

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias de la Vida

Diseño de un sistema de multiplicación y mantenimiento de poblaciones de organismos benéficos mediante el uso de plantas refugio.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA AGRÍCOLA Y BIOLÓGICA

Presentado por:

Andrea Nathaly Calero Romero

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi abuelo Luis Humberto Calero. Hace 10 años, no lo habríamos adivinado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres, a mis abuelas y a toda mi familia por el apoyo durante los últimos 5 años. A mis maestros apasionados. Gracias a mis amigos, por hacer de este viaje la aventura más especial que he vivido. Y gracias a la vida, que me ha dado tanto...

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; yo, Andrea Nathaly Calero Romero doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Autor 1

EVALUADORES

Ma. Isabel Jiménez Feijoo, Ph,D

PROFESOR DE LA MATERIA

Lisbeth Espinoza Lozano, DPM

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Las pérdidas ocasionadas por la presencia de plagas en cultivos pueden alcanzar el 40% de la producción total, afectando la rentabilidad de los agricultores y su seguridad alimentaria, así como la de los consumidores. El uso de enemigos naturales para el control de plagas ha adquirido importancia en los últimos años, como sustituto de los productos químicos aplicados al suelo y los cultivos. Sin embargo, la falta de conocimientos acerca de las metodologías para su preservación a lo largo del tiempo trae como consecuencia la reducción de sus poblaciones y la necesidad de adquisiciones constantes del organismo, lo cual puede aumentar los costos de producción. Por esta razón, en este proyecto se realizó un levantamiento de información acerca de especies vegetales que pudieran ser utilizadas como refugio y suministro de alimento para dichos organismos. Posteriormente se realizó la revisión bibliográfica y selección del enemigo natural y un insecto plaga para su inoculación en las especies vegetales estudiadas. Para el diseño del sistema se utilizó la metodología de bloques al azar, con el objetivo de reducir los efectos de luz y viento en el área de estudio. Finalmente se realizó el conteo del número de benéficos presentes en las plantas hospederas y se analizó los resultados mediante un programa estadístico. Los resultados revelaron que la especie con mayor número de enemigos naturales conservados fue "*Tagetes erecta*" y los individuos con mayor adaptación pertenecieron a las familias Phytoseiidae y Coccinelidae.

Palabras clave: Enemigos naturales, plagas, plantas refugio, diseño.

ABSTRACT

Losses caused by the presence of pests in crops can reach 40% of total production, affecting the profitability of farmers and their food security, as well as that of consumers. The use of natural enemies for pest control has gained importance in recent years, as a substitute for chemicals applied to the soil and crops. However, the lack of knowledge about the methodologies for their preservation over time leads to the reduction of their populations and the need for constant acquisitions of the organism, which can increase production costs. For this reason, in this project a survey of information about plant species that could be used as shelter and food supply for said organisms was carried out. Subsequently, the bibliographic review and selection of the natural enemy and a pest insect were carried out for their inoculation in the studied plant species. For the design of the system, the random block methodology was used, with the aim of reducing the effects of light and wind in the study area. Finally, the number of beneficials present in the host plants was counted and the results were analyzed using a statistical program. The results revealed that the plant species with the highest number of conserved natural enemies was "Tagetes erecta" and the individuals with the greatest adaptation belonged to the Phytoseiidae and Coccinelidae families.

Keywords: Natural enemies, pests, banker plants, design.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| EVALUADORES | 5 |
| RESUMEN | I |
| <i>ABSTRACT</i> | II |
| ÍNDICE GENERAL | III |
| ÍNDICE DE TABLAS | V |
| CAPÍTULO 1 | 7 |
| 1. Introducción | 7 |
| 1.1 Descripción del problema | 7 |
| 1.2 Justificación del problema | 8 |
| 1.3 Objetivos | 8 |
| 1.3.1 Objetivo General | 8 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 8 |
| 1.4 Marco teórico | 9 |
| 1.4.1 Control biológico: Una alternativa para manejo integrado de plagas..... | 9 |
| 1.4.2 Organismos benéficos. | 11 |
| 1.4.3 Plantas refugio: Metodología para la conservación de insectos benéficos. | 15 |
| CAPÍTULO 2 | 18 |
| 2. Metodología | 18 |
| 2.1 Área de estudio..... | 19 |
| 2.2 Elección de especies vegetales para su estudio como plantas refugio..... | 20 |
| 2.3 Elección de controlador biológico y presa como componentes del sistema.. | 20 |
| 2.4 Diseño y análisis del sistema..... | 21 |
| 2.4.1 Distribución y manejo del sistema..... | 21 |

| | | |
|--------------|--|----|
| 2.4.2 | Análisis del sistema..... | 23 |
| CAPÍTULO 3 | | 25 |
| 3. | Resultados Y ANÁLISIS | 25 |
| 3.1 | Elección de especies vegetales para el ensayo..... | 25 |
| 3.2 | Controladores biológicos y presas..... | 26 |
| 3.3 | Evaluación del sistema: identificación del mejor tratamiento y el organismo mejor conservado. | 28 |
| CAPÍTULO 4 | | 45 |
| 4. | Conclusiones Y Recomendaciones | 45 |
| | Recomendaciones | 45 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 46 |
| APÉNDICES | | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Órdenes y familias relevantes de organismos depredadores (Clase: Insecta) | 12 |
| Tabla 2. Órdenes y familias relevantes de organismos parasitoides (Clase: Insecta). | 14 |
| Tabla 3. Órdenes y familias de controladores biológicos (Clase: Arachnida)..... | 15 |
| Tabla 4. Descripción general de especies vegetales utilizadas como hospederas... 25 | 25 |
| Tabla 5. Descripción del benéfico y la presa utilizados en el ensayo de validación... 26 | 26 |
| Tabla 6. Familias de organismos benéficos y fitófagos nativos..... 27 | 27 |
| Tabla 7. ANOVA del 6 de diciembre. 28 | 28 |
| Tabla 8. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad. 29 | 29 |
| Tabla 9. Prueba de Tukey..... 30 | 30 |
| Tabla 10. ANOVA del 16 de diciembre. 31 | 31 |
| Tabla 11. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad. 31 | 31 |
| Tabla 12. Valor p para prueba de Welch. 32 | 32 |
| Tabla 13. ANOVA del 5 de enero. 33 | 33 |
| Tabla 14. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad. 34 | 34 |
| Tabla 15. Prueba de Tukey..... 34 | 34 |
| Tabla 16. Familias registradas por especie de planta hospedera. 36 | 36 |
| Tabla 17. ANOVA del 6 de diciembre. 38 | 38 |
| Tabla 18. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad. 39 | 39 |
| Tabla 19. Prueba de Tukey..... 39 | 39 |
| Tabla 20. ANOVA del 16 de diciembre. 40 | 40 |
| Tabla 21. Valor p de pruebas de normalidad y homocedasticidad..... 40 | 40 |
| Tabla 22. Prueba de Kruskal Wallis 41 | 41 |
| Tabla 23. ANOVA para promedio de individuos presentes por familia..... 41 | 41 |
| Tabla 24. Valor p de prueba de normalidad y homocedasticidad..... 42 | 42 |
| Tabla 25. Prueba de Kruskal Wallis..... 42 | 42 |
| Tabla 26. Porcentaje de fitófagos presentes en <i>T. erecta</i> 44 | 44 |

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La tendencia de la agricultura sostenible basada en la reducción de pesticidas, con el objetivo de proteger la salud de los consumidores, el medio ambiente y reducir el desarrollo de mecanismos de resistencia por parte de los patógenos, ha permitido el surgimiento del control biológico como una técnica del “Manejo Integrado de Plagas” (MIP) (Rubio & Fereres, 2005). Esta técnica, que consiste en reducir las poblaciones de insectos fitófagos y la presencia de enfermedades por debajo del umbral económico, mediante el uso de organismos antagonistas que actúan como depredadores, parasitoides o entomopatógenos de la plaga en cuestión (Badii & Abreu, 2006) es ampliamente utilizada en la producción de cultivos bajo invernadero en países de Europa y Estados Unidos (Alvear, 2013).

Desde el año 2013, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha elaborado ensayos en laboratorio, pruebas en campo y participado en congresos sobre el uso de controladores biológicos en plagas. Actualmente, la superficie agrícola de Ecuador que utiliza control biológico alcanza las 200,000 hectáreas, representando el 1,66% de la superficie agrícola total de acuerdo con el censo elaborado por el INEC en mayo de 2020 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020). Sin embargo, a diferencia de países como Estados Unidos, estudios acerca de la incorporación de especies vegetales en sistemas de producción como parte de control biológico no se han elaborado en Ecuador.

1.1 Descripción del problema

El problema tiene base en la escasez de conocimientos, por parte de los pequeños, medianos y grandes agricultores, acerca del uso de plantas refugio como componente de un sistema de conservación de organismos benéficos para el control de plagas dentro de la producción de cultivos bajo invernadero, y la aplicación de insumos químicos como una práctica tradicional que en la actualidad promueve el desarrollo de resistencia de las plagas, pérdida de la biodiversidad y que, hasta el 2016, se aplicaba en el 50% y 78% de la superficie de cultivos permanentes y transitorios, respectivamente (INEC, 2016).

1.2 Justificación del problema

La creciente demanda de productos agrícolas producidos bajo los parámetros de alguna certificación orgánica exige a los agricultores la implementación de nuevas tecnologías para abrirse camino en el mercado actual. La falta de información acerca de técnicas de producción sustentable, sobre todo para los pequeños agricultores, establece una brecha entre ellos y mejores oportunidades de mercado, por lo que es necesario la elaboración de este trabajo para la difusión de información en beneficio de ellos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de multiplicación y mantenimiento para poblaciones de organismos benéficos mediante el uso de plantas refugio para control de insectos plaga.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Seleccionar las especies vegetales para la medición de su capacidad como planta refugio en condiciones semicontroladas.
2. Seleccionar la especie de enemigo natural para su multiplicación y conservación en condiciones semicontroladas.
3. Medir la capacidad de las especies vegetales seleccionadas para soportar poblaciones de organismos benéficos en el tiempo.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Control biológico: Una alternativa para manejo integrado de plagas.

1.4.1.1 Generalidades, ventajas y desventajas.

El control biológico en el contexto de la agricultura se define como el uso de artrópodos como insectos y arácnidos, o microorganismos como bacterias, hongos y virus para la reducción de poblaciones de plagas por debajo del umbral económico en cultivos de interés.

El primer ensayo exitoso del control biológico, como alternativa para la reducción de plagas, se llevó a cabo entre los años 1888 y 1890. Un entomólogo descubrió que la especie "*Rodolia cardinalis*", nativa de Australia, se comportaba como un enemigo natural de la escama algodonosa (Carballo & Guharay, 2004), especie que se había asentado de manera accidental en California afectando los cultivos de cítricos (Nicholls Estrada, 2008). La importación y establecimiento del coccinélido permitió el control de la escama en un período aproximado de un año y medio.

La metodología del control biológico tiene como base teórica el estudio de la dinámica poblacional de la plaga de interés. Mediante el estudio de la densidad de las poblaciones de plagas, el control biológico disminuye el punto de equilibrio del tamaño poblacional de la plaga y aumenta la estabilidad entre el enemigo natural y la plaga (Nicholls Estrada, 2008).

El control biológico, en comparación con los productos químicos, no es absoluto. Es decir, un porcentaje de las poblaciones de plagas se mantienen de manera que sirva de alimento para el organismo benéfico y este pueda asegurar su permanencia en el cultivo (Nicholls Estrada, 2008).

Las principales ventajas del uso del control biológico son:

- Cuando se ha realizado una correcta identificación de la plaga, y se ha analizado los parámetros para su aplicación, los enemigos naturales pueden controlar las plagas de manera eficiente (Nicholls Estrada, 2008).
- El control biológico es específico de la plaga de interés. Por lo tanto, se asegura la conservación de la biodiversidad del agroecosistema (Rubio & Fereres, 2005).
- Con el control biológico evitamos la contaminación ambiental y los perjuicios a la salud humana ya que las cosechas no tienen problemas de persistencia de químicos (Guédez & et al., 2009).
- Poca probabilidad de resistencia generada por las plagas hacia los controladores biológicos (Guédez & et al., 2009).
- En el largo plazo, el control biológico puede establecerse de manera permanente en el cultivo. El tiempo de control es prolongado en comparación con otros métodos de control (Rubio & Fereres, 2005).

Las principales desventajas por el uso del control biológico son las siguientes:

- En comparación con los métodos químicos, el control ejercido por los enemigos naturales no es inmediato. Existe un desfase de tiempo entre el desarrollo de los organismos benéficos y las plagas, lo cual representa un problema para los agricultores que requieren soluciones inmediatas (Guédez & et al., 2009).
- La implementación de esta metodología requiere de investigaciones, para cada caso particular, acerca de la plaga, el enemigo natural y el cultivo (Rubio & Fereres, 2005). Por lo tanto, los recursos económicos que posean los agricultores pueden ser limitantes para su correcto funcionamiento y aplicación (Guédez & et al., 2009).
- La liberación de controladores biológicos, sin la debida investigación, para controlar plagas exóticas introducidas por accidente en un ecosistema, puede además diezmar y desplazar las poblaciones de plagas y antagonistas nativos, lo cual genera un desequilibrio ecológico (Pérez, 2018).

1.4.1.2 Tipos de control biológico.

Existen tres tipos de control biológico: Control biológico clásico, control biológico natural y control biológico aplicado

Control biológico clásico

Consiste en la importación de un organismo exótico para controlar una segunda especie exótica, que se ha establecido en un ecosistema donde no están presentes sus controladores naturales y se ha multiplicado al punto de presentar problemas para las poblaciones nativas (Salas & Salazar, 2003).

Control biológico de conservación

Consiste en aplicación de labores culturales que potencien el desarrollo de los enemigos naturales de la zona y limiten el uso de prácticas que pueden perjudicar sus poblaciones (Rodríguez & et al, 2010).

Control biológico aplicado (Aumentativo)

Consiste en la multiplicación de agentes de control biológico en laboratorio para su posterior liberación masiva en zonas donde las poblaciones son escasas para el control de una plaga (Moraes & et al., 2019).

1.4.2 Organismos benéficos.

1.4.2.1 Clasificación de organismos benéficos por su mecanismo de acción.

De acuerdo con su mecanismo de acción, los organismos benéficos se clasifican de la siguiente manera:

Parasitoides: Insectos que se desarrollan en el interior de huevos, larvas y pupas de otros insectos. Las hembras depositan los huevos en el interior del hospedero y el parasitoide se alimenta de él durante su estadio larvario (Rubio & Fereres, 2005). En el final del proceso, el hospedero muere y el parasitoide pasa al estado de pupa dentro de, o junto a los restos de este. La mayoría de los parasitoides son específicos, pero también hay especies que se consideran polívoros y oligívoros. (Badii & Abreu, 2006).

Depredadores: Los depredadores se alimentan de todos los estadios de sus presas. Generalmente son polívoros u oligóvoros (Badii & Abreu, 2006). Incluye insectos y ácaros depredadores (Arachnida). Ejercen acción durante sus estadios de larva y adulto, el primero para su desarrollo y crecimiento, y el segundo para su reproducción (Nicholls Estrada, 2008).

Entomopatógenos: Se refiere a bacterias, hongos, virus, nemátodos y protozoos utilizados en el control de insectos plaga mediante la ingestión o el contacto con este (Guédez & et al., 2009). Poseen una baja toxicidad de manera natural, por lo que son procesados de manera industrial y llevados al mercado como un insecticida biológico (Badii & Abreu, 2006).

Hongos y bacterias antagonistas: Reguladores de la multiplicación de otros hongos o bacterias mediante métodos de acción diversos (Badii & Abreu, 2006).

1.4.2.2 Clases taxonómicas de organismos benéficos: Insecta y Arachnida.

1.4.2.2.1 Insecta: Órdenes y familias utilizadas como control biológico.

Dentro del grupo de los depredadores, los órdenes y familias de importancia agrícola son:

Tabla 1. Órdenes y familias relevantes de organismos depredadores (Clase: Insecta)

| Orden | Familias | Presas | Especies relevantes |
|------------|---------------|--|--|
| Coleóptera | Coccinellidae | Pulgones, escamas, cochinillas, moscas blancas. | <i>"Harmonia axyridis"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Carabidae | Larvas y pupas de lepidópteros y avispas | <i>"Stethorus punctillum"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Cleridae | Larvas de mariposas, picudos y chicarritas | <i>"Enoclerus lecontei"</i> (Burke & et al., 2010) |
| | Melyridae | Huevos, larvas, pupas y adultos de insectos de tamaño pequeño. | <i>"Hypebaeus flavicollis"</i> (Gamarra & et al., 2009) |

| | | | |
|--------------|----------------|---|--|
| | Staphylinidae | Huevos y larvas de dípteras. | <i>"Aleochara bilineata"</i> (Nicholls Estrada, 2008) |
| Hemiptera | Pentatomidae | Escarabajos, catarinas plaga. | <i>"Podisus maculiventris"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Reduviidae | Pulgones, larvas de mariposa, escarabajos y chicharritas, chinches, abejas. | <i>"Castolus lineatus"</i> (Laiton & et al., 2018) |
| | Anthocoridae | Trips, ninfas de mosca blanca, larvas de mariposa, pulgones y ácaros | <i>"Orius laevigatus"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Nabidae | Pulgones y larvas de mariposa. | <i>"Nabis ferus."</i> (Nicholls Estrada, 2008) |
| | Miridae | Araña roja, trips, ninfas de mosca blanca. (Urbaneja & et al., 2005) | <i>"Nesidiocoris tenuis"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| Neuróptera | Chrysopidae | Larvas atacan a pulgones, cochinilla, mosca blanca, ácaros, minadores, escarabajos y trips. | <i>"Chrysoperla carnea"</i> (Nicholls Estrada, 2008) |
| | Hemerobiidae | Pulgones, insectos de cuerpo blando y larvas de mariposas. | <i>"Hemerobius bolivari"</i> (Reguilón, 2018) |
| Hymenóptera | Vespidae | Depredadores generalistas de insectos y arañas. | <i>"Polistes canadensis"</i> (Zambrano-Montero & et al, 2009) |
| | Sphecidae | Depredadores generalistas. | <i>"Sceliphron fistularium"</i> (Fernández & Castro, 2014) |
| Díptera | Syrphidae | Pulgones y larvas de mariposa. | <i>"Eristalinus taeniops"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Cecidomyiidae | Pulgones, arañas rojas. | <i>"Aphidoletes aphidimyza"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Muscidae | Mosca blanca | <i>"Coenosia attenuata"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Chamaemyiidae | Pulgones, cochinillas | <i>"Leucopis sp."</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
| Mantodea | Mantidae | Generalistas | <i>"Stagmomantis Saussure"</i> (Sucapuca, 2016) |
| Thysanóptera | Aeolothripidae | Trips y otros artrópodos | <i>"Aelothrips intermedius"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |

| | | | |
|--|-----------|---------------------------------|---|
| | Thripidae | Tetraníquidos (arañas y ácaros) | <i>"Scolothrips longicornis"</i> (Urbaneja & et al., 2005) |
|--|-----------|---------------------------------|---|

Obtenido de: (Sucapuca, 2016). Editado por la autora.

Dentro del grupo de los parasitoides, los órdenes y familias de importancia agrícola son:

Tabla 2. Órdenes y familias relevantes de organismos parasitoides (Clase: Insecta).

| Orden | Familias | Hospedero | Especies relevantes |
|-------------|-------------------|--|--|
| Hymenóptera | Aphelinidae | Cochinillas, pulgones, moscas blancas, chinches. | <i>"Encarsia formosa"</i> (Hoddle & et al., 1998) |
| | Braconidae | Larvas de escarabajo, moscas, mariposas, pulgones, chinches | <i>"Diachasmimorpha longicaudata"</i> (Eben & et al., 2000) |
| | Chalcididae | Larvas y pupas de lepidópteras, moscas. | <i>"Chalcis barbara"</i> (Arias & Delvare, 2003) |
| | Encyrtidae | Huevos y larvas de escarabajos, huevos de langostas, cochinillas, moscas, avispas, chinches. | <i>"Encyrtus infelix"</i> (Rodríguez-Velez & et al., 2009) |
| | Figitidae | Larvas de moscas, crisopas y avispas. | <i>"Aganaspis pelleranoi"</i> (Guimaraes & et al., 2003) |
| | Ichneumonidae | Larvas de escarabajos, mariposas y avispas. | <i>"Venturia canescens"</i> (Harvey & et al., 2001) |
| | Mymaridae | Huevos de cicadélidos, grillos, escarabajos, chinches, pulgones, moscas. | <i>"Anagrus frequens"</i> (Triapitsyn & et al., 2004) |
| | Scelionidae | Huevos de 10 órdenes de insectos | <i>"Trissolcus basalís"</i> (Victoriano & et al., 2019) |
| | Torymidae | Huevos de 8 órdenes de insectos | <i>"Glyphomerus flavabdomen"</i> (Zerova & et al., 2008) |
| | Trichogrammatidae | Huevos de mariposas, chinches, escarabajos, trips, moscas, crisopas. | <i>"Tanygrama xiphias"</i> (Yousuf & Shafee, 1987) |

| | | | |
|------------|---------------|--|---|
| Díptera | Tachinidae | Larvas de mariposas, escarabajos, estados inmaduros de chinches. | " <i>Metagonistylum minense</i> " (Ferrer & Guédez, 1990) |
| Coleóptera | Staphylinidae | Huevos, larvas y pupas de dípteras. | " <i>Aleochara bilineata</i> " (Maus & et al., 1998) |

Obtenido de (Margaría & et al., 2018). Editado por autora.

1.4.2.2 Arachnida: Órdenes y familias utilizadas en el control biológico.

Tabla 3. Órdenes y familias de controladores biológicos (Clase: Arachnida)

| Orden | Familias | Presas | Especies relevantes |
|---------|-------------|---|---|
| Acari | Phytoseidae | Tetraníquidos, huevos y larvas de trips, mosca blanca, ácaros plagas, cochinillas. (Rodríguez & et al., 2013) | " <i>Amblyseius Swirskii</i> " (Calvo Robles, 2011) |
| | Stigmaeidae | Ácaros e insectos plaga. (De la Torre & Machado, 2016) | " <i>Agistemus tucumanensis</i> " (De la Torre & Machado, 2016) |
| Araneae | Theriidae | Depredadores generalistas. | " <i>Theridion pinastri</i> " (Urbaneja & et al., 2005) |
| | Salticidae | Hormigas. (Richman & Jackson, 1992) | " <i>Isius hamatus</i> " (Urbaneja & et al., 2005) |

Elaborado por autora.

1.4.3 Plantas refugio: Metodología para la conservación de insectos benéficos.

1.4.3.1 Definición.

El sistema de plantas refugio se define como una estrategia de manejo integrado de plagas en el que se utiliza especies vegetales como hábitat y suministro directo o indirecto de alimento para la conservación y multiplicación de organismos benéficos (Xiao & et al., 2012) que posteriormente se utilizan en la reducción de las poblaciones de la plaga de interés. Las plantas refugio, utilizadas principalmente en invernaderos, son ubicadas estratégicamente entre las hileras del cultivo con el objetivo de permitir la dispersión del enemigo natural desde ellas hacia el cultivo de interés (Payton Miller & Rebek, 2018).

El uso de plantas hospederas pretende mantener las poblaciones de enemigos naturales por largos períodos de tiempo, inclusive cuando el cultivo principal no se encuentre en producción (Gonzalez-Zamora & et al., 1994), o cuando han sido eliminados de este por aplicaciones químicas, reduciendo el número de inoculaciones de los organismos por ciclo de producción. Por eso se dice que esta estrategia se considera una combinación del control biológico aumentativo y el de conservación (Mazzitelli, 2017).

1.4.3.2 Componentes del sistema

El sistema de planta refugio se compone de tres elementos (Payton Miller & Rebek, 2018):

Planta

Se refiere a la especie vegetal del sistema. Tiene como objetivo albergar y asegurar la conservación y la multiplicación del enemigo natural (Yano, 2019). Para la elección de la planta refugio se debe considerar:

- La atracción y el favorecimiento al desarrollo de los enemigos naturales
- Albergar eficazmente a la presa del sistema o generar alimento alternativo como néctar y/o polen.
- Determinar si las especies elegidas son atraentes de vectores que transmitan enfermedades fúngicas o virales (Alomar & Albajes, 2005).
- En el caso de los invernaderos, las plantas refugio deben fácilmente desplazables, de ese modo pueden moverse a zonas con mayor presencia de plagas o pueden ser sacadas del invernadero durante la aplicación de químicos (Payton Miller & Rebek, 2018).

Presa o alimento alternativo

Para asegurar la permanencia del enemigo natural en el sistema cuando disminuyen las poblaciones de plagas, la planta refugio debe proveerle de alimento (Yano, 2019). Para esto, las plantas refugio son inoculadas con especies fitófagas específicas de la hospedera, que sean presas del enemigo natural elegido y que no afecten al cultivo principal (Mazzitelli, 2017). Por otro lado, el

polen y el néctar de las flores producidas por las plantas hospederas pueden ser aprovechadas como alimento alternativo del enemigo natural.

Enemigo natural

Se refiere al controlador biológico que se pretende multiplicar en el sistema. El enemigo natural elegido debe tener un amplio rango de especies para su alimentación, entre ellas, la plaga que se desea controlar y la presa inoculada. Es importante que el controlador no tenga preferencias alimenticias por la presa en lugar de la plaga, pues esto puede disminuir la eficacia del sistema (Mazzitelli, 2017), debido a que los enemigos naturales no emigran desde las hospederas hacia el cultivo y, por lo tanto, no existe control (Yano, 2019). Los enemigos naturales que pueden completar su ciclo alimentándose de polen y/o néctar de las flores pueden ser conservados en el sistema con más facilidad (Payton Miller & Rebek, 2018).

Los tres componentes deben ser estudiados cuidadosamente para que exista una buena relación entre ellos y el sistema funcione.

1.4.3.3 Beneficios del uso de plantas refugio.

- La reducción de pesticidas puede mejorar la calidad del ambiente y mantener la biodiversidad de la zona.
- A diferencia del control biológico aumentativo, el uso de plantas refugio disminuye la necesidad de compra de nuevos controladores biológicos, reduciendo los costos de producción.
- Dado que las poblaciones de organismos benéficos se mantienen en el sitio, se puede considerar como una metodología efectiva de control biológico preventivo. No existe el período de tiempo entre la llegada de la plaga y la aplicación de un insecticida o la liberación de nuevos agentes de control.
- La implementación de plantas hospederas u otro tipo de control biológico no representa una amenaza a la salud de los trabajadores (Payton-Miller & et al., 2017).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Esquema de la metodología planteada:

1) Establecimiento de especies vegetales

1. Levantamiento de información sobre especies vegetales.
2. Selección de las plantas para el ensayo.
3. Aclimatación de especies en área de estudio

2) Elección de presas y benéficos del sistema

1. Definición de variables para elección de la presa y el controlador.
2. Cronograma para liberación de presas y controladores elegidos
3. Considerar presencia de organismos plaga y benéficos de la zona de estudio.

3) Sistema integrado de tres componentes

1. Elaboración y establecimiento del diseño.
2. Definición de variables para evaluación del sistema.
3. Muestreo y evaluación del sistema

Diseño de un sistema de mantenimiento y multiplicación de controladores biológicos

2.1 Área de estudio

El ensayo de validación se realizó en un vivero perteneciente a las instalaciones de la Sociedad Ecuatoriana de Biotecnología de la ESPOL (SEBIOCA), dentro del Campus Gustavo Galindo de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), ubicado en el km 30.5 Vía Perimetral.



Foto 1. Área de estudio y distribución de las plantas. Tomada por: Autora



Ilustración 1. Ubicación del ensayo experimental (Vivero) en la ESPOL. Tomado de: Google Earth

2.2 Elección de especies vegetales para su estudio como plantas refugio

Para la elección de las especies vegetales se levantó información acerca de las características morfológicas y de fitosanidad necesarias para desempeñar el papel como hospederas. Además, estudios realizados sobre el tema mostraron que existen diferencias en la capacidad que poseen diversas familias estudiadas para albergar organismos benéficos. Por esta razón, durante el diseño experimental se utilizó especies pertenecientes a tres familias diferentes. Con esta información, se elaboró una lista con especies medicinales, ornamentales, y aromáticas de fácil adquisición en viveros. Finalmente, se revisó y comparó los requerimientos edafoclimáticos de cada especie con las condiciones meteorológicas del área de estudio, y se eligió a aquellas que pudieran desarrollarse bajo dichas condiciones. Las plantas seleccionadas fueron compradas en un vivero y pasaron por un proceso de aclimatación durante 17 días.

2.3 Elección de controlador biológico y presa como componentes del sistema.

Controlador biológico

Se elaboró una revisión bibliográfica a la familia Phytoseidae. Los individuos de esta familia son polífagos, y tienen potencial como depredadores de ácaros tetránquidos, moscas blancas, trips, y escamas. Los Fitoseidos se han estudiado desde hace poco más de 40 años y algunas especies de esta familia han sido utilizadas satisfactoriamente en programas de control biológico en cultivos bajo invernadero (Rodríguez & et al., 2013). Se revisó acerca de empresas distribuidoras en el país y las especies de controladores biológicos disponibles para la venta. Finalmente, se escogió la especie que pudiera adaptarse a las condiciones meteorológicas de la zona.

Presa.

Conociendo los hábitos alimenticios del organismo benéfico, se elaboró una lista de organismos que podrían ser utilizados como presa en el sistema. No se consideró el efecto de la presa en los cultivos, debido a que el estudio no llegó a la etapa de pruebas en campo. Debido a que el envase adquirido que contenía los

organismos benéficos también poseía una segunda población de ácaros utilizados como alimento alternativo para mantener a población del controlador biológico durante el transporte desde la fábrica hasta el usuario, esta fue seleccionada como la presa alternativa para el estudio.

Organismos benéficos y plagas nativos.

Se permitió la colonización de las plantas por parte de insectos plaga y controladores biológicos de la zona de estudio. Una primera observación, llevada a cabo tres días después de la distribución de las plantas, reveló que individuos de mosca blanca, pulgones y avispas, se desarrollaban en las hojas y flores de las plantas.

2.4 Diseño y análisis del sistema

2.4.1 Distribución y manejo del sistema

Distribución

El diseño se elaboró con base en la metodología de bloques aleatorios, para reducir los efectos de sombra causados por los árboles circundantes y el viento. Se definió cinco bloques (repeticiones), compuestos por cuatro grupos de estudio (tratamientos) dispuestos de manera lineal en sentido de este a oeste, sobre mesas de trabajo de 1,10m de altura. Cada grupo se conformó por cuatro plantas de una misma especie, ubicadas en fundas, en los vértices de un cuadrado imaginario separadas por una distancia de 0.30m. Se fijó un metro de distancia entre bloques y entre los grupos de un mismo bloque.

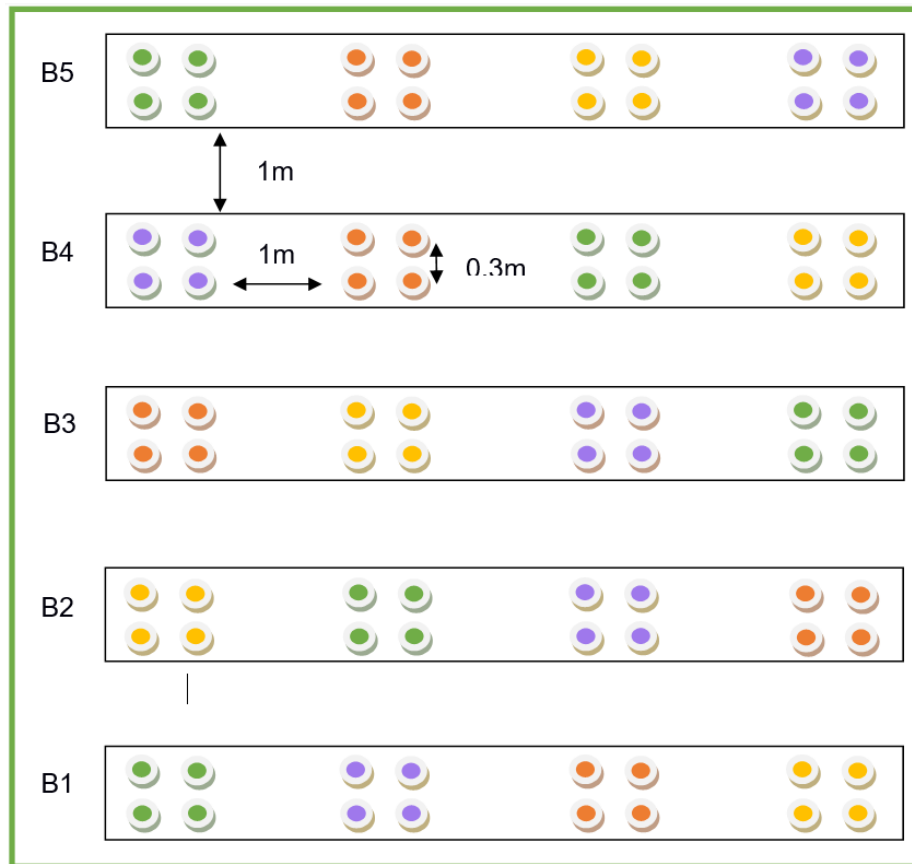


Ilustración 2. Distribución de las plantas en el ensayo de validación.

Manejo del sistema

Una vez distribuidas, las plantas fueron regadas a diario de manera manual hasta que el sustrato estuviera uniformemente húmedo. Tres días después, las plantas fueron trasplantadas a fundas de mayor tamaño y se utilizó tierra de sembrado comercial. Se realizó dos fertilizaciones: la primera 8 días después de la distribución de las plantas y la segunda 36 días después de iniciado el estudio. Se colocó 1.5 gramos de un fertilizante completo con 12% de nitrógeno, 12% de fósforo, 17% de potasio y 2% de magnesio y otros micronutrientes. El fertilizante se colocó en el suelo a una pulgada de distancia del tallo, aproximadamente. Una de las especies seleccionadas presentó problemas de hongos, por lo que, se aplicó un fungicida a base de cobre para su control. Se realizó dos aplicaciones: la primera en el día 16, y la segunda en el día 28.

Incorporación de presa y depredador

Después del período de aclimatación de las plantas, se realizó la aplicación de las presas y los organismos benéficos (Día 17). Sobre el follaje y las flores de las plantas, se dispersó una cantidad total aproximada de 40 ácaros benéficos y 40 individuos presa. Poblaciones de mosca blanca, pulgón, larvas de lepidóptera, larvas y adultos de coccinélidos y avispas parasitoides nativas de la zona se encontraban presentes al momento de la liberación de la presa y el depredador.

2.4.2 Análisis del sistema

Muestreo

Para esto, se realizó un muestreo que consistió en la toma de 5 hojas de las plantas de cada grupo, dando un total de 20 hojas por grupo (tratamiento). Las hojas fueron tomadas de la parte baja, media y alta de la planta y colocadas en placas de Petri para su posterior inspección. Se realizó el conteo y registro de los benéficos, fitófagos y fitófagos depredados, incluyendo los individuos nativos de la zona, y se obtuvo los promedios de cada tipo de organismo para cada tratamiento por cada repetición

Análisis

Se identificó el tratamiento con mayor conservación de organismos benéficos y el organismo mejor adaptado. Para el primero se elaboró un Análisis de Varianza a los promedios de organismos benéficos por tratamiento, utilizando el software "R studio". Se elaboró la gráfica de residuales, pruebas de Shapiro - Wilk y Bartlett para verificar independencia, normalidad y homocedasticidad de los datos recopilados. Finalmente, se elaboró prueba de Tukey para identificar el mejor tratamiento.

En el caso del organismo mejor adaptado, el ANOVA se aplicó al promedio de benéficos por familia identificada, utilizando el mismo software y pruebas estadísticas. Cuando los datos carecieron de normalidad u homocedasticidad, se utilizó la prueba de Welch y Kruskal Wallis para determinar diferencia entre los tratamientos. Se realizaron tres muestreos, los dos primeros durante la época seca, y el tercero durante la estación lluviosa. Debido a la diferencia de variables meteorológicas en cada muestreo, se elaboró un análisis estadístico independiente para cada uno de ellos.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Elección de especies vegetales para el ensayo.

Las especies vegetales utilizadas en el ensayo para desempeñar el papel de hospederas fueron:

Tabla 4. Descripción general de especies vegetales utilizadas como hospederas.

| Nombre común | Nombre científico | Descripción |
|-----------------------------|---------------------------------|--|
| Perejil | <i>"Petroselinum crispum"</i> | Familia: Apiaceae Origen: Zona mediterránea. Temperatura: 16 – 20°C (óptimas). Suelos: Profundos, sueltos y bien provistos de materia orgánica. Uso: Condimento de alimentos (Molina-Vivas, 2014). |
| Flor de muerto, Marigold | <i>"Tagetes erecta"</i> | Familia: Asteraceae. Origen: México. Temperatura: 20 – 45°C. Suelos: franco-arenosos, buen porcentaje de materia orgánica. Uso: ornamental, medicinal y alimento para aves de corral (Marin-Cardona, 2001). |
| Manzanilla | <i>"Matricaria chamomilla"</i> | Familia: Asteraceae. Origen: Europa. Temperatura: 15 y 23°C. Suelos: poco exigente, buen drenaje. Uso: medicinal, elaboración de perfumes, jabones entre otros (González-López, 2012). |
| Lavanda | <i>"Lavandula angustifolia"</i> | Familia: Lamiaceae. Origen: Europa. Temperatura: Soporta heladas y sequías. Suelos: Ligeros, areno-arcillosos, con buen drenaje. Uso: Infusiones, colonias, pomadas (Departamento de Agricultura, Silvicultura y Pesca de República de Sudáfrica., 2009). |

Elaborado por autora.

Tres de las cuatro especies presentaron buen desarrollo a lo largo del ensayo. A partir del día 10 del ensayo, *M. chamomilla* presentó problemas de hongos. A pesar

de las aplicaciones de fungicidas, el 80% de las plantas presentó marchitez antes del tercer muestreo.

3.2 Controladores biológicos y presas

El levantamiento de información acerca de la familia Phytoseiidae reveló que, de acuerdo con sus hábitos alimenticios o su estilo de vida, los ácaros se dividen en cuatro categorías: Tipo I; tipo II; tipo III; y tipo IV. La categoría de clasificación “Tipo III” se designa a las especies que se comportan como depredadores generalistas y se alimentan de ácaros fitófagos, algunas familias de insectos, nemátodos y polen de plantas. Se contactó con KOPPERT Biological Systems, empresa proveedora de enemigos naturales para el control de plagas, para conocer acerca de su inventario de ácaros depredadores. Al momento de la consulta, KOPPERT poseía seis especies de ácaros depredadores, de las que se seleccionó “*Amblyseius swirskii*” como el controlador biológico para el ensayo. El envase que contenía *A. swirskii* incluía también a *Carpoglyphus lactis*, esta especie fue seleccionada como presa para la multiplicación del organismo benéfico.

Tabla 5. Descripción del benéfico y la presa utilizados en el ensayo de validación

| Organismo | Descripción |
|---|---|
| Benéfico: <i>Amblyseius swirskii</i> | Ácaro depredador de la familia Phytoseiidae. Distribución: Países mediterráneos. Clasificación: Tipo III (Depredador generalista de huevos y ninfas de homópteras, y estadios juveniles de thysanopteras y ácaros fitófagos). Utilizando a partir del año 2005 como controlador biológico en diversos cultivos. Ciclo biológico: 5 estadios; duración: de 5 a 7 días. Temperaturas: 31.5°C (óptima); 11.3 a 37.4°C (Umbrales) (Buenahora-Acosta, 2014). |
| Presa: <i>Carpoglyphus lactis</i> | Ácaro de los alimentos almacenados, perteneciente a la familia Carpoglyphidae. Afecta principalmente, a productos ricos en sacarosas, como frutas secas y confitadas y bebidas dulces. Puede causar acariasis intestinal, y otras |

| | |
|--|---|
| | condiciones médicas (Xiao-Dong & et al., 2015). Este ácaro es utilizado en la cría masiva de <i>Amblyseius swirskii</i> y el sistema de cría está patentado por KOPPERT Biological Systems (Rodríguez & et al., 2013). |
|--|---|

Elaborado por autora

Además, durante el muestreo se identificó las siguientes familias de organismos benéficos y fitófagos.

Tabla 6. Familias de organismos benéficos y fitófagos nativos.

| BENÉFICOS | FITÓFAGOS |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • APHELINIDAE • MYMARIDAE • DIAPRIIDAE • ARANEAE • CHRYSOPIDAE • COCCINELIDAE | <ul style="list-style-type: none"> • Aphididae • Thripidae • Formicidae • Aleyrodidae • Peudococcidae • Lepidóptera (Orden. Familia desconocida) • Hemiptera (Orden. Familia desconocida) • Tetranychidae • Curculionidae • Nitidulidae • Tenebrionidae • Ptinidae • Cicadellidae • Flatidae |

Entre los fitófagos totales identificados el 34.4% perteneció a *Carpoglyphus lactis*, la presa inoculada. El 21.68% perteneció a la familia Aphididae; el 10.84% a individuos de Aleyrodidae; el 14.32% a individuos de Thripidae; y el 11.73% a individuos de Tetranychidae

3.3 Evaluación del sistema: identificación del mejor tratamiento y el organismo mejor conservado.

Identificación del mejor tratamiento

Se consideró dos variables: Grupo (tratamiento) y promedio de benéficos. Siendo Grupo la variable independiente que corresponde a las cuatro especies vegetales utilizadas: Perejil, manzanilla, marigold, y lavanda; y promedio de benéficos la variable de respuesta. Se utilizó Análisis de Varianza (ANOVA) para comparar las medias de benéficos por cada grupo y establecer la existencia del grupo con comportamiento diferente. Se utilizó prueba de Tukey para identificar al grupo que presentó diferencia.

Muestreo del 6 de diciembre de 2020

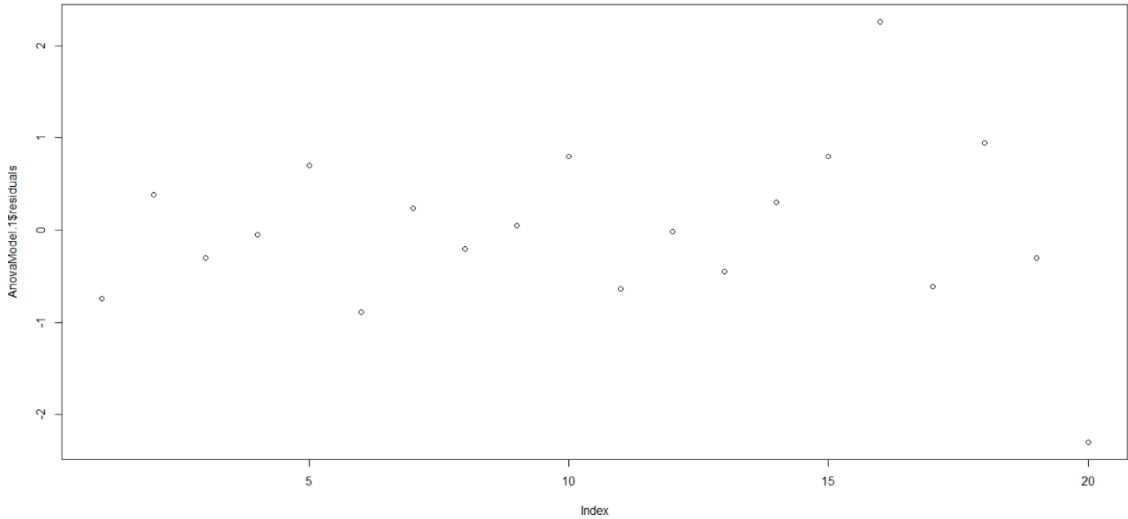
La Tabla 7 muestra el resumen del ANOVA realizado al muestreo del 6 de diciembre de 2020. La tabla muestra los grados de libertad (DF), la suma de cuadrados (Sum Sq), el valor F (F value) y la probabilidad de error (Pr(>F)). Cuando el valor F es mayor a 1 y la probabilidad de error es menor a 0.05 entonces se afirma que existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 7. ANOVA del 6 de diciembre.

| | <i>Df</i> | <i>Sum Sq</i> | <i>Mean Sq</i> | <i>F value</i> | <i>Pr(>F)</i> |
|------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| <i>GRUPO</i> | 3 | 33.53 | 11.178 | 8.426 | 0.00278** |
| <i>BLOQUE</i> | 4 | 6.11 | 1.527 | 1.151 | 0.37967 |
| <i>Residuals</i> | 12 | 15.92 | 1.327 | | |

Nivel de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '' 1

En este caso, el valor F es superior a 1 y $Pr(>F) < 0.05$, por lo que existió al menos un tratamiento con comportamiento de media diferente. El objetivo de los bloques fue minimizar el efecto de la sombra sobre los tratamientos y como lo indica el valor F, no existió diferencia entre ellos. Los asteriscos junto a Pr(>F) indican el nivel de significancia, que en este caso es 0.01. La probabilidad arrojada por la prueba de Tukey se compara con este valor para la identificación del tratamiento con comportamiento diferente.



Gráfica 1. Gráfica de residuales.

En la Gráfica 1 se muestra los valores residuales obtenidos del ANOVA. La distribución de los puntos en línea horizontal comprueba la independencia entre las variables Bloque y Grupo. Es decir, el arreglo de los bloques no afecta los resultados de los tratamientos. La independencia entre variables es requisito para dar veracidad a los resultados arrojados por el ANOVA.

Tabla 8. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad.

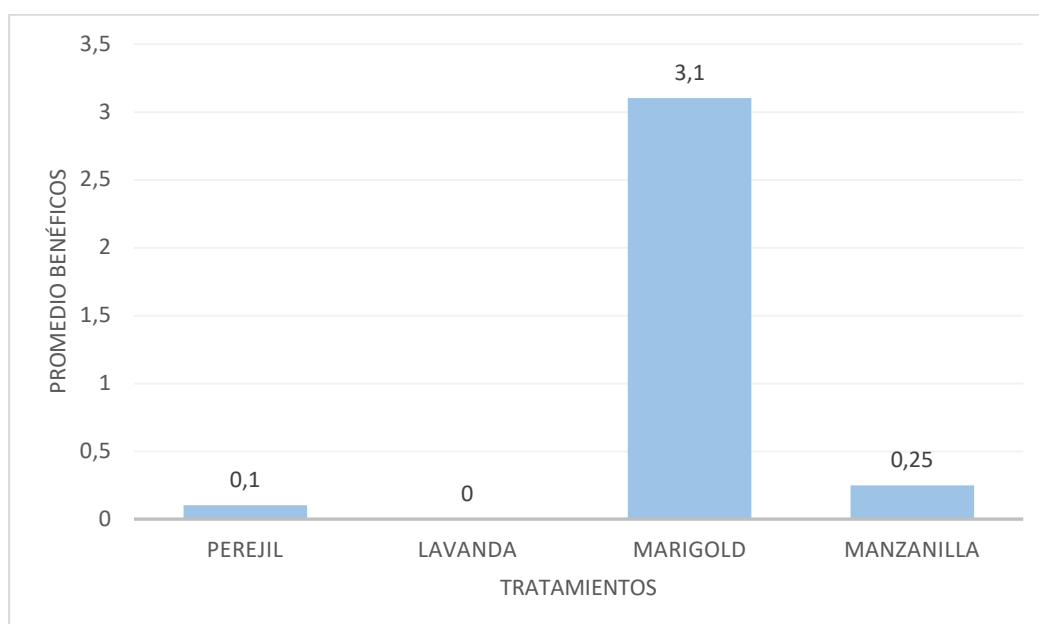
| <i>Prueba</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------------|-----------------------------|
| <i>Shapiro-Wilk</i> | 0.3538 |
| <i>Bartlett</i> | 0.0549 |

La Tabla 8 muestra los valores p para las pruebas de Shapiro Wilk y Bartlett. Ambas utilizan un nivel de significancia de 0.05 y su hipótesis nula consiste en que los datos poseen distribución normal (Shapiro) y homocedasticidad (Bartlett). Los valores de p superiores a este nivel aseguran la normalidad y homocedasticidad de los datos.

Tabla 9. Prueba de Tukey

| | <i>diff</i> | <i>lwr</i> | <i>upr</i> | <i>P adj</i> |
|---------------------|-------------|------------|------------|------------------|
| MANZANILLA-LAVANDA | 0.25 | -1.9126667 | 2.4126667 | 0.9854140 |
| MARIGOLD-LAVANDA | 3.10 | 0.9373333 | 5.2626667 | 0.0053116 |
| PEREJIL-LAVANDA | 0.10 | -2.0626667 | 2.2626667 | 0.9990227 |
| MARIGOLD-MANZANILLA | 2.85 | 0.6873333 | 5.0126667 | 0.0096201 |
| PEREJIL-MANZANILLA | -0.15 | -2.3126667 | 2.0126667 | 0.9967377 |
| PEREJIL-MARIGOLD | -3.00 | -5.1626667 | -0.8373333 | 0.0067294 |

La Tabla 9 muestra la diferencia de medias (*diff*), la media menor (*lwr*) y la media mayor (*upr*) para cada par de tratamientos analizados, además de la probabilidad de ocurrencia (*p adj*). La prueba identifica al o los tratamientos que se comportan diferente, utilizando la diferencia de medias. Existe diferencia significativa cuando el valor de la columna “*diff*” es diferente de cero y la probabilidad (*p adj*) es menor a la significancia mostrada en el ANOVA. En este caso, la comparación de marigold con las demás especies presentó diferencia de medias significativas ($diff \neq 0$ y $P adj < 0.01$). Por lo que se concluye que *T. erecta* presentó un comportamiento diferente en cuanto al promedio de benéficos atraídos.



Gráfica 2. Promedio de benéficos por tratamiento. Elaborado por autora

En la Gráfica 2 se presenta el promedio de insectos benéficos por tratamiento. En la gráfica se observa que marigold tuvo un mayor porcentaje de atracción de organismos benéficos, representando el 86.25% de los individuos totales contabilizados durante el primer muestreo. Esta información, en conjunto con los resultados de la prueba de Tukey, indica que la mejor planta hospedera fue *T erecta*.

Muestreo del 16 de diciembre de 2020.

Tabla 10. ANOVA del 16 de diciembre.

| | <i>Df</i> | <i>Sum Sq</i> | <i>Mean Sq</i> | <i>F value</i> | <i>Pr(>F)</i> |
|------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| <i>GRUPO</i> | 3 | 1.478 | 0.4927 | 1.423 | 0.285 |
| <i>BLOQUE</i> | 4 | 0.359 | 0.0896 | 0.259 | 0.899 |
| <i>Residuals</i> | 12 | 4.156 | 0.3463 | | |

Los valores de F y y probabilidad de error presentados en la Tabla 10 indican que durante este muestreo no existió diferencias significativas entre las especies utilizadas. Es decir, todas atrajeron cantidades similares de benéficos.

Tabla 11. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad.

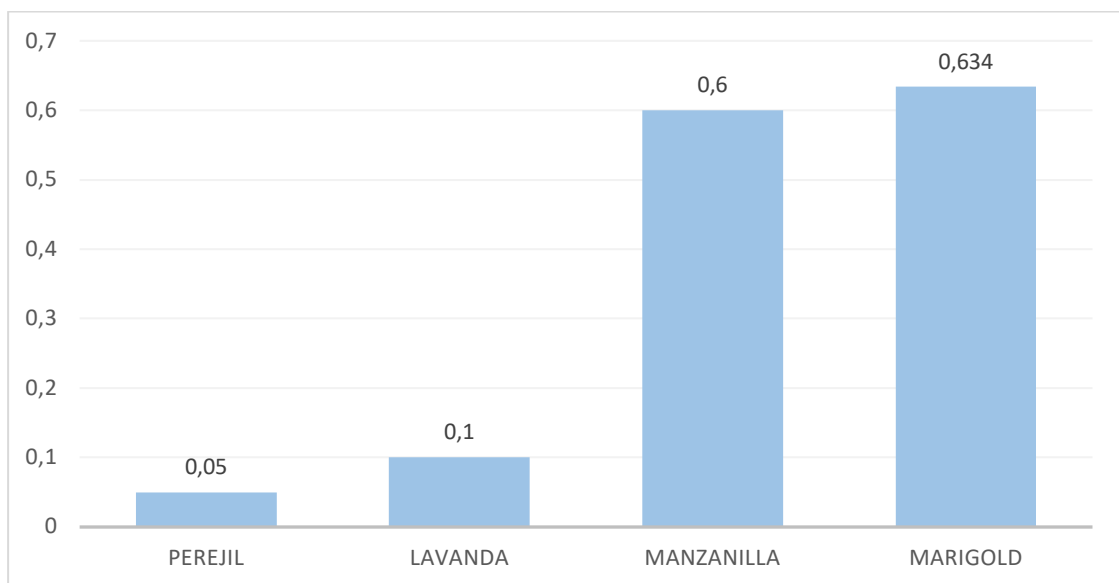
| <i>Prueba</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------------|----------------|
| <i>Shapiro-Wilk</i> | 0.4156 |
| <i>Bartlett</i> | 0.01828 |

Los valores *p* de las pruebas de Shapiro y Bartlett, mostrados en la Tabla 11, indican que existe normalidad ($p > 0.05$) pero no homocedasticidad ($p < 0.05$). En carencia de homocedasticidad, se realiza una prueba no paramétrica (Prueba de Welch), para comprobar la diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 12. Valor p para prueba de Welch.

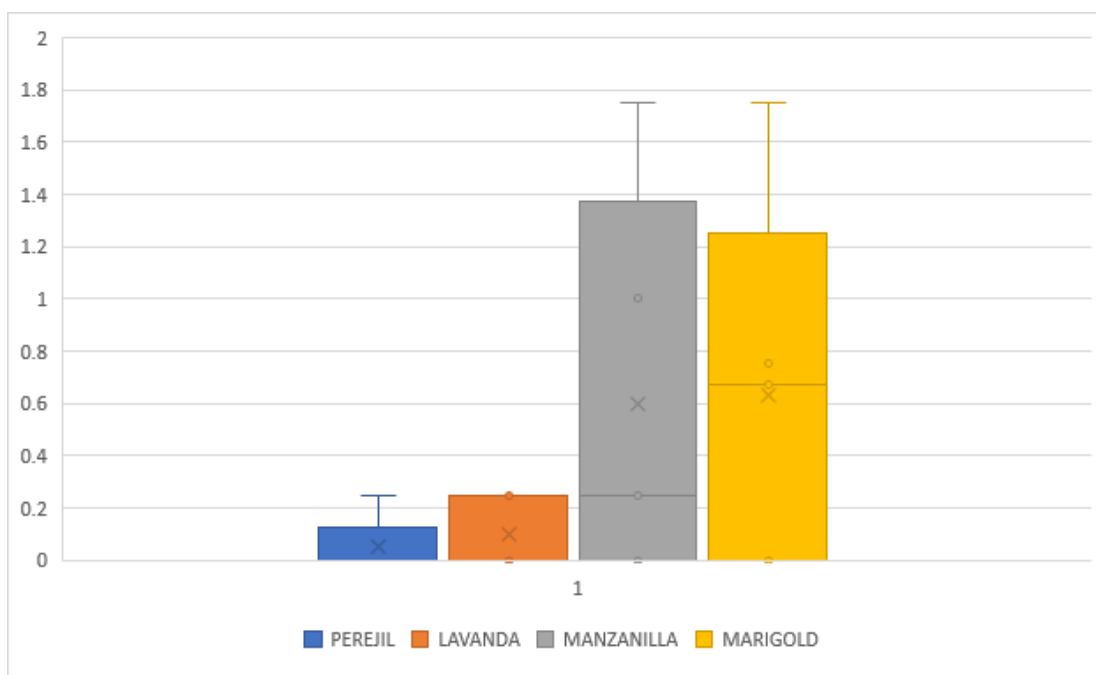
| <i>Prueba</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------|-----------------------------|
| Welch | 0.2548 |

El valor p de la prueba de Welch de la Tabla 12 fue mayor a 0.05, por lo que con esta prueba se confirma que todos los tratamientos se comportaron igual.



Gráfica 3. Promedios de benéficos por tratamiento.

Aunque la Gráfica 3 refleja que las especies manzanilla y marigold poseen altos promedios de benéficos contabilizados, y sus medias son superiores a las otras especies (Gráfica 4), los diagramas de caja reflejan que el rango de distribución de datos de perejil y lavanda y manzanilla están incluidos en el rango de datos de marigold. Esto causa que estadísticamente, no exista diferencia significativa entre las especies.



Gráfica 4. Diagrama de caja. Número de individuos por familia

Muestreo del 5 de enero de 2021

Con la muerte del 80% de las plantas de manzanilla, solo se incluyó a las plantas de perejil, lavanda y marigold en el análisis estadístico del último muestreo.

Tabla 13. ANOVA del 5 de enero.

| | <i>Df</i> | <i>Sum Sq</i> | <i>Mean Sq</i> | <i>F value</i> | <i>Pr(>F)</i> |
|------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| <i>GRUPO</i> | 2 | 3.618 | 1.8088 | 6.60 | 0.0203* |
| <i>BLOQUE</i> | 4 | 1.271 | 0.3178 | 1.16 | 0.3962 |
| <i>Residuals</i> | 8 | 2.193 | 0.2741 | | |

Nivel de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '' 1

El valor F y la probabilidad de error indican que existe diferencia significativa entre las especies vegetales utilizadas como hospederas (Tabla13). El nivel de significancia es de 0.05.

Tabla 14. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad.

| <i>Prueba</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------------|----------------|
| <i>Shapiro-Wilk</i> | 0.5816 |
| <i>Bartlett</i> | 0.1514 |

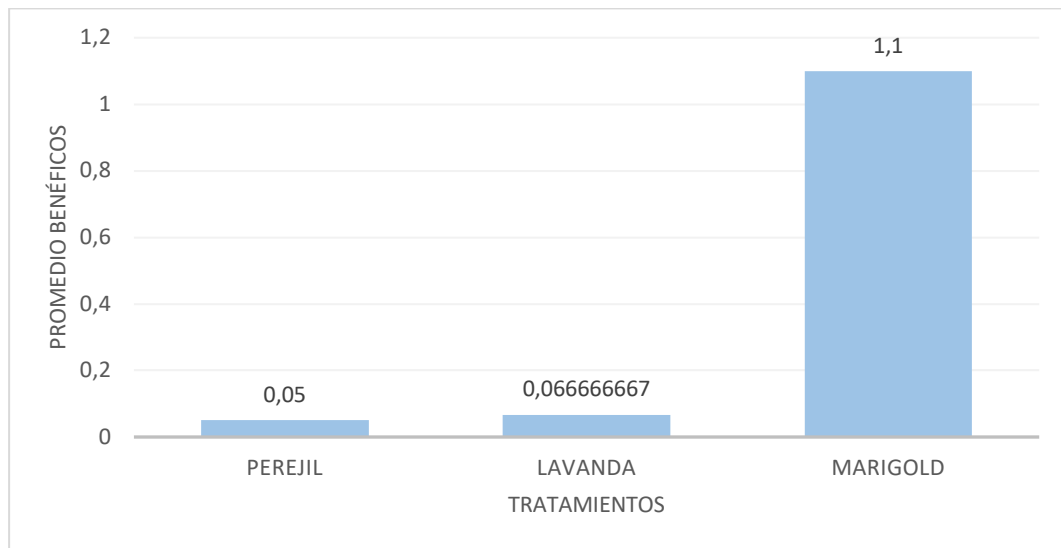
Los valores $p > 0.05$ para las pruebas de Shapiro Wilk y Bartlett, presentados en la Tabla 14, indican que la distribución de los datos es normal y tienen homocedasticidad.

Prueba de Tukey

Tabla 15. Prueba de Tukey.

| | <i>diff</i> | <i>lwr</i> | <i>upr</i> | <i>P adj</i> |
|-------------------------|-------------|-------------|------------|--------------|
| <i>MARIGOLD-LAVANDA</i> | 1.03333334 | 0.08722309 | 1.9794436 | 0.0340003 |
| <i>PEREJIL-LAVANDA</i> | -0.01666666 | -0.96277691 | 0.9294436 | 0.9986043 |
| <i>PEREJIL-MARIGOLD</i> | -1.05000000 | -1.99611025 | -0.1038898 | 0.0315992 |

Las comparaciones de marigold con perejil y lavanda, presentadas en la Tabla 15, exponen una diferencia significativa entre las medias de las variables dado que $diff \neq 0$ y $p adj < 0.05$. En la Gráfica 5 se muestra que el 90% de los benéficos registrados durante el tercer muestreo fueron encontrados en marigold. Por lo que se concluye que el mejor tratamiento para conservación de benéficos durante el tercer muestreo es marigold.



Gráfica 5. Promedio de benéficos por tratamiento.

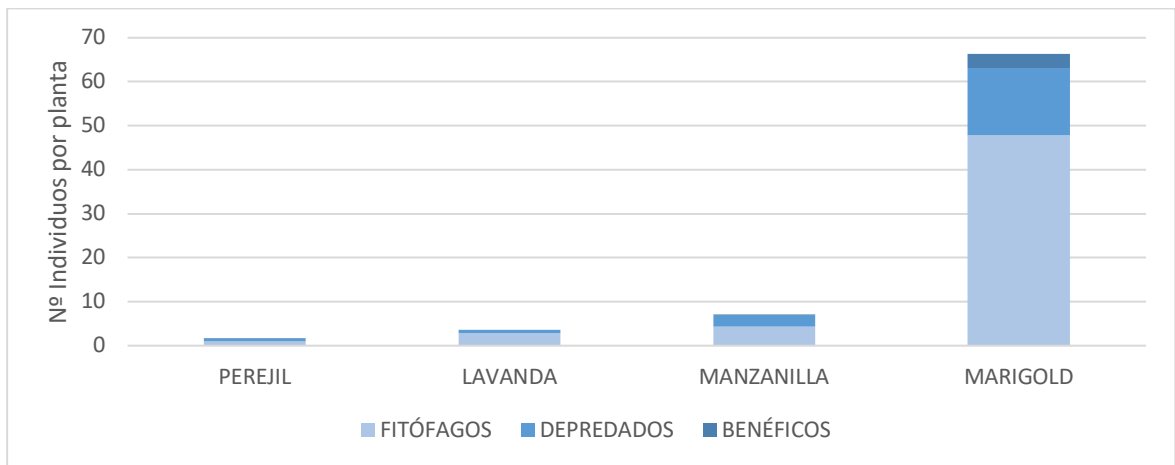
El análisis estadístico presenta a marigold como el mejor tratamiento para conservación de benéficos. Este resultado puede estar asociado a su producción constante de flores, ya que estudios previos han encontrado que plantas con dicha característica atraen un mayor número de enemigos naturales (Rebek & et al., 2005), y el néctar de las flores afecta a la supervivencia, longevidad, fecundidad y eficiencia de búsqueda de algunos parasitoides (Carrillo & et al., 2006). Por otro lado, esto indica que el bajo promedio de benéficos presente en lavanda y perejil, puede estar asociado a su baja o nula producción de flores, ya que solo dos plantas de lavanda florecieron, presentando 2 espigas cada una, y en el caso del perejil, ninguna floreció. También explica el aumento en el promedio de benéficos encontrados en las plantas de manzanilla durante el segundo muestreo (Gráfica 3), en el que presentaron un promedio de 13 flores por planta. Dicho aumento de benéficos tuvo un efecto directo en el número de individuos depredados ($r = 0.8267$). De acuerdo con una guía de manejo integrado de plagas elaborado por la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA), las plantas de manzanilla pueden utilizarse como hospederas de enemigos naturales en asociación con cultivos de cebolla, repollo y brócoli (JICA, et al., 2010). Sin embargo, las condiciones de temperatura ($26.8^{\circ} > T > 32^{\circ}$) y humedad relativa ($40\% > HR > 89\%$) de la época lluviosa pudieron afectar negativamente el desarrollo de las manzanillas y ser causantes de su enfermedad y muerte.

Un trabajo de investigación realizado por Silveira et al., en 2009 utilizó plantas de marigold como atrayente de organismos benéficos para reducción de plagas en un cultivo de cebollas. Los muestreos de las plantas de cebolla a 5m y 30m de la hilera de marigold revelaron que el conteo de insectos fitófagos a los 5m era menor que a los 30m, a diferencia del número de benéficos, que fue superior a los 5m. Otra investigación que asoció cultivos de pimiento con marigold, demostró la atracción de insectos de los géneros *Aphidius* y *Didyctium*, considerados parasitoides de fitófagos (Souza & et al., 2018). En el presente ensayo, marigold fue la única especie que conservó a los individuos de *A. swirskii* inoculados, y atrajo enemigos naturales de otras 6 familias (Tabla 16), de las cuales tres pertenecieron al grupo de las avispas parasitoides. A lo largo del estudio se observó que marigold obtuvo un mayor promedio de fitófagos depredados por planta, como lo indican las Gráficas 6, 7 y 8. Además, se observa la variación de la población de fitófagos por efecto de los enemigos naturales, como lo indica la Gráfica 7, donde el número de fitófagos disminuyó, mientras el de depredados aumentó. Aunque existió una reducción en las poblaciones de enemigos naturales, estas se mantuvieron en las plantas, aunque en menor medida que el primer muestreo. Cuando las poblaciones de plagas nuevamente se elevaron, las poblaciones de benéficos crecieron también. Finalmente, el número de fitófagos pasó de 50 individuos en el primero muestreo, a 20 individuos por planta, representando una reducción de fitófagos del 60%.

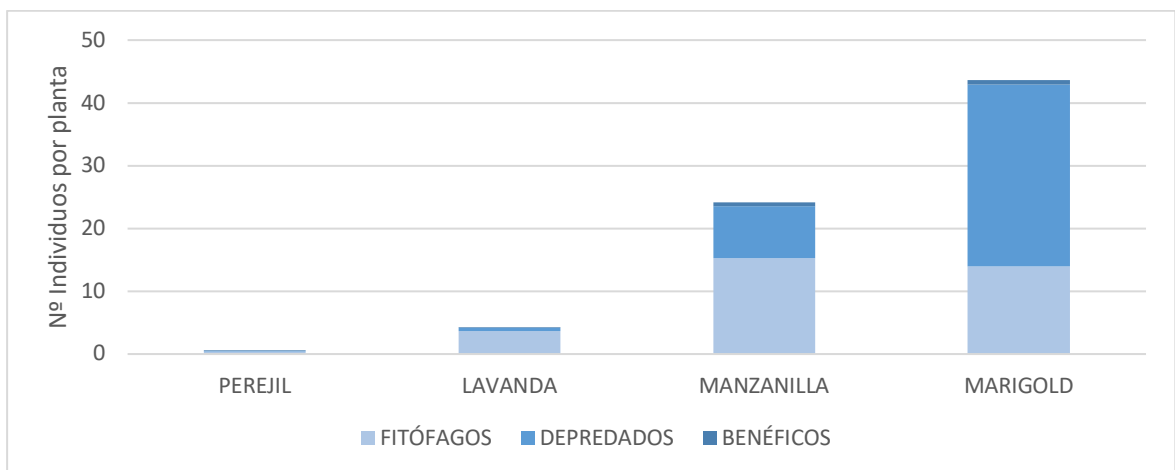
Tabla 16. Familias registradas por especie de planta hospedera.

| Familias | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>T. erecta</i> | X | X | X | X | X | X | X |
| <i>M. chamomilla</i> | | X | | | X | | X |
| <i>L. angustifolia</i> | | | | | X | X | |
| <i>P. crispum</i> | | X | | X | X | X | |

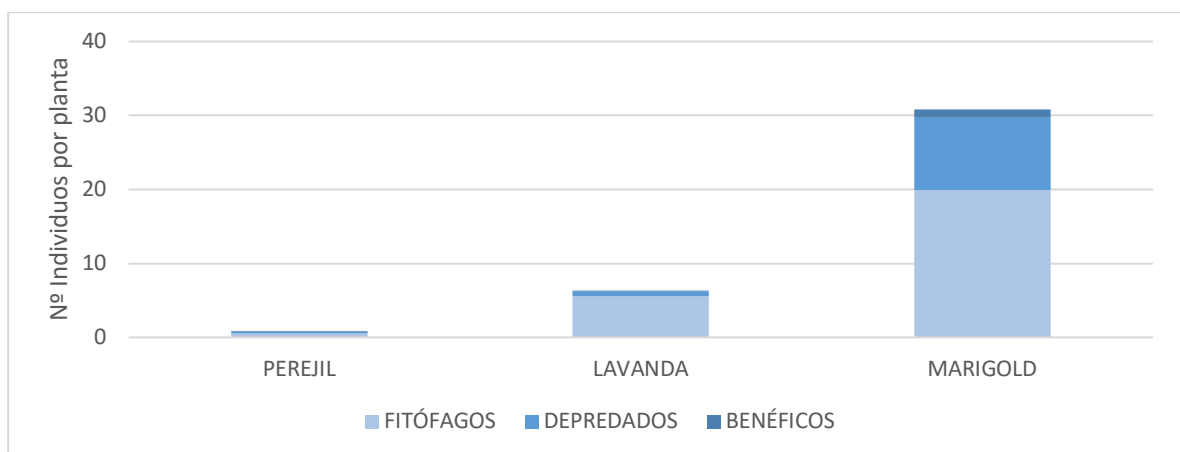
Familias: (1) Phytoseiidae; (2) Aphelinidae; (3) Mymaridae; (4) Dapriidae, (5) Araneae, (6) Chrysopidae, (7) Coccinelidae



Gráfica 6. Promedio de fitófagos y depredados por especie. 6 de diciembre



Gráfica 7. Promedio de fitófagos y depredados por especie. 16 de diciembre.



Gráfica 8. Promedio de fitófagos y depredados por especie. 5 de enero.

Identificación de controlador biológico mejor adaptado a *T. erecta*.

Se consideró dos variables: Familias y promedio de benéficos por familia, siendo Familia la variable independiente que corresponde a los nombres de las familias identificadas durante el muestreo; y promedio de benéficos el número de benéficos contabilizados por familia, como la variable de respuesta. Se utilizó Análisis de Varianza (ANOVA) para comparar las medias de benéficos por familia y establecer diferencia significativa entre ellas. Se utilizó prueba de Tukey para identificar la familia con mejor adaptación.

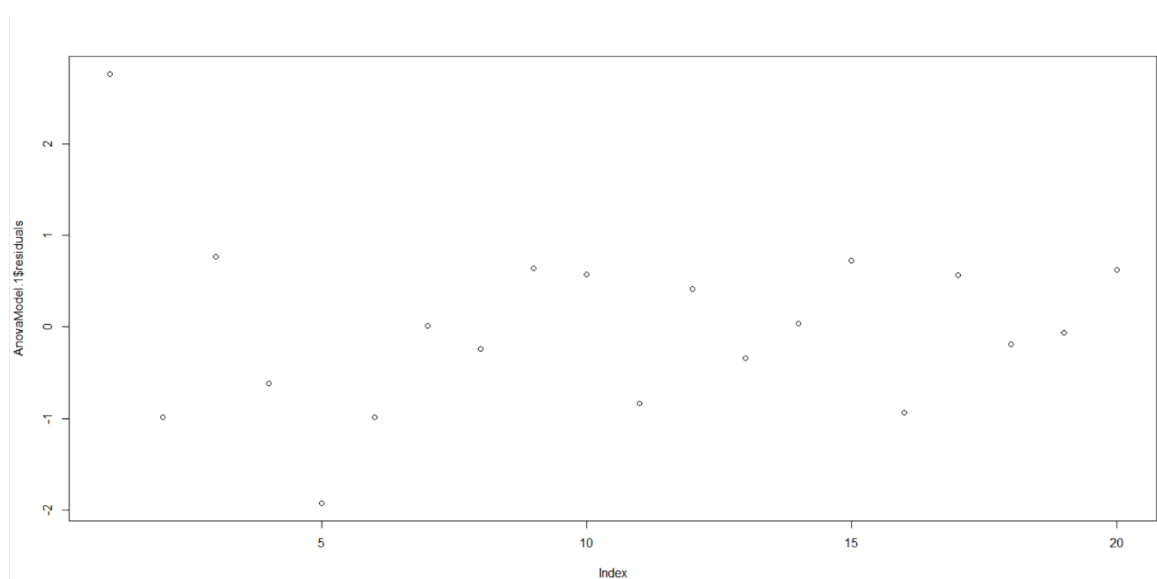
Muestreo del 6 de diciembre

Tabla 17. ANOVA del 6 de diciembre.

| | <i>Df</i> | <i>Sum Sq</i> | <i>Mean Sq</i> | <i>F value</i> | <i>Pr(>F)</i> |
|------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| <i>BLOQUE</i> | 4 | 5.425 | 1.356 | 0.895 | 0.4964 |
| <i>FAMILIAS</i> | 3 | 24.763 | 8.254 | 5.450 | 0.0135* |
| <i>Residuals</i> | 12 | 18.175 | 1.515 | | |

Nivel de significancia: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

El valor de $F > 1$ y $Pr(>F) < 0.05$ de la Tabla 17 exhiben la diferencia significativa entre el número de benéficos contabilizados por cada familia. El nivel de significancia es 0.05.



Gráfica 9. Gráfica de residuales.

Al igual que en la sección anterior, se elaboró una gráfica de residuales para asegurar que exista independencia entre las variables. La distribución de los puntos de la Gráfica 9 indican independencia entre las variables.

Tabla 18. Valores p de pruebas de normalidad y homocedasticidad.

| <i>Test</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------------|----------------|
| <i>Shapiro Wilk</i> | 0.1266 |
| <i>Bartlett</i> | 0.06447 |

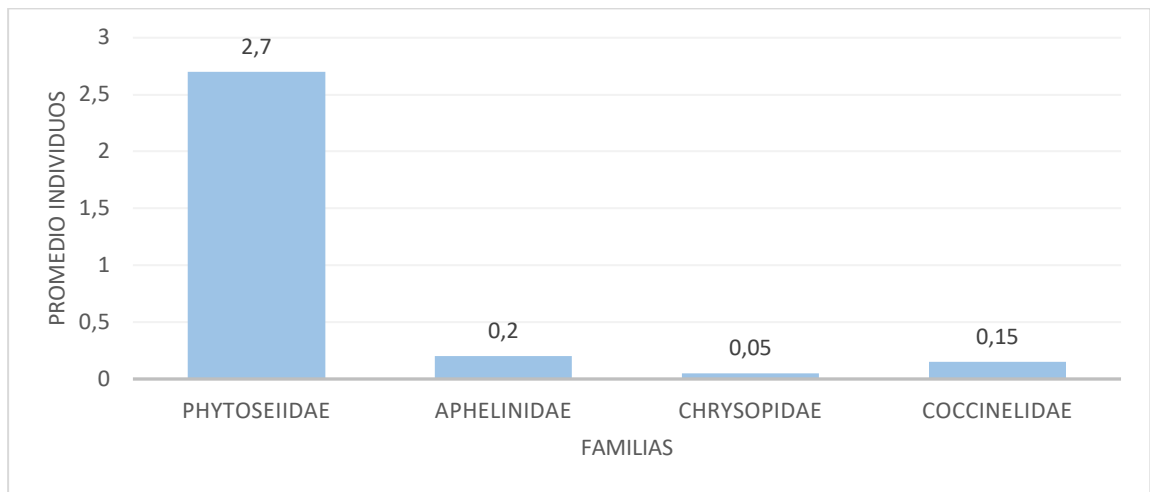
Los valores $p > 0.05$ mostrados en la Tabla 18 demuestran que los datos poseen una distribución normal y homocedasticidad.

Prueba de Tukey

Tabla 19. Prueba de Tukey.

| | <i>diff</i> | <i>lwr</i> | <i>upr</i> | <i>P adj</i> |
|-----------------------------------|-------------|------------|------------|--------------|
| <i>APHELINIDAE - PHYTOSEIIDAE</i> | -2.50 | -4.810853 | -0.189147 | 0.0327809 |
| <i>CHRYSOPIDAE-PHYTOSEIIDAE</i> | -2.65 | -4.960853 | -0.339147 | 0.0233974 |
| <i>COCCINELIDAE-PHYTOSEIIDAE</i> | -2.55 | -4.860853 | -0.239147 | 0.0293000 |
| <i>CHRYSOPIDAE-APHELINIDAE</i> | -0.15 | -2.460853 | 2.160853 | 0.9973194 |
| <i>COCCINELIDAE-APHELINIDAE</i> | -0.05 | -2.360853 | 2.260853 | 0.9998992 |
| <i>COCCINELIDAE-CHRYSOPIDAE</i> | 0.10 | -2.210853 | 2.410853 | 0.9991981 |

Las comparaciones del número de individuos de la familia Phytoseiidae con Chrysopidae, Coccinelida, y Aphelinidae (Tabla 19), presentan diferencia de medias significativas ($diff \neq 0$ y $P adj < 0.05$). Dado que no existe diferencia significativa entre Chrysopidae, Aphelinidae y Coccinelidae, y la Gráfica 10 expone que los individuos de Phytoseiidae representan el 87% de los benéficos contabilizados durante el primer muestreo, se concluye que estos tuvieron mejor adaptación.



Gráfica 10. Promedio de individuos totales por familia. Muestreo: 6 de diciembre.

Muestreo 16 de diciembre.

Tabla 20. ANOVA del 16 de diciembre.

| | <i>Df</i> | <i>Sum Sq</i> | <i>Mean Sq</i> | <i>F value</i> | <i>Pr(>F)</i> |
|------------------|-----------|---------------|----------------|----------------|------------------|
| <i>BLOQUE</i> | 4 | 16.02 | 4.004 | 1.136 | 0.375 |
| <i>FAMILIAS</i> | 4 | 17.72 | 4.429 | 1.257 | 0.327 |
| <i>Residuals</i> | 16 | 56.38 | 3.524 | | |

Los valores F cercanos a 1 y $Pr(>F) > 0.05$ (Tabla 20) indican que el promedio de individuos contabilizados durante el primer muestreo fue similar para todas las familias identificadas. No existe diferencia significativa.

Tabla 21. Valor p de pruebas de normalidad y homocedasticidad

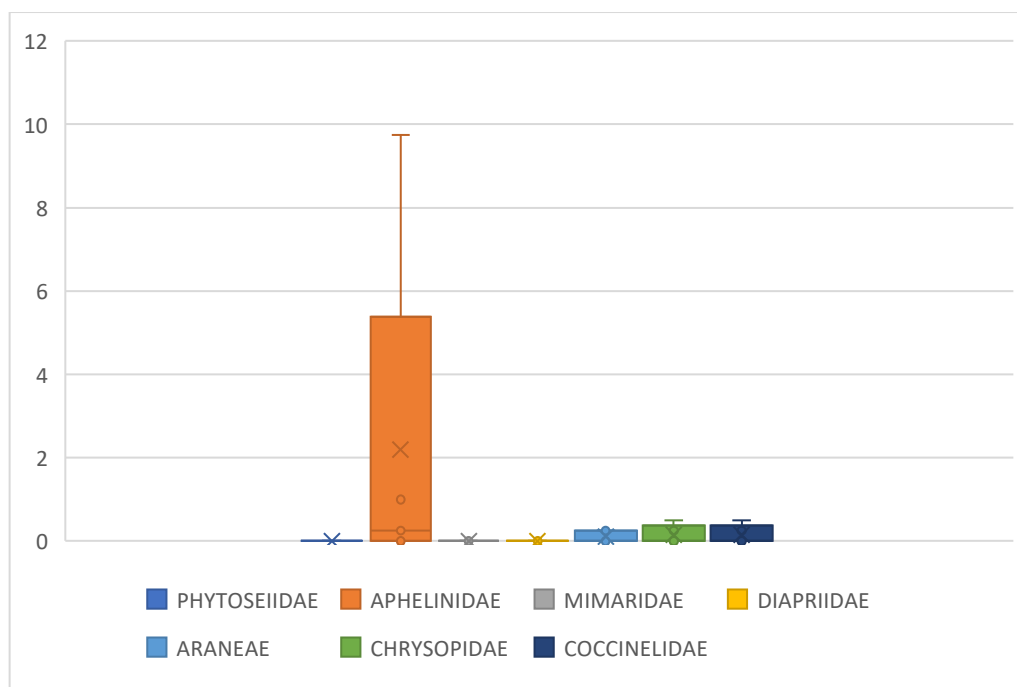
| <i>Test</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------------|----------------|
| <i>Shapiro Wilk</i> | 0.000004279 |
| <i>Bartlett</i> | 0.005012 |

El valor $p < 0.05$ de las pruebas de Shapiro y Bartlett, (Tabla 21) indican que los datos carecieron de normalidad y homocedasticidad.

Tabla 22. Prueba de Kruskal Wallis

| Test | Valor p |
|----------------|---------|
| Kruskal wallis | 0.327 |

Para datos con distribución diferente de la normal, se realiza la prueba de Kruskal Wallis. Dado que el valor $p > 0.05$ (Tabla 22), y las medias de todas las familias presentadas en los diagramas de caja (Gráfica 11) son cercanos a cero, se corrobora la premisa de que todas las familias tuvieron igual promedio de individuos adaptados a *T. erecta*.



Gráfica 11. Diagrama de cajas. Promedio de individuos por familia (16 de diciembre).

Muestreo del 5 de enero.

Tabla 23. ANOVA para promedio de individuos presentes por familia.

| | Df | Sum Sq | Mean Sq | F value | Pr(>F) |
|-----------|----|--------|---------|---------|--------|
| FAMILIAS | 4 | 1.790 | 0.4475 | 2.864 | 0.0501 |
| Residuals | 20 | 3.125 | 0.1562 | | |

Los valores de Valor $F \neq 1$ y $Pr(>F) > 0.05$ (Tabla 23) indican que no existió diferencia significativa entre la adaptación de los individuos de cada familia de benéficos presente.

Tabla 24. Valor p de prueba de normalidad y homocedasticidad.

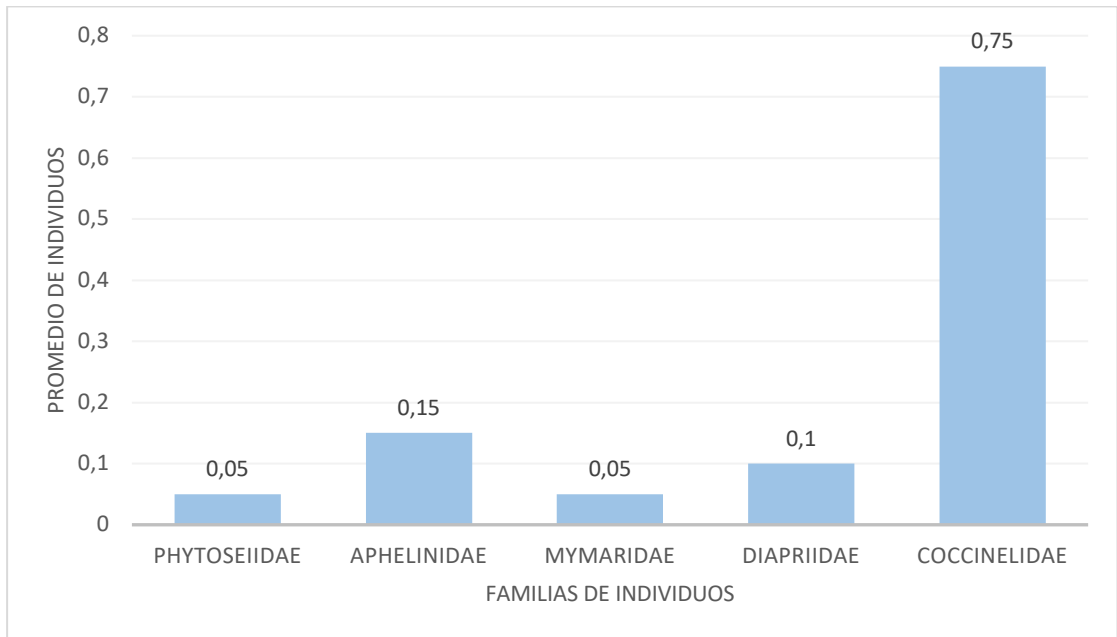
| <i>Test</i> | <i>Valor p</i> |
|---------------------|----------------|
| <i>Shapiro Wilk</i> | 0.0003118 |
| <i>Bartlett</i> | 0.0001802 |

Los valores $p < 0.05$ de Shapiro Wilk y Bartlett (Tabla 24) revelaron que los datos carecían de normalidad y homocedasticidad, por lo que se elaboró prueba de Kruskal Wallis para identificar la diferencia significativa entre los datos.

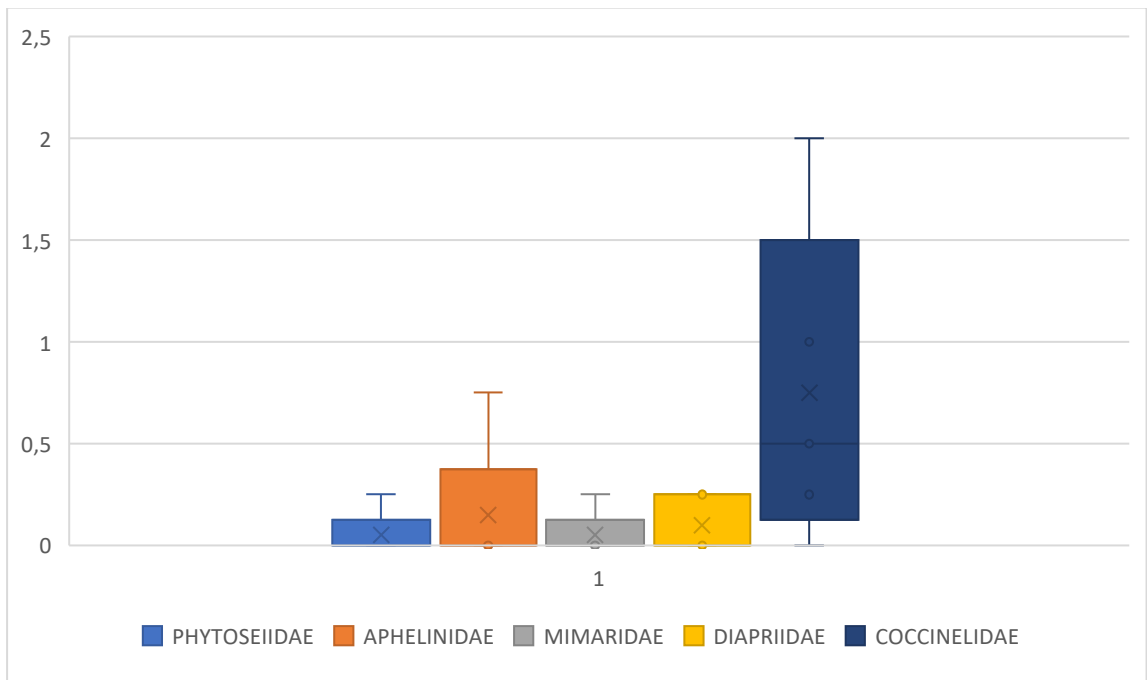
Tabla 25. Prueba de Kruskal Wallis.

| <i>Test</i> | <i>Valor p</i> |
|-----------------------|----------------|
| <i>Kruskal wallis</i> | 0.1135 |

El valor $p = 0.1135$ (Tabla 25) corrobora que no existió diferencia entre los individuos de las familias. Aunque el 68% de los benéficos totales del tercer muestreo pertenece a la familia Coccinellidae (Gráfica 12) y la media de dicha familia es superior a las demás (Gráfica 13), el diagrama de cajas muestra que existen valores en común entre las distribuciones de datos de las cinco familias, causando que el análisis estadístico interprete que la familia no afecta al número promedio de benéficos presente.



Gráfica 12. Promedio total de individuos por familia presentes en. Muestreo 5 de enero



Gráfica 13. Diagrama de caja. Promedio de organismos benéficos por familia en *T. erecta*.

La única diferencia significativa encontrada, fue en el primer muestreo, donde la familia Phytoseiidae, representada por un único organismo (*A swirskii*), tuvo una mejor adaptación de acuerdo con el número de individuos encontrados. La

dominancia inicial de *A. swirskii* en *T. erecta* pudo deberse a que el muestreo se realizó en los días consiguientes a su liberación, y su disminución posterior a la diversidad de benéficos de la zona, causado por las especies vegetales circundantes (Wilby & Thomas, 2007), que fueron atraídos por *T. erecta* desplazando parcialmente a los individuos de *A. swirskii*. Las familias de las especies observadas en marigold a lo largo de todo el ensayo fueron: Aphelinidae, Coccinelidae y Chrysopidae. Los enemigos naturales presentes en las plantas se encuentran asociados con la presencia de las plagas presentados en la Tabla 25. Debido a que las avispas parasitoides que atacan a larvas de mosca blanca (*Encarsia formosa*) no parasitan pulgones, se sabe que se presentaron al menos dos especies de avispas parasitoides pertenecientes a la familia Aphelinidae. La presencia de larvas y adultos de Coccinelidae está asociado a la presencia de cochinillas y pulgones, las cuales representaron un 1.65% y 20.73% de los fitófagos. Las crisopas (Chrysopidae) se alimentan de moscas blancas, trips, pulgones, y larvas de lepidóptera (Salamanca & et al., 2010).

Tabla 26. Porcentaje de fitófagos presentes en *T. erecta*.

| ESPECIE | PORCENTAJE (%) |
|-------------------------------|----------------|
| PULGONES | 20.73 |
| CARPOGLYPHUS | 47.37 |
| TRIPS | 9.74 |
| ARAÑA ROJA | 6.67 |
| HORMIGAS | 0.41 |
| MOSCA BLANCA (ADULTO/ NINFAS) | 10.81 |
| COCHINILLAS | 1.65 |
| LARVA/PUPA LEPIDÓPTERA | 1.54 |
| COLEÓPTERA: CURCULIONIDAE | 0.77 |
| HEMIPTERA: CICADELLIDAE | 0.06 |
| HEMÍPTERA: CHINCHES | 0.18 |
| NINFA FLATIDAE | 0.06 |

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La planta con mayor conservación de organismos benéficos, de acuerdo con los análisis estadísticos es *Tagetes erecta*.
2. Todos los organismos benéficos identificados presentaron igual capacidad de adaptación a *T. erecta*.
3. La especie *Matricaria chamomilla*, presentó problemas de hongos debido a la humedad y no llegó al final del ensayo.
4. Además de *Carpoglyphus lactis*, se establecieron poblaciones de Aphididae, Alerodeydae y Thripidae en las plantas.

Recomendaciones

1. Incluir a *Tagetes erecta* dentro de un plan para manejo integrado de plagas en el control de mosca blanca para probar su eficiencia en cultivos.
2. Repetir el ensayo durante la época seca para comprobar viabilidad de Manzanilla como planta hospedera en condiciones de baja humedad relativa.
3. Repetir el ensayo en otras locaciones del país utilizando las mismas especies vegetales y registrar la atracción de organismos benéficos de la zona.
4. Repetir el ensayo en la misma locación utilizando especies hospederas diferentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alomar, O., & Albajes, R. (2005, Febrero). *RECERCAT*. Retrieved from RECERCAT: https://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/4643/Biodiversidad_Funcional.pdf?sequence=1
- Alvear, A. (2013). *Centro de Información: ANASAC*. Retrieved from ANASAC: <https://www.anasac.cl/agropecuario/wp-content/uploads/Situacion-actual-del-control-biologico-en-Europa.pdf>
- Arias, D. C., & Delvare, G. (2003). Lista de los géneros y especies de la familia Chalcididae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de la región Neotropical. *Biota Colombiana*, 123 - 146. Retrieved from <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/129>
- Badii, M., & Abreu, J. (2006, Marzo). *Publicaciones 2006: DAENA-JOURNAL*. Retrieved from DAENA-JOURNAL: [http://www.spentamexico.org/v1-n1/1\(1\)%2082-89.pdf](http://www.spentamexico.org/v1-n1/1(1)%2082-89.pdf)
- Buenahora-Acosta, J. (2014, Octubre). 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. Montevideo, Uruguay. Retrieved from <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/23938/1/BuenahoraAcostaJos%C3%A9Hermes.pdf>
- Burke, A., & et al. (2010, Septiembre). *Artículos: SciELO*. Retrieved from SciELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372011000100012
- Calvo Robles, F. (2011). *Repositorio: Universidad Politécnica de Cartagena*. Retrieved from Universidad Politécnica de Cartagena: <https://repositorio.upct.es/handle/10317/2511>
- Cano, M., & et al. (2012, Enero). *ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/273285587_Utilizacion_de_Mentha_suaeolens_Ehrh_y_Ocimum_basilicum_Linnaeus_como_plantas_refugio_para_ad

elantar_la_instalacion_de_Orius_laevigatus_Fieber_Hemiptera_Anthocoridae_e
n_cultivo_de_pimiento

- Carballo, M., & Guharay, F. (2004). Control Biológico de Plagas Agrícolas. In M. Carballo, & et al., *Control Biológico de Plagas Agrícolas* (pp. 1-4). Managua: https://www.ciaorganico.net/documypublic/525_CONTROL_BIOLOGICO_DE_PLAGAS_AGRICOLAS.pdf.
- Carrillo, D., & et al. (2006). Efecto de las plantas nectaríferas sobre la reproducción de *Diadegma aff insulare* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae), parasitoide de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 18 - 23. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v32n1/v32n1a03.pdf>
- Carrizo, B., & et al. (2017, Noviembre). *AGRIS: Food and Agriculture Organization*. Retrieved from Food and Agriculture Organization: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=AR2018O00001>
- Cédola, C., & Polack, A. (2011). *Redalyc*. Retrieved from Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/3220/322028524024.pdf>
- Chacón, M. A. (2005). *CORE*. Retrieved from CORE: <https://core.ac.uk/display/60988773?recSetID=>
- De la Torre, P. E., & Machado, I. (2016, Abril). *Fitosanidad: Redalyc*. Retrieved from Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209157223003.pdf>
- Departamento de Agricultura, Silvicultura y Pesca de República de Sudáfrica. (2009). *Essential Oil Crops: Lavender Production*. Pretoria, República de Sudáfrica. Retrieved from <https://www.nda.agric.za/docs/brochures/essoilslavender.pdf>
- Eben, A., & et al. (2000, Febrero). Host species and host plant effects on preference and performance of "*Diachasmimorpha longicaudata*". *Environmental Entomology*, 87-94. Retrieved from <https://academic.oup.com/ee/article-abstract/29/1/87/386182>
- Fernández, F., & Castro, V. (2014, Diciembre). *SciELO: Scientific Electronic Library Online*. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322014000200015
- Ferrer, F., & Guédez, E. (1990). Costos de Producción de Mosca Amazónica *Metagonistylum minense* Townsed (Diptera: Tachinidae) y *Cotesia flavipes*

- Cameron (Hymenoptera: Braconidae) en Venezuela. Venezuela. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Francisco_Ferrer5/publication/333377325_COSTOS_DE_PRODUCCION_DE_MOSCA_AMAZONICA_Metagonistylum_minense_TOWNSED_DIPTERA_TACHINIDAE_Y_Cotesia_flavipes_CAMERON_HYMENOPTERA_BRACONIDAE_EN_VENEZUELA/links/5ce9567ea6fdccc9ddc
- Gamarra, P., & et al. (2009). *Publicaciones: Real Sociedad Española de Historia Natural*. Retrieved from Real Sociedad Española de Historia Natural: <http://www.rsehn.es/cont/publis/boletines/10.pdf>
- González-López, A. (2012, Diciembre). Aceite de manzanilla y su potencial de producción sustentable para uso medicinal. Torreón, Coahuila, México. Retrieved from <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7243/ABRAM%20GONZALEZ%20LOPEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gonzalez-Zamora, J., & et al. (1994). *ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Gonzalez-Zamora/publication/28161751_Control_de_trips_en_freson_empleo_de_plantas_de_haba_como_refugio_de_poblaciones_de_antocoridos/links/0c9605260e0fb82ae6000000.pdf
- Guédez, C., & et al. (2009, Noviembre). *Artículos: Revencyt*. Retrieved from Revencyt: <http://www.revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/academia/v7n13/articulo5.pdf>
- Guimaraes, J., & et al. (2003). Eucoilinae species (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae) parasitoids of fruit-infesting dipterous larvae in Brazil: identity, geographical distribution and host associations. *Zootaxa*. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Fabiana_Gallardo/publication/262413490_Eucoilinae_species_Hymenoptera_Cynipoidea_Figitidae_parasitoids_of_fruit-infesting_dipterous_in_Brazil_identity_geographical_distribution_and_host_associations/links/0c9605390ed39
- Harvey, J. A., & et al. (2001). Lifetime reproductive success in the solitary endoparasitoid, *Venturia canescens*. *Journal of Insect Behaviour*, 573 - 593. Retrieved from https://idp.springer.com/authorize/casa?redirect_uri=https://link.springer.com/content/pdf/10.1023/A:1012219116341.pdf&casa_token=nrajfRDOKnoAAAAA:Nszy

HqVL2F0F7fTOZOc_5DpHYlu2xD9GNO-3Si_
OIHnLU6kBBx6voMjiceZXI5loUTY-LhSz5CQJO_oNg

- Hodde, M. S., & et al. (1998). Biology and use of the whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. Riverside, California, Estados Unidos de América. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/John_Sanderson4/publication/8666059_Biology_and_use_of_the_whitefly_parasitoid_Encarsia_Formosa/links/5416f8920cf2788c4b35f955/Biology-and-use-of-the-whitefly-parasitoid-Encarsia-Formosa.pdf
- INEC. (2016). *Información ambiental: Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Retrieved from Instituto Nacional de Estadística y Censos: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf
- JICA, et al. (2010, Febrero). *JICA*. Retrieved from https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf
- Laiton, L., & et al. (2018, Diciembre). *Publicaciones: ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/330090371_MORFOLOGIA_DE_Castolus_lineatus_Hemiptera_Reduviidae_DEPREDADOR_DE_Monalonion_vezangeli_Hemiptera_Miridae
- Margaría, C., & et al. (2018). Insectos benéficos. In M. Ricci, & C. Margaría, *Insectos y ambiente: El agrónomo en la secundaria*. (p. 47). Buenos Aires: Universidad Nacional De La Plata. Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68653/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Marin-Cardona, C. S. (2001, Agosto). Efecto del uso de antigiberelinas en el crecimiento y floración del cultivo de Marigold. Guatemala. Retrieved from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1999.pdf
- Maus, C., & et al. (1998). *Publicaciones: ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/229979673_Host_Records_of_Parasitoid_Aleochara_Gravenhorst_Species_Coleoptera_Staphylinidae_Attacking_Puparia_of_Cyclorrhapheous_Diptera

- Mazzitelli, M. E. (2017, Diciembre). *Repositorio Institucional: Universidad Nacional de La Plata*. Retrieved from Universidad Nacional de La Plata: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/64368/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020, Octubre 28). *Noticias: Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Retrieved from Ministerio de Agricultura y Ganadería: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-participa-en-el-segundo-congreso-control-biologico-aplicado/>
- Molina-Vivas, M. Y. (2014). Comportamiento agronómico de las hortalizas de hoja col china y perejil con dos fertilizantes orgánicos en el centro experimental la playira de la UTC Ext La Maná. La Maná, Cotopaxi, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3542/1/T-UTC-00819.pdf>
- Moraes, J., & et al. (2019, Mayo). *Publicaciones: ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/336180263_Control_Biologico
- Nicholls Estrada, C. I. (2008). Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico. In *Control biológico de insectos: Un enfoque agroecológico* (pp. 1-3). Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Payton Miller, T., & Rebek, E. (2018, January). *Entomological Society of America*. Retrieved from Oxford Academi: <https://academic.oup.com/jipm/article/9/1/9/4925476>
- Payton-Miller, T., & et al. (2017, Abril). Banker plants for control of greenhouse pests. Norman, Oklahoma, United states of America. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/316846141_Banker_Plants_for_Control_of_Greenhouse_Pests
- Pérez, L. (2018, Agosto). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. Retrieved from Revista de Investigaciones Agropecuarias: http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/actualidadimasd/nota_control_biologico_ria-vol44-n2-agosto-2018.pdf
- Rebek, E. J., & et al. (2005). Manipulating the abundance of natural enemies in ornamental landscapes with floral resources plants. *Biological Control*, 203 - 216. Retrieved from <https://www.researchgate.net/profile/Eric->

- Rebek/publication/222524877_Manipulating_the_abundance_of_natural_enemies_in_ornamental_landscapes_with_floral_resource_plants/links/5aabe1a8aca272da5d466673/Manipulating-the-abundance-of-natural-enemies-in-orname
- Reguilón, C. (2018). *Publicaciones: ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/327939572_Hemerobius_bolivari_-_Crisopa_castana
- Richman, D., & Jackson, R. (1992). A review of the ethology of jumping spiders (Araneae, Salticidae). United States of America. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/David_Richman2/publication/267938733_A_review_of_the_ethology_of_jumping_spiders_Araneae_Salticidae/links/54b7cf4a0cf28faced607fc1.pdf
- Robledo, A., & et al. (2020, Febrero). *Publicaciones: ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Robledo2/publication/343473276_Diversidad_de_acaros_depredadores_en_los_cultivos_hortícolas_de_invernadero_en_Almería/links/5f7d9ff0458515b7cf6c7f41/Diversidad-de-acaros-depredadores-en-los-cultivos-hortícolas-
- Rodríguez, A., & et al. (2010). *AGROTRANSFER*. Retrieved from AGROTRANSFER: <https://www.agrotransfer.org/index.php/articulo-tecnico/771-proyecto-demostrativo-con-implementacion-de-buenas-practicas-agricolas-bpa-en-el-cultivo-del-banano>
- Rodríguez, H., & et al. (2013, Abril). *Revista de Protección Vegetal: SciELO*. Retrieved from SciELO: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100002
- Rodríguez-Velez, B., & et al. (2009). Diversidad de Encyrtidae y otras familias de Hymenoptera obtenidas con trampas Malaise en el bosque tropical caducifolio de la región de Huatulco, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de la biodiversidad*, 709-719. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532009000300013&script=sci_arttext
- Rubio, V., & Fereres, A. (2005). *DIGITAL.CSIC: Instituto de Ciencias Agrícolas*. Retrieved from DIGITAL.CSIC:

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/13780/1/46.%20Rubio%20and%20Fereres,%202005.pdf?>

- Salamanca, J., & et al. (2010). Cría y Evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Ciencia y Tecnología Agrpecuaria*, 31-40. Retrieved from https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewiappa_-fTuAhXI01kKHV09AscQFjAAegQIAhAD&url=https%3A%2F%2Fdigitalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5624778.pdf&usg=AOvVaw2BwJZUzJjKEOafpWOPdUTr
- Salas, M. D., & Salazar, E. (2003). *Redalyc*. Retrieved from Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/416/41613104.pdf>
- Silveira, L. C., & et al. (2009). Marigold (*Tagetes erecta* L.) as an attractive crop to natural enemies in onion fields. São Paulo, Brasil. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/216861020_Marigold_Tagetes_erecta_L_as_an_attractive_crop_to_natural_enemies_in_onion_fields
- Souza, I., & et al. (2018, Diciembre). Parasitoids diversity inorganic Sweet Pepper (*Capsicum annum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). Brasil. Retrieved from https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842019000400603
- Sucapuca, G. D. (2016). *SlideShare*. Retrieved from <https://es.slideshare.net/dilberzhito/insectos-beneficos-para-la-agricultura>
- Triapitsyn, S., & et al. (2004). Mymaridae (Hymenoptera). In U. Facultad de ciencias, *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. 743 - 746: Universidad Nacional Autónoma de México. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/276268693_Mymaridae_Hymenoptera
- Urbaneja, A., & et al. (2005). *Repositorio Digital: Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias*. Retrieved from Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias: http://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/4068/2005_Urbaneja_importancia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Victoriano, M., & et al. (2019). Scelionidae (Hymenoptera) parasitizing eggs of *Bagrada hilaris* (Hemiptera, Pentatomidae) in Mexico. *Journal of Hymenoptera Research.*, 143 - 152. Retrieved from <https://jhr.pensoft.net/article/36654/download/pdf/>
- Wilby, A., & Thomas, M. B. (2007). Diversidad y manejo de plagas en los agroecosistemas. In C. U. Press, *Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas* (pp. 283 - 307). Bioersity International. Retrieved from http://www.fao.org/tempref/ag/reserved/dad-net/biodiversidad_s.pdf
- Xiao, Y., & et al. (2012, Diciembre). *ResearchGate*. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/257468634_Ornamental_pepper_as_banker_plants_for_establishment_of_Amblyseius_swirskii_Acari_Phytoseiidae_for_biological_control_of_multiple_pests_in_greenhouse_vegetable_production
- Xiao-Dong, Z., & et al. (2015, Octubre 31). *Carpoglyphus lactis* infestation in the stored medicinal fructus jujubae. China. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/313939609_Carpoglyphus_lactis_Carpoglyphidae_infestation_in_the_stored_medicinal_Fructus_Jujubae
- Yano, E. (2019, January). *CABI*. Retrieved from Centre for Agricultural Bioscience International: <https://www.cabi.org/bni/FullTextPDF/2019/20193054487.pdf>
- Yousuf, M., & Shafee, A. (1987). Taxonomy of Indian Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). India. Retrieved from http://megaphragma.myspecies.info/sites/megaphragma.myspecies.info/files/You_sufSh988.pdf
- Zambrano-Montero, J., & et al. (2009, Diciembre). *Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. Retrieved from Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/4499/449945027010.pdf>
- Zerova, M., & et al. (2008). New Species of the Chalcidoid Wasps of the Families Eurytomidae and Torymidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) from Iran. Iran. Retrieved from <https://content.sciendo.com/view/journals/vzoo/42/6/article-pe101.xml>

APÉNDICES



Foto 2. Muestreo de las plantas.



Foto 3. Fertilización de las plantas.



Foto 4. Muestras en placas de petri.



Foto 5. Enfermedad fúngica en plantas de manzanilla.



Foto 6. Inspección de muestras y conteo de organismos.



Foto 7. Organismo benéfico. Familia: Coccinellidae.



Foto 8. Larva de mosca blanca parasitada.



Foto 10. Avispa parasitoide. Familia: Aphelinidae. Pulgón depredado.

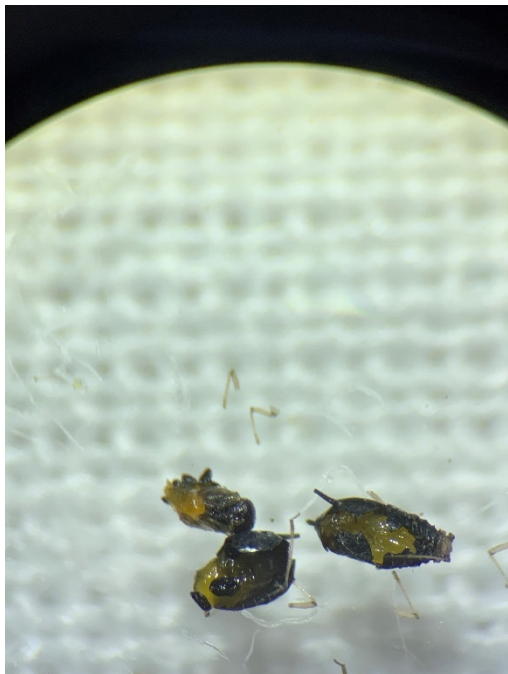


Foto 9. Pupas de avispas parasitoides dentro de pulgones.



Foto 11. Pupas de avispa parasitoide extraídas de una larva desconocida.



Foto 12. Adulto de crisopa. Familia: Chrysopidae.



Foto 14. Adulto de lepidóptera.



Foto 13. Larva de Coccinellidae depredando un pulgón.



Foto 15. Ninfa de Pseudococcidae.

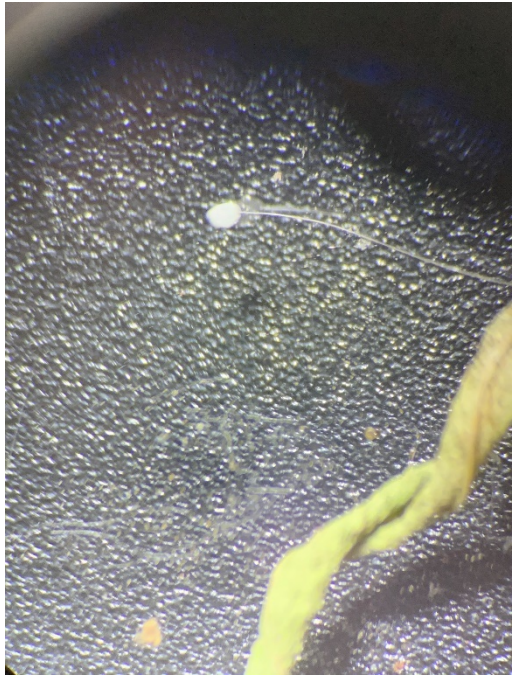


Foto 16. Huevo de Chrysopidae.

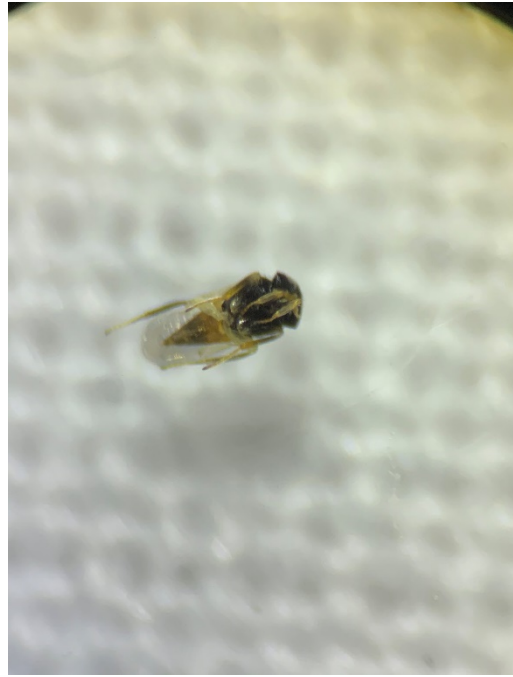


Foto 18. Avispa parasitoide. Familia: Aphelinidae.

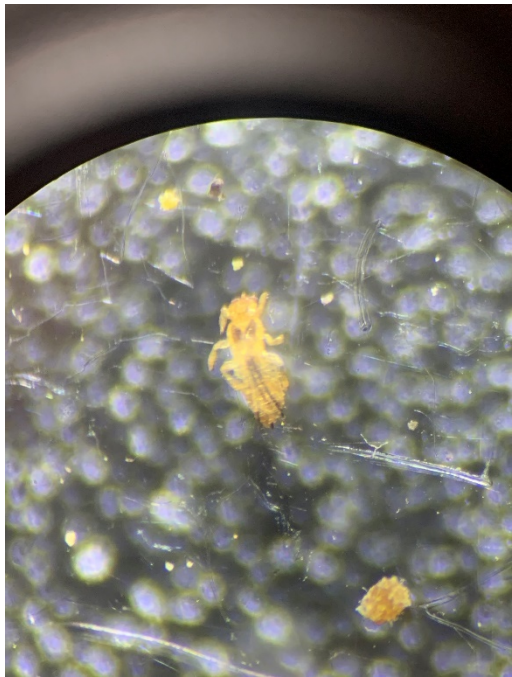


Foto 17. Ninfa de Thysanoptera.

