos que varían para cada tratamiento. En la presente investigación, es el costo de los sobres del producto que contienen el agente biológico de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, “ácaro”, el cual varía para cada tratamiento según las dosis aplicadas y el valor de mercado de dicho producto. Este detalle se presenta en la tabla 27 en anexos.

Con base en los datos de costos, se obtuvieron los costos totales de cada tratamiento para el control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.

Tabla 22. Resumen de los costos de los tratamientos para el control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.

COSTOS	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
COSTOS FIJOS	Q1.736,00	Q1.736,00	Q1.736,00	Q1.736,00	Q1.736,00	Q1.736,00
COSTOS VARIABLES	Q0,00	Q548,00	Q328,80	Q438,40	Q657,60	Q767,20
COSTOS TOTALES	Q1.736,00	Q2.284,00	Q2.064,80	Q2.174,40	Q2.393,60	Q2.503,20

Como se observa, el menor costo total fue del tratamiento 3, con dosis de 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha), con costo de Q2,064.80, debido a que en su dosis se aplica la menor cantidad de sobres del producto; y el de mayor costo total con valor de Q2,503.20, fue el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha), en el cual se aplica la mayor cantidad de sobres del producto.

Definidos los costos totales de cada tratamiento, se realizó el análisis económico basado en los indicadores descritos en la metodología.

El primer indicador es el rendimiento de cada tratamiento, para lo cual se realizaron las conversiones para obtener el rendimiento en kilogramos por hectárea, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 23. Rendimiento (kg/ha) de cada tratamiento evaluado.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
T1	2.785,54
T2	3.357,23
T3	2.900,57
T4	3.287,26
T5	3.092,90
T6	3.320,03

Se puede observar que los valores de rendimiento corresponden a las dos cosechas, una realizada en el mes de julio y la segunda en el mes de septiembre, en donde se observa que el tratamiento con el mayor rendimiento fue el tratamiento 2 (testigo relativo) con dosis de 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha), reportando un rendimiento de 3,357.03 Kg/ha; el segundo fue el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha), el cual da un rendimiento de 3,320.03 Kg/ha.

El siguiente indicador que incide en el análisis económico, es el precio de venta de la producción, para lo cual se tomó en cuenta el valor de este producto por kilogramo, que

en finca Las Margaritas, al momento de realizar la presente investigación, tiene un precio de venta de Q.4.40.

Con estos datos y aplicando las fórmulas de los indicadores económicos reportados en la metodología, se obtuvo la siguiente tabla que contiene el análisis económico de cada tratamiento.

Tabla 24. Análisis económico de la evaluación de seis densidades de ácaro *A. swirskii* como control biológico sobre el trips en el cultivo de cardamomo.

Se observa de acuerdo con el análisis económico realizado, que el tratamiento con la mayor rentabilidad obtiene mayor beneficio/costo, considerando los datos mencionados, el tratamiento 4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha), siendo donde se realizó la liberación de ácaros de acuerdo a la densidad programada, fue el que obtuvo

INDICADORES	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Costo Total	1.736,00	2.284,00	2.064,80	2.174,40	2.393,60	2.503,20
Volumen de Producción = Rendimiento (kg/ha)	2.785,54	3.357,23	2.900,57	3.287,26	3.092,90	3.320,03
Costo Unitario	0,62	0,68	0,71	0,66	0,77	0,75
Precio Promedio de Venta por kilogramo	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40	4,40
Valor Bruto de la Producción (Ingresos)	12.256,38	14.771,81	12.762,51	14.463,94	13.608,76	14.608,13
Utilidad Total de Producción	10.520,38	12.487,81	10.697,71	12.289,54	11.215,16	12.104,93
Índice de Rentabilidad (%)	606,01%	546,75%	518,10%	565,19%	468,55%	483,58%
Relación Beneficio / Costo	7,06	6,47	6,18	6,65	5,69	5,84

la mayor rentabilidad con 565.19% y una relación beneficio/costo de Q6.65, lo que significa que por cada quetzal invertido se obtienen Q5.65 de ganancia, reconociéndolo como el tratamiento más rentable para la ejecución de un control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.

En orden de importancia por mayores rentabilidades, le sigue el tratamiento 2 (testigo relativo) con dosis de 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha), con una rentabilidad de 546,75 % y una relación de beneficio/costo de Q6.47.

Estos resultados del análisis económico coinciden con los resultados de la determinación de la mejor densidad poblacional de *A. swirskii* apropiada para el control sobre trips en cultivo de cardamomo, siendo los tratamientos 4 y 2, con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha) y 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha), respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

1. La densidad poblacional inicial de trips en el cultivo de cardamomo en finca Las Margaritas, fue muestreada antes de las liberaciones del ácaro en donde se determinaron los valores de 41.15 trips/m², 27.38 trips/m², 27.27 trips/m², 23.74 trips/m², 33.97 trips/m² y 34.29 trips/m², distribuidos en el orden de los tratamientos evaluados del uno al seis.
2. En el grado de daño en la cápsula provocado por *Sciothrips cardamomi* "trips" en el cultivo de cardamomo, el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha) obtuvo los mejores resultados con un porcentaje de grano bueno del 80% y el 10% de grado zipper en la cosecha del mes de julio.
3. En la cosecha del mes de septiembre, los resultados del porcentaje de grado de daño en la cápsula de cardamomo variaron, siendo mejor el tratamiento 5 con dosis de 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha), presentando un 82% de granos buenos y el 11% de grado de zipper.
4. En la eficacia y efecto del agente biológico *Amblyseius swirskii* "ácaro" como método de control sobre el trips en el cultivo de cardamomo, el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha), obtuvo los mejores resultados con 88% de eficacia y 59% de efecto, considerando a este como el mejor tratamiento sobre la variable de respuesta.
5. El tratamiento 4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha), presentó un porcentaje de 87% de eficacia y un 61% de efecto, considerando a este como el segundo mejor tratamiento sobre la variable de respuesta de eficacia y efecto del ácaro depredador como control sobre el trips en el cultivo de cardamomo.
6. En relación a la densidad poblacional de *Amblyseius swirskii* "ácaro" apropiada para el control biológico sobre el trips en el cultivo de cardamomo, estadísticamente se acepta la hipótesis alternativa, al existir diferencias significativas en cuanto a la variable, ya que el tratamiento 6 con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha) y el tratamiento 4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha), fueron los tratamientos aceptados para este control sobre el trips con las mayores medias de control, siendo de 14.00 y 13 ácaros por planta, respectivamente.

7. En finca Las Margaritas, en los meses de junio y julio la condición climática de precipitación pluvial aumentó de 399 mm a 599 mm, haciendo sobresaliente un aumento en la infestación de trips en el tratamiento testigo, con una densidad de 23.12 trips/m² a 33.77 trips/m²; mientras que en los tratamientos establecidos con las dosis evaluadas, disminuyó la densidad de trips, por lo que se concluye que el factor climático de precipitación es probable que influye en el aumento de trips en el tratamiento sin liberación del ácaro depredador.
8. En el análisis de costos, el tratamiento 3 con dosis de 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha) obtuvo el menor costo total de Q2,064.80, debido a que en su dosis se aplica la menor cantidad de sobres del producto; y el de mayor costo total fue el tratamiento 6, con dosis de 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha), con valor de Q2,503.20, en el cual se aplica la mayor cantidad de sobres del producto.
9. En el análisis económico, el tratamiento de mayor rentabilidad y relación beneficio/costo, es el tratamiento 4 con dosis de 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha), con valor de 565.19% en rentabilidad y de Q.6.65 en la relación beneficio/costo, lo que significa que por cada quetzal invertido se obtienen Q.5.65 de ganancia, reconociéndolo como el tratamiento más rentable para la ejecución de un control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.
10. Los resultados de las todas las variables de respuesta son exclusivamente para las condiciones de finca Las Margaritas, del municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez, Guatemala.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Para finca Las Margaritas conviene realizar liberaciones del agente biológico *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot para el control de *Sciothrips cardamomi* R. “trips” en cultivo de *Elettaria cardamomum* L. Zingiberaceae “cardamomo” en época seca o en época de canícula, con el fin de observar la influencia climática y el comportamiento del ácaro sobre el trips en estas condiciones climáticas.
2. Realizar una prueba de laboratorio con los instrumentos necesarios y mantener control de humedad, con el fin de determinar el comportamiento del ácaro sobre el trips y obtener un resultado bajo de la variable cantidad de trips con que puede alimentarse el ácaro y en el tiempo en que tarda, con la finalidad de obtener datos precisos y realizar liberaciones conforme la alimentación del ácaro.
3. Se sugiere a los productores de cardamomo la posibilidad de tomar decisiones más informadas sobre qué densidad de ácaros depredadores liberar, basándose en los resultados de esta investigación y considerar tanto los costos asociados con cada tratamiento, como la eficacia de los mismos.
4. Implementar otros tipos de control biológico para tener un mejor control sobre las poblaciones de trips.
5. Realizar muestreos de daño de trips en las cosechas realizadas en los meses de producción, con el fin de determinar el rendimiento de los grados de daño y determinar el porcentaje accesible para la venta del mismo.
6. Realizar la práctica de manejo de tejido a las plantas de cardamomo, debido a que si no se realizan, estas son foco de infestación de trips y por ende causa daños a la producción de grano.
7. Se sugiere realizar las liberaciones en fase de canícula en los meses de floración del cultivo siendo entre abril a octubre.

IX. REFERENCIAS

- Agrobío (2023). *SWIRScontrol*. Control Biológico de plagas, productos. <https://www.agrobio.es/productos/control-de-plagas/swirsccontrol-amblyseius-swirskii-control-trip-mosca-blanca/x>
- Aldana, J. G. (2012). *Impactos socioeconómicos del beneficiado de cardamomo*. [Documento de investigación]. Universidad Rafael Landívar.
- Asociación de cardamomeros de Guatemala. CARDEGUA (2012). Trips en cardamomo [Boletín informativo.] pronacom.org/wp-content/uploads/library/biblioteca/3_linea_base_cadena_valor_cardamomo.pdf
- Athias-Henriot 1962; Grinberg et al. (1972). Notes on Phytoseiid Mites (Mesostigmata: Phytosehdae) of Mt. Carmel (Israel), with descriptions of two new species. *Israel Journal of Entomology*. 15 (36) 74-79. https://web.archive.org/web/20180421193636id_/http://www.entomology.org.il/site/default/files/pdfs/IJE-1997.Swirski.pdf
- Barillas, L. (2017). *Evaluación de trampas etológicas para el control de trips (Sciothrips cardamomi) en el cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomum) en Alta Verapaz. Diagnóstico y servicios realizados con la Asociación de Cardamomeros de Guatemala, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala, C.A.* [Tesis de graduación, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad San Carlos de Guatemala.] <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7868/1/TESIS%20LUIS%20FERNANDO%20BARILLAS%20EGUIZABAL.pdf>
- Becerra, E. P. (2012). *Revisión de especies de ácaros depredadores diferentes a Phytoseiulus persimilis athia - herriot para control biológico de plagas.* <https://es.slideshare.net/paolitabece/acaros-depredadores>

- Beltrán, A., Díaz, Y., García, M., Rodríguez, J., Hernández, Doris., Sánchez, J., Jordán, A. (1997). *Principales ácaros plagas que afectan la Fruticultura Cubana*. <http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1036/cuf0004s.pdf>
- Biobest. (2020). Ficha Técnica: Swirskii Breeding System. <http://www.cultivemacasa.com/data/Swirskii.pdf>
- Buenahora, J. (2014). Utilización de *Amblyseius Swirskii Athias-Henriot* (acari: phytoseiidae), un enemigo natural clave para el manejo integrado de plagas en el cultivo de pimiento en invernadero. [Tesis de graduación, Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, Universidad De La República Oriental Del Uruguay]. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/23938/1/BuenahoraAcostaJos%c3%a9Hermes.pdf>
- Cabello T. (2006). *Evaluación de agentes de control macrobiológico*. [Informe de investigación]. Universidad de Almería. <https://w3.ual.es/personal/tcabello/Temarios/CBTema14Web.pdf>
- Control Bio (2010). *Amblyseius Swirskii (Athias-Henriot, 1962)*. <http://www.controlbiologico.info/index.php/es/organismos-de-control-biologico/ocb-comerciales-enemigos-naturales/amblyseius-swirskii>
- Cruz, AH. (1983). *Plagas del cardamomo*. [Seminario sobre el cultivo del cardamomo (2, 1983, Cobán, GT)]. Memoria Ed. por Mario René Moscoso Carraza. Universidad San Carlos de Guatemala. <https://core.ac.uk/download/pdf/80748226.pdf>
- De Paz, J. (2009). *Fortalecimiento de la cadena productiva de cardamomo (Elettaria cardamomun L. Maton) con énfasis en el asocio de la entomofauna, especies arvenses y fitopatógenos en la Aldea Campur, San Pedro Carchá, Alta Verapaz*. [Trabajo de graduación, Ingeniero Agrónomo en sistema de producción Agrícola en el Grado de Licenciado, Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/9042/1/T-02755.pdf>

Dirección de Sanidad Vegetal, VISAR. (2015). *Plan de Manejo Integrado del Thrips del Cardamomo*. [Proyecto de AdA-Integración, de asociación con Guatemala y la Unión Europea]. <https://es.scribd.com/document/360812661/Manual-de-Plan-de-Manejo-Integrado-de-Thrips-de-Cardamomo>

Dogramaci, M., Kakkar, G., Kumar, V., Chen, J. y Arthur, S. (2022). Ácaro Swirski , *Amblyseius Swirskii* Athias-Henriot (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae.) *Publicación #EENY 565. Departamento de Entomología y Nematología, Extensión UF/IFAS. Universidad de Florida.* <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN1001>

Donis, P. (2016). *Diagnóstico de la plantación joven del cultivo de Macadamia integrifolia (Macadamia) en el sector Zapote, Finca Las Margaritas Oscana S.A., San Francisco Zapotitlán*. [Práctica profesional Supervisada. Técnico en Producción Agrícola. Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Sur Occidente.]

Donis, P. (2020). *Evaluación de dos formas de liberación de Trichogramma exiguum, para el control del barrenador de nuez Ecdytolopha torticornis en el cultivo de macadamia Macadamia integrifolia, en finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez*. [Trabajo de graduación, Ejercicio Profesional Supervisado. Carrera de Agronomía Tropical. Universidad San Carlos de Guatemala.] <http://www.repositorio.usac.edu.gt/17049/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION%20DE%20PEDRO%20PABLO%20DONIS%20KISS.pdf>

El-Laithy, A.Y.M., y Fouly, A.H. (1992). Life table parameters of two phytoseiid predators *Amblyseius scutalis* (Athias-Henriot) and *A. swirskii* Athias – Henriot. *Journal of Applied Entomology* 74 (113). 8–12.

García Escobar, M. (2007). *Evaluación de Trichogramma pretiosum para el control gusano barrenador (strymon basilides) en el cultivo de la Piña (ananas comosus), en la finca Popoyá, Santa Lucía, Cotzumalguapa, Escuintla*. [Tesis Facultad de

Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala].
http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0935.pdf

García, M. (2016). *Monografía de la semilla de cardamomo; Control de calidad*. [Trabajo de graduación, Grado en Farmacia, Universidad de Sevilla, Farmacología, Sevilla]. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/50476/Garc%C3%ADa%20Morlesin%2C%20Mar%C3%ADa.pdf>

González L. y Rodríguez C. (1990). Sciothrips Cardamomi (Ramk.) (Thysanoptera: Thripidae) nueva plaga del cardamomo (Elettaria Cardamomum Maton) en Costa Rica. Manejo integrado de plagas. *Departamento de Entomología, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)*. 18 (16) 36-38.
<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10930/Sciothrips.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

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

Ibol, IB. (2014). Bold Mirror MX. *Clasificación taxonómica del trips en el cultivo de cardamomo*.
<https://www.mexbol.org/bold/index.php?cmd=registros&pagina=20047>

Koppert (2023). *Swirski-Mite LD*. Productos y soluciones, control biológico. Koppert México. <https://www.koppert.mx/swirski-mite-ld/>

Kumaresan, D. (1983). Cardamom thrip control. *The Planters Chronicle* (78): 263-264
<https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10930/Sciothrips.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Lanzoni, A., Martelli, R., y Pezzi, F. (2017). Mechanical release of *Phytoseiulus persimilis* and *A. swirskii* on protected crops. *Revista de insectología*, 45 (2), 245-

250. <http://www.bulletinofinsectology.org/pdfarticles/vol70-2017-245-250lanzoni.pdf>

Lütmann T., N. (1985). *El cardamomo y su cultivo*. Artemis y Edinter. Talleres de Litografías Modernas. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/17/17_0640.pdf
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1755/K10.E2-T.pdf?sequence=1>

Martínez, L. (2008). *Evaluación Microbiológica del aceite de macadamia integrifolia, para su potencial uso cosmético*. [Tesis Facultad de Tecnología. Universidad Tecnológica de Pereira, Escuela de Química. Colombia].
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1830/1/66535A282.pdf>.

Midthassel A, Leather SR., Wright DJ, Baxter IH. (2014). The functional and numerical response of *Typhlodromips swirskii* (Acari: Phytoseiidae) to the factitious prey *Suidasia medanensis*(Acari: Suidasidae) in the context of a breeding sachet. *Biocontrol Science and Technology*, 24(3), 361–374.
https://www.researchgate.net/publication/263144111_The_functional_and_numerical_response_of_Typhlodromips_swirskii_Acari_Phytoseiidae_to_the_factitious_pre_Suidasia_medanensis_Acari_Suidasidae_in_the_context_of_a_breeding_sachet

Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (1991). *Cardamomo (Elettaria cardamomum; Zingiberaceae)*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658cardamomo.pdf>

Nunes, C. y Chub, P. (2018). *Efectividad del inhibidor de quitina (benzoilfenil-urea), triflumoron, en el manejo de Sciothrips Cardamomi Ramk, (Thysanoptera: Thripidae), en el cultivo de cardamomo*. [Documento de investigación de la Cadena de Cardamomo. Departamento de agricultura de los Estados Unidos].
http://cunori.edu.gt/descargas/Inf_Final_Triflumoron_Diagramado.pdf

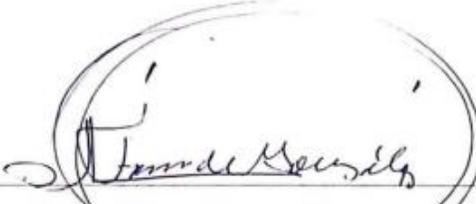
- Palomo, E. (2006). *Evaluación de la eficacia de control de bromuro de metilo y fosfamina sobre Tribolium castaneum (Herbst) y Sitophilus zeamais (Motschulsky) en tratamientos cuarentenarios realizados en el puerto marítimo santo tomas de castilla, Izabal*. [Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://biblos.usac.edu.gt/>
- Pastor, N. (2022). *Diagnóstico de la plantación de Elettaria cardamomum L. Mont "Cardamomo" Zingiberaceae del sector Jaboncillo de finca Las Margaritas, situado en el municipio de San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez*. [Ejercicio Profesional Supervisado. Carrera de Agronomía Tropical. Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Sur Occidente].
- PRIDCA. Programa Universitario para la Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica. (2016). *"Manejo integrado del ecosistema de cardamomo afectado por trips (Sciothrips cardamomi Ramk); como alternativa de adaptación al cambio climático en el departamento, Alta Verapaz, Guatemala, Centro América"*. [Documento de Investigación. Consejo Superior Universitario Centroamericano, CSUCA]. <http://pridca.csuca.org/index.php/blog-dynamic/64-manejo-integrado-del-ecosistema-de-cardamomo-afectado-por-trips-sciotrips-cardamomi-ramk-como-alternativa-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-el-departamento-alta-verapaz-guatemala-centro-america>
- Ramakrishna, T.V. (1935). A new species of thysanoptera from South India (Taeniothrips cardamomi, sp. nov.). *Bulletin Entomological Research* 26 (3): 357-358 <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10930/Sciothrips.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rivera, F. (2001). *Evaluación de N y P, en el rendimiento de cardamomo (Elettaria cardamomum M.), en la serie de suelos tamahu, en aldea choval, Cobán, Alta Verapaz*. [Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad San Carlos de Guatemala]. <http://fausac.usac.edu.gt/tesario/tesis/T-01917.pdf>

- Rodas, A. (2021). Enemigos naturales nativos de mosca blanca (Hemiptera: Aleyrodidae) en el cultivo de ejote francés en Chimaltenango, Guatemala. *Revista Ciencia, Tecnología y Salud*, 6 (2), 98-106. <https://investigacionparatodos.usac.edu.gt/entrevistas/item/110-trips-plaga>
- Rodríguez, L. y Cifuentes, R. (2018). *Evaluación del control del trips del cardamomo (sciothrips cardamomi) (ramakrishna)*. [Tesis, Facultad de Agronomía. Universidad del Valle de Guatemala]. <https://www.uvg.edu.gt/investigacion/proyectos-ceaa/>
- Ruano, R. (2002). *El cultivo de cardamomo (Elettaria cardamomun L.) en Guatemala*. Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola, Guatemala. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2021/06/14/Pastor-Fausto.pdf>
- Sandoval, A. (2006). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión, comercialización (Producción de cardamomo)*. [Tesis de Licenciatura en Administración de Empresas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas, Cobán]. http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0722_v1.pdf
- Sinaj, J. (2007). *Costos y rentabilidades de unidades agrícola (Producción de cardamomo)*. [Tesis de Licenciado en Contador Público y auditor, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciencias Económicas]. https://pronacom.org/wp-content/uploads/library/biblioteca_4_cardamomo.pdf
- Smith H., A. y Capinera J., L. (2019). Infestación del maíz por el gusano cogollero (Lepidoptera: Noctuidae) en las zonas agroecológicas de Togo y Ghana en África occidental, 3 años después de su invasión. *Entomología ambiental* 49(3), 645-650. <https://bioone.org/journals/environmental-entomology/volume-49/issue-3/nvaa048/Maize-Infestation-of-Fall-Armyworm-Lepidoptera--Noctuidae-Within-Agro/10.1093/ee/nvaa048.short>

Swirski, E., Amitai, S. y Dorzia, N. (1967). Laboratory studies on the feeding, development and reproduction of the predaceous mites *Amblyseius rubini* Swirski and Amitai and *Amblyseius swirskii* Athias (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. *Israel Journal of Agricultural Research* 17(2). 101-118.
<https://eurekamaq.com/research/024/931/024931908.php>

Van-Lenteren, J.C. (2011). The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *Revista BioControl*, 57 (3) 1- 20.

Zamora, J. E., Martínez, N., Guerrero, M., Fuentes, J. y Hernández, C. (2004).
Ácaros depredadores: familia Phytoseiidae.
<http://controlbiologico.info/index.php/es/%20es/organismos-de-control-biologico/fauna-auxiliar-iberica/acaros-depredadorescontrol-biologico/fitoseidos>

Vo.Bo. 
Lcda. Ana Teresa de González
Bibliotecaria CUNSUROC



X. ANEXOS

Tabla 25. Datos de grado de daño (%) en cápsula de cardamomo de la primera cosecha en el mes de julio.

PORCENTAJE DE DAÑO EN LA PRIMERA COSECHA						
BLOQUE	Tratamiento	Buenos	Ziper 0-33%	34-66%	67-100%	
I	1	45	26	13	16	100
I	2	76	16	8		100
I	3	70	21	8	1	100
I	4	84	11	5		100
I	5	86	10	4		100
I	6	75	16	9		100
II	1	53	19	26	2	100
II	2	69	20	9	2	100
II	3	87	9	4		100
II	4	95	5			100
II	5	85	13	1	1	100
II	6	82	7	8	3	100
III	1	45	25	25	5	100
III	2	87	8	4	1	100
III	3	88	11	1		100
III	4	96	4			100
III	5	83	14	3		100
III	6	89	9	2		100
IV	1	33	28	31	8	100
IV	2	47	38	15		100
IV	3	55	22	16	7	100
IV	4	30	31	28	11	100
IV	5	54	26	14	6	100
IV	6	76	16	8		100

Tabla 26. Datos de grado de daño (%) en cápsula de cardamomo de la segunda cosecha en el mes de septiembre.

PORCENTAJE DE DAÑO EN LA SEGUNDA COSECHA						
BLOQUE	Tratamiento	Buenos	Ziper 0-33%	34-66%	67-100%	
I	1	32	27	41		100
I	2	79	18	3		100
I	3	78	18	4		100
I	4	59	23	18		100
I	5	94	6			100
I	6	84	11	5		100
II	1	43	36	21		100
II	2	60	26	13	1	100
II	3	92	8			100
II	4	90	10			100
II	5	52	33	14	1	100
II	6	69	28	3		100
III	1	47	26	27		100
III	2	86	12	2		100
III	3	92	7	1		100
III	4	89	8	3		100
III	5	96	2	2		100
III	6	94	6			100
IV	1	45	25	30		100
IV	2	52	35	13		100
IV	3	62	21	17		100
IV	4	34	31	33	2	100
IV	5	92	6	2		100
IV	6	37	43	20		100



Figura 25. Cosechas realizadas durante la evaluación de densidades.



Figura 26. Evaluación de grado de daño causado por trips la cápsula de cardamomo

Tabla 27. Costos de evaluación para el control biológico del trips en el cultivo de cardamomo.

COSTOS DE EVALUACIÓN PARA EL CONTROL BIOLÓGICO DEL TRIPS EN CARDAMOMO				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVESTIGACIÓN / Ha
COSTOS FIJOS				
1. MANO DE OBRA				Q1.584,00
1.1 Preparación del experimento	Jornal	2	88,00	176,00
1.2. Manejo de tejido	Jornal	7	88,00	616,00
1.3. Cosecha	Jornal	9	88,00	792,00
2. INSUMOS				Q152,00
2.1. Pita	Rollo	1	70,00	70,00
2.2. Nylon de color	Yarda	20	2,50	50,00
2.3. Bolsas de Nylon de arroba	Ciento	1	15,00	15,00
2.4. Maskin tape	Unidad	1	8,75	8,75
2.5. Marcador permanente	Unidad	1	8,25	8,25
TOTAL COSTOS FIJOS				Q1.736,00
COSTOS VARIABLES				
1. COSTO DE PRODUCTO BIOLÓGICO				
1.1. Tratamiento 1: Testigo (sin aplicación)	Unidad	0	Q0,00	Q0,00
1.2. Tratamiento 2: 125 sobres/ ha	Unidad	125	Q548,00	Q548,00
1.3. Tratamiento 3: 75 sobres/ha	Unidad	75	Q328,80	Q328,80
1.4. Tratamiento 4: 100 sobres/ha	Unidad	100	Q438,40	Q438,40
1.5. Tratamiento 5: 150 sobres/ha	Unidad	150	Q657,60	Q657,60
1.6. Tratamiento 6: 175 sobres/ha	Unidad	175	Q767,20	Q767,20
TOTAL COSTOS VARIABLES				Q2.740,00
COSTOS TOTALES (CT = CF + CV)				
COSTOS TOTALES T1: Testigo Absoluto (sin aplicación)				Q1.736,00
COSTOS TOTALES T2: 125 sobres/ha				Q2.284,00
COSTOS TOTALES T3: 75 sobres/ha				Q2.064,80
COSTOS TOTALES T4: 100 sobres/ha				Q2.174,40
COSTOS TOTALES T5: 150 sobres/ha				Q2.393,60
COSTOS TOTALES T6: 175 sobres/ha				Q2.503,20

Tabla 28. Eficacia (%) del agente biológico sobre el control de trips por tratamiento.

Tratamientos	Fórmula	Eficacia (%)
Testigo Relativo T2 = 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(6752 \times 3075)}{(11918 \times 9509)} \right) \times 100$	82%
T3 = 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(7969 \times 2372)}{(11918 \times 9509)} \right) \times 100$	83%
T4 = 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(5902 \times 2519)}{(11918 \times 9509)} \right) \times 100$	87%
T5 = 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(7338 \times 2115)}{(11918 \times 9509)} \right) \times 100$	86%
T6 = 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(6594 \times 2108)}{(11918 \times 9509)} \right) \times 100$	88%

Tabla 29. Efecto (%) del ácaro como control biológico sobre el trips.

Tratamientos	Fórmula	Efecto (%)
T2 Testigo Relativo: 31,250 individuos/ha (125 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(4914)}{(10714)} \right) \times 100$	54%
T3: 18,750 individuos/ha (75 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(5171)}{(10714)} \right) \times 100$	52%
T4: 25,000 individuos/ha (100 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(4211)}{(10714)} \right) \times 100$	61%
T5: 37,500 individuos/ha (150 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(4726)}{(10714)} \right) \times 100$	56%
T6: 43,750 individuos/ha (175 sobres/ha)	$= \left(1 - \frac{(4351)}{(10714)} \right) \times 100$	59%



Mazatenango, 27 de noviembre de 2023.

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

Respetable Doctor Otzoy:

Por este medio me dirijo a usted, deseando éxitos en la coordinación de la Carrera.

El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado: "Evaluación de densidades de *Amblyseius swirskii* para el control de *Sciothrips cardamomi* R. "trips" en *Elettaria cardamomum* L. "cardamomo", Finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez."; presentado por la estudiante T.P.A María Fernanda Morales Estrada, quien se identifica con número de carné 201740774 de la carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el Reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que la 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.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona
Profesor Asesor y Supervisor
Carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical
Centro Universitario de Sur Occidente
Universidad de San Carlos de Guatemala



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
AGRONOMIA TROPICAL
Mazatenango, Suchitepéquez, Gt.

Mazatenango, 29 enero de 2024

Lic. Luis Carlos Muñoz López
Director en Funciones
Centro Universitario de Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Sr. Director

Con fundamento en el normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que la estudiante T.P.A. **María Fernanda Morales Estrada, Carné: 201740774**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **Evaluación de densidades de *Amblyseius swirskii* "ácaro depredador" para el control de *Sciothrips cardamomi* R. "trips" en *Elettaria cardamomum* L. "cardamomo", Finca Las Margaritas, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez**, el cual fue asesorado por el Ing. Agr. M.Sc. Héctor Rodolfo Fernández Cardona, lo que se evidencia con la nota adjunta que he revisado previamente.

Como coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical, hago constar que la estudiante T.P.A. Morales Estrada, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su consideración el documento adjunto, para que continúe con el trámite correspondiente para su graduación.

Sin otro particular, esperando haber cumplido satisfactoriamente con la responsabilidad inherente al caso, le reitero las muestras de mi consideración y estima. Deferentemente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales
Coordinador de la Carrera de Agronomía Tropical



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

CUNSUROC/USAC-I-038-2024

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, nueve de abril de dos mil veinticuatro_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE *Amblyseius swirskii* "ACARO DEPREDAADOR" PARA EL CONTROL DE *Sciothrips cardamomi* R. "Trips" EN *Elettaria cardamoum* L., "CARDAMOMO", FINCA LAS MARGARITAS SAN FRANCISCO ZAPOTITLÁN, SUCHITEPÉQUEZ", de la estudiante: **María Fernanda Morales Estrada** Carné: 201740774 CUI: 2883 59127 1001 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris