



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA
DEL ECUADOR**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL**

**“CONTROL BIOLÓGICO DE *Sipha flava*, ÁFIDO DE LA
CAÑA DE AZÚCAR MEDIANTE LA CRÍA DE
COCCINÉLIDOS”**

ING. PAOLO ANDRÉ ROMÁN QUINTEROS

GUAYAQUIL, ECUADOR

2022

SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **CONTROL BIOLÓGICO DE *Sipha flava*. ÁFIDO DE LA CAÑA DE AZUCAR MEDIANTE LA CRÍA DE COCCINÉLIDOS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. PAOLO ANDRÉ ROMÁN QUINTEROS**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

ING. ARNALDO BARRETO MACÍAS, M. Sc.

Guayaquil, 24 de mayo de 2022

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD
AGRARIA DEL ECUADOR**

TEMA

**CONTROL BIOLÓGICO DE *Sipha flava*, ÁFIDO DE LA CAÑA
DE AZÚCAR MEDIANTE LA CRÍA DE COCCINÉLIDOS**

AUTOR

ING. PAOLO ANDRÉ ROMÁN QUINTEROS

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. César Morán Castro, Ph. D.
PRESIDENTE**

**Ing. Kléber Calle Romero, M.Sc
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Armando Vega Rivero M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Arnoldo Barreto Macías, M.Sc
EXAMINADOR SUPLENTE**

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a la Universidad Agraria del Ecuador por darme la oportunidad de poder estudiar la carrera de Maestría en Sanidad Vegetal, así mismo a los docentes y compañeros quienes han contribuido de gran manera a mi formación como profesional de mi querida Universidad.

A mi tutor Ing. Agr. Arnaldo Barreto Macías M. Sc., por su guía en la elaboración de mi trabajo de tesis.

Al Ing. Agr. Joaquín Morán Ph. D., un agradecimiento sincero por todo el conocimiento que me brindo y su apoyo.

Al Ing. Agr. César Morán Castro Ph. D. una persona siempre presto a colaborar y por darme su amistad

Al Ing. Agr. Javier Martillo M. Sc., mi querido maestro al que aprecio y admiro, que con sus conocimientos infinitos y afectivos me introdujo al mundo de la sanidad vegetal.

DEDICATORIA

A mi amigo inseparable, “Dios”, quien me ha dado la dicha de disfrutar los momentos más bellos de la vida, me ha protegido e iluminado durante todo este tiempo, y además que enseñó que las equivocaciones forman parte de la vida y hay que aprender de ellas.

A mis padres, Lcda. Ruth Quinteros Gavilánez y Cristobal Román Bastidas por el apoyo incondicional y siempre creer en mí.

A mi querida tía Yolanda Quinteros Gavilánez que desde cielo me cuida y vela por nuestra familia.

A mis bellas Hijas, Doménica Román Fernández y Rafaela Román Fernández por ser el motor que hace que cada día sea mejor persona.

Y mi amada esposa, Mónica Fernández Zúñiga la mujer que amo y respeto

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador

ING. PAOLO ROMAN QUINTEROS

C. I. 0919613869

RESUMEN

En el Ecuador, se ha identificado que el áfido amarillo (*Sipha flava*) es un insecto polífago que ataca la caña de azúcar y otros cultivos en época seca. Sin embargo, este posee enemigos naturales como los coccinélidos (*Scymnus sp.*, *Diomus sp.*), seguido de crisopas y sírfidos. Se planteó una investigación cuyo objetivo fue: “Evaluar la eficacia de los Coccinélidos (mariquita) en el manejo de *S. flava* en el cultivo de la caña de azúcar bajo condiciones de invernadero”. Mediante una prueba de t-Student se evaluó la cría y recolección de los coccinélidos en tabaco y altamisa, se planteó un presupuesto de cría y liberación del insecto en una plantación controlada de caña de azúcar. Los resultados revelan que el tabaco presenta mejores condiciones de hospedante y cría del depredador para su posterior liberación en la plantación de caña. Las larvas de los coccinélidos presentaron un consumo de 299.65 áfidos durante los 5 días del estado larvario. En las liberaciones no se detectó significancia entre los tratamientos. Se concluyó que con la liberación de 3000 mariquitas/Ha se realizó un mejor control del áfido amarillo. Se acepta la hipótesis “El conocimiento de la capacidad predadora de los Coccinellidae será parte fundamental para el control biológico de *S. flava* cultivo de caña de azúcar evitará el uso de métodos químicos que dañan el ecosistema y la fauna benéfica”.

Palabras claves: altamisa, áfido amarillo, *Diomus sp.*, mariquitas, *Scymnus sp.*, tabaco.

ABSTRACT

In Ecuador, the yellow aphid (*Sipha flava*) has been identified as attacking sugarcane and other crops. However, it has natural enemies such as coccinellids (*Scymnus sp.*, *Diomus sp.*), followed by lacewings and hoverflies. An investigation was proposed whose objective was: "Evaluate the efficacy of Coccinellids (ladybug) in the management of *S. flava* in sugarcane cultivation under greenhouse conditions." Through a t-Student test, the breeding and collection of coccinellids in tobacco and mugwort was evaluated, the predation capacity of the larvae and adults of coccinellids on the aphid, and a budget for the breeding and release of the insect in a plantation was proposed. controlled sugarcane. The results reveal that tobacco presents better host and breeding conditions for the predator for its subsequent release in the sugarcane plantation. The larvae of the coccinellids presented a consumption of 299.65 aphids during the 5 days of the larval stage. In the releases, no significance was detected between the treatments. It was concluded that with the release of 3000 ladybirds/Ha, a better control of the yellow aphid was carried out. The hypothesis is accepted "Knowledge of the predatory capacity of the Coccinellidae will be a fundamental part of the biological control of *S. flava* sugarcane cultivation will avoid the use of chemical methods that damage the ecosystem and beneficial fauna".

Keywords: feverfew, yellow aphid, *Diomus sp.*, ladybugs, *Scymnus sp.*, tobacco.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	15
Caracterización del tema	15
Planteamiento de la situación problemática	16
Justificación del problema	16
Delimitación de la Investigación	17
Formulación del Problema	17
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos específicos	17
Hipótesis o ideas a defender	18
Aporte teórico o conceptual	18
Aplicación práctica.....	18
CAPITULO 1	19
Marco teórico	19
1.1. Estado de arte	19
1.2. Bases Teóricas	23
1.2.1. Control Biológicos	23
1.2.2. Clases de control Biológicos	23
1.2.3. Utilización de insectos depredadores en el control biológico	24
1.2.4. Coccinélidos.....	25
1.2.4.1. Taxonomía de Coccinélidos.....	26
1.2.4.2. Hábitat	26
1.2.4.3. Descripción Biológica.....	27
1.2.4.4. Coccinélidos que se alimentan de <i>Sipha flava</i>	29
1.2.5. <i>Sipha flava</i> (áfido amarillo)	30
1.2.5.1. Descripción Biológica.....	30
1.2.5.2. Hábitos	30
1.2.5.3. Daño <i>Sipha flava</i>	31

1.2.5.4. Control de <i>Sipha flava</i>	31
1.2.6. Cultivo de Tabaco	32
1.2.6.1. Taxonomía	32
1.2.6.2. Descripción Botánica	32
1.2.6. Pulgón negro	32
1.2.6.1. Descripción biológica	32
1.2.7. <i>Ambrosia psilostachya</i> (Altamisa)	33
1.2.7.1. Descripción Botánica	33
1.3. Fundamento legal.....	33

CAPÍTULO 2 **35**

Aspectos metodológicos **35**

2.1.1. Modalidad y tipo de investigación	35
2.2. Variables.....	35
2.2.1. Variables independientes	35
2.2.2. Variables dependientes	35
2.2.3. Operacionalización de las Variables	35
2.3. Materiales y métodos	36
2.3.1. Recursos.....	36
2.3.2. Metodología.....	36
2.2.3.1. Siembra de Tabaco.....	37
2.3.2.1. Siembra de Altamisa	37
2.3.2.2. Inoculación del áfido en plantas de tabaco y Altamisa.....	37
2.3.2.3. Recolección y liberación de Coccinélidos	38
2.3.2.4. Evaluación de control de áfido amarillo	39
2.3.2.5. Análisis de costo	39
2.4. Estadística Descriptiva e Inferencial.....	39
2.5. Diseño Experimental.	39

RESULTADOS.....	41
DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de un coccinélido	28
Figura 2. Se observaron al menos nueve especies de mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae) alimentándose del pulgón de la caña de azúcar en el sur y centro de Texas, 2015.....	29
Figura 3. Representación gráfica del comportamiento de las liberaciones de mariquitas en el control del áfido amarillo en caña de azúcar.....	43
Figura 4. Instalación de ensayo para evaluar la capacidad predadora de los coccinélidos.....	54
Figura 5. Larvas y adultos de coccinélidos consumiendo áfidos.....	54
Figura 6. Cultivo de altamisa para la cría de áfidos.....	55
Figura 7. Semillero de tabaco y siembra en campo.	55
Figura 8. Larvas de coccinélidos predando áfidos sobre altamisa y adultos consumiendo áfidos sobre el cultivo de tabaco.....	56
Figura 9. Adultos de coccinélidos liberados en campo de caña de azúcar, infestados por áfido amarillo.....	56
Figura 10. Ciclos biológicos de coccinélidos (mariquitas)	58
Figura 11. Croquis de campo	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Orden coleóptera, familia de insectos depredadores y sus presas	25
Tabla 2. Clasificación taxonómica de los coccinélidos.	26
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Sipha flava</i>	30
Tabla 4. Análisis de varianza.....	40
Tabla 5. Prueba T student de los promedios del número de masas de huevos, larvas y pupas de coccinélidos criados en altamisa y tabaco.....	41
Tabla 6. Capacidad depredadora de larvas de coccinélidos sobre el áfido amarillo (<i>Sipha flava</i>) a nivel in vitro.	41
Tabla 7. Evaluación del control del áfido amarillo mediante los promedios del número de hojas por planta de caña de azúcar revisadas y afectadas a los 10 días de la liberación de los coccinélidos	42
Tabla 8. Evaluación del control del áfido amarillo mediante los promedios del número de hojas por planta de caña de azúcar y hojas afectadas al inicio del experimento.....	42
Tabla 9. Presupuesto de la cría de coccinélidos en tabaco y altamisa para el control del áfido amarillo en el cultivo de la caña de azúcar.	43
Tabla 10. Número de áfidos amarillos consumidos por el coccinélido durante su etapa de larva y adulto en condiciones de laboratorio.	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo.....	59
Anexo 2. Análisis de varianza de los datos experimentales.....	60

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a reportes elaborados por (Mendoza y Garcés, 2013), detallan que en sector cañicultor ubicado en la cuenca baja del Río Guayas existen 33 especies de insectos plagas, 15 tipos de enfermedades y 2 especies de roedores, las cuales se han adaptado a este medio de manera eficaz, algunas son propias del lugar, mientras que hay plagas y enfermedades que se han introducido de forma incidental mediante material de propagación vegetativa.

Debido a varios estudios realizados, se señala que el control biológico es de gran importancia para la mitigación de plagas, la cual está orientada en el empleo de organismos vivos para disminuir la población de un insecto plaga, impidiendo daños económicos en el sector azucarero.

La finalidad del control biológico (técnica empleada para el control de plagas) es la reducir considerablemente las poblaciones de insectos plagas que ocasionan grandes pérdidas en el sector agrícola, mediante el uso de organismos vivos. Para ello es necesario contar con un profundo conocimiento del problema y de los daños que este ocasiona con el objetivo de poder identificarlo de manera adecuada y poder utilizar un depredador adecuado para su potencial control, lo cual lo define como un control altamente específico (Casafe, 2017).

Caracterización del tema

La constante búsqueda de alternativas que eviten el uso de moléculas inorgánicas que afectan directamente a la fauna existente en los cultivos de caña de azúcar, ha instaurado la idea de generar nuevas alternativas que permitan un correcto control de plagas mediante el empleo de organismos vivos. El concepto de control biológico en el Ecuador es de vital importancia por lo que con el pasar del tiempo, ha sido la alternativa de mayor aceptación por parte de los cañicultores, quienes han optado por la utilización de biopreparados disminuyendo considerablemente el uso de agroquímicos en sus cultivos.

Gracias a los resultados que “Biocontrol for Sustainable Farming Systems” publicó, aumentó la credibilidad en los productores de caña debido a la confianza

que se generó sobre la utilización de organismos vivos como parasitoides o depredadores en la agricultura como parte del manejo integrado de cultivos, ofreciendo una alternativa ambientalista que incentiva el uso de productos limpios de químicos, evitando daños en la salud. (Viera Arroyo, et al. 2020).

Planteamiento de la situación problemática.

Sifha flava es un tipo de áfido amarillo que se encuentra expandido en la región costera del Ecuador especialmente en temporal seco. Esta plaga ataca a distintas especies de gramíneas tales como arroz, sorgo y principalmente al cultivo de caña de azúcar. De acuerdo a varios estudios realizados en insectarios mediante condiciones controladas, se ha determinado que el áfido amarillo ocasiona un retraso severo en el crecimiento y desarrollo de las plantas; mientras que, en estudios realizados en campo abierto, el daño producido por la plaga no ha presentado pérdidas considerables en el rendimiento y producción de caña. Se considera que los daños ocasionados por el ataque de *Sifha flava* pueden ser contrarrestados, debido a que el ataque de esta plaga solo dura unas cuantas semanas, permitiendo la recuperación total de la planta (CINCAE, 2013).

Debido al alto porcentaje de plagas que atacan al cultivo de caña de azúcar, se ha buscado diferentes alternativas amigables con el medio ambiente que permitan la disminución de las poblaciones de estos insectos mediante la utilización de control biológico, y a su vez disminuir el uso indiscriminado de pesticidas que ocasionan grandes daños a la comunidad.

Los **coccinélidos** (*Scymnus sp.*, *Diomus sp.*), considerados uno de los principales depredadores del áfido amarillo, seguido de sírfidos y crisopas, permitiendo un control efectivo ante este tipo de insecto plaga (CINCAE 2010).

Justificación del problema

El principal objetivo del presente trabajo investigativo fue el de desarrollar una alternativa para el control de áfido amarillo mediante el empleo de organismos depredadores en la época seca y de esta manera, compartir los resultados tanto al área de ingenio y cañicultores, permitiendo la obtención de

una buena materia prima y por ende mejorando el ecosistema gracias a la exclusión de pesticidas. La mitigación de plagas mediante la utilización de biocontroladores se denomina control biológico. Por ello se necesita tener un conocimiento previo que permita identificar la plaga y los daños que esta ocasiona de forma correcta y efectiva para lograr la selección eficaz del organismo vivo encargado de la disminución de dicha población (Casafe, 2017; Samada, y Tambunan, 2020).

Delimitación de la Investigación

El siguiente trabajo se lo llevó a cabo en la provincia del cañar, Cantón La Troncal, en el laboratorio del Ingenio Agroazucar Ecuador ubicado en el Kilómetro 2 Vía a Puerto.

Está ubicado dentro de las siguientes **coordenadas** UTM 17M 683071-9730723. El proyecto tendrá un tiempo de duración de 6 meses será desde agosto hasta enero del 2022.

Formulación del Problema

¿Cuál fue la capacidad predadora de **Coccinellidae** (mariquitas) sobre **Sipha flava** en condiciones de laboratorio y su importancia relativa en el control biológico de esta plaga en campo?

Objetivos

Objetivo General

Evaluar la eficacia de los **Coccinélidos** (mariquita) en el manejo de **Sipha flava** (áfido amarillo) en el cultivo de la caña de azúcar bajo condiciones de invernadero.

Objetivos específicos

- Determinar el mejor hospedante para la cría de Coccinélidos.
- Evaluar la capacidad depredadora de Coccinélidos sobre poblaciones de **Sipha flava** áfido amarillo de la caña de azúcar.

- Establecer presupuesto de la cría de aplicaciones de Coccinellidae en caña de azúcar.

Hipótesis o ideas a defender

El conocimiento de la capacidad predadora de *los Coccinellidae* fue parte fundamental para el control biológico de *Sipha flava* cultivo de caña de azúcar con la finalidad de evitar el uso de métodos químicos que dañan el ecosistema y la fauna benéfica.

Aporte teórico o conceptual

El aporte teórico o conceptual del presente trabajo fue el conocimiento del manejo de la cría de Coccinélidos y momentos específicos para la liberación del insecto para el control de la plaga (Áfido amarillo).

Aplicación práctica

La aplicación práctica utilizada como una alternativa de control biológico y se beneficiaran todos los agricultores de todo tipo de cultivo que tengan problemas de este tipo de plaga. Y así de esta manera tener una mejor comprensión de la fauna benéfica en el cultivo de la caña de azúcar.

CAPITULO 1

Marco teórico

1.1. Estado de arte

(Kassaye., Shao., Wang., y Belete 2021) señalan que la agricultura es considerada como uno de los factores que ocasionan grandes problemas ecológicos, siendo comparado a otros factores como la erosión y contaminantes de fuentes de agua y de suelo. Además, da lugar a la resistencia de plagas y enfermedades ocasionada por microorganismo patógenos gracias al uso indiscriminado de pesticidas. Por ello, destacan el uso de medidas eficaces que ejerzan un impacto positivo en el medio ambiente.

A partir de la caña de azúcar se obtienen ciertos subproductos tales como el etanol 90 % que es un combustible catalogado como beneficiosos en la reducción del impacto ambiental, debido a que al ser usados disminuyen considerablemente la emisión de gases que ocasionan el efecto invernadero, reduciendo la huella de carbono en el planeta. Según datos expresados por (Porto, 2021), el cultivo de caña se encuentra establecido en 100 países aproximadamente, lo que permite la creación de empleos y genera electricidad para los sectores rurales.

Una correcta estrategia para disminuir los daños ambientales ocasionados por pesticidas es el desarrollo de propuestas amigables con el medio ambiente, tales como el empleo de organismos vivos como control biológico para la mitigación de plagas que alteran los ecosistemas donde se encuentran establecidas, mejorando el rendimiento y la producción de los cultivos (Baker., Green., y Loker, 2020).

(Viera *et al.*, 2020), indica que es necesario desarrollar nuevos mecanismos orientado al control biológico de plagas en los distintos ecosistemas agrícolas, lo cual da lugar a nuevas alternativas que permitan la disminución y erradicación del uso de químicos que ocasionan daños al medio ambiente y deterioran la salud de las personas.

Tariq y colaboradores (2020), para facilitar la comprensión de estos principios, señalan que, así como existen diferentes tipos de plagas que atacan a distintos ecosistemas, se han creado estrategias de control que son ajustadas a cada circunstancia, ya sea de manera eficiente o ineficiente. Las alternativas planteadas, están influenciadas directamente por el tipo de enemigo que se va a utilizar, como será realizada su liberación y su manipulación y cual será el resultado que se obtendrá de forma inmediata en relación al manejo de la plaga. De acuerdo a cada uno de los casos expuesto se han determinado tres categorías de control biológico:

1. Control biológico clásico: en este tipo de control se realiza la introducción del predador exótico consiste en la introducción de enemigos naturales exóticos frente a los insectos plagas exóticas, sin embargo, este tipo de control también puede ser utilizado para el control de plagas nativas.

2. Control biológico aumentativo: consiste en el tipo de cría y la liberación de forma gradual de predadores nativos o exóticos en grandes proporciones (inundativo) o de pequeñas poblaciones (inoculativo) de organismos benéficos que pueden subsistir durante algunas generaciones (Rounagh, Samih, Ravan y Mokhtari, 2020). La cría de los organismos predadores se la realiza en condiciones de laboratorio o en centros de investigación. La liberación de estos enemigos se la realiza siempre y cuando se encuentre justificado su uso, es decir cuando la densidad de población de la plaga de lugar a daños económicos debido a la falta de predadores naturales (De Boer y Harvey, 2020).

3. Control biológico por conservación: se crean las condiciones adecuadas para que se genere un aumento de los organismos benéficos. Esto se realiza mediante el empleo de hospederos alternativos, utilización de cultivos trampas, corredores biológicos, plantas con flores, entre otros (Tooker, O'Neal y Rodriguez, 2020). Para poder brindar un hábitat adecuado a los predadores se busca la disminución de los factores que impiden su correcto desempeño y mediante el suministro de recursos requeridos en el ambiente que los rodea. (Monzó, y Urbaneja, 2020).

Debido a la afluencia de ***Sipha flava*** (Áfido Amarillo) en las plantaciones de caña de azúcar, se busca el desarrollo de nuevas estrategias de control biológico que incentiven a la protección del ecosistema, disminuyendo el uso de plaguicidas que dañan la fauna benéfica existente, y ocasionan malestar en las poblaciones.

El cultivo de caña de azúcar tiene una tolerancia o periodo de resistencia a la plaga del áfido amarillo durante 4 semanas en el que observa el 30 % de las hojas afectadas, sin embargo, no se observan pérdidas económicas en la producción. En esta etapa de tolerancia se puede concretar un control eficiente de la plaga mediante la inmigración de predadores naturales hacia los canteros (CINCAE 2016).

De acuerdo la literatura, se han reportado un gran número de predadores naturales del áfido amarillo, en los que destacan los coccinélidos, crisópodos y sírfidos. El ciclo de vida y la capacidad depredadora de *Scymnus sp.*, *C. sanguinea*, *Ceraeochrysa sp.*, *Melanostoma sp.* y *P. clavatus* ha sido determinada. La identificación de un umbral económico o periodo de latencia, ha sido indispensable para el aumento y conservación de estos predadores naturales, teniendo como resultado la disminución del uso indiscriminado de pesticidas (Mendoza et al, 2021).

La especie predominante para el control de áfidos, con los coccinélidos, destacándose de ellos el *Diomus sp.*, *Scymnus sp.*, ***Coleomegilla maculata***, *Cycloneda sanguinea*, ***Cheilomenes sexmaculata***, *Hippodamia convergens*, *Olla sp.*, ***Harmonia axyridis***. Seguido de un cuarteto de especies de crisopas tales como: *Ceraeochrysa cinta*, *Ceraeochrysa cubana*, ***Leucochrysa sp.1***, ***Leucochrysa sp.*** y de cinco especies de sírfidos (*Mesogramma sp.*, *Melanostoma sp.*, *Pseudodorus clavatus*, *Ocyptamus dimidiatus*, *O. gastrostactus*).

López et al., 2021), indica en su ensayo basado en el estudio de la capacidad depredadora de los coccinélidos (***Cycloneda sanguinea***) que no existen diferencias significativas en el consumo de los estadios normales diariamente. Sin embargo, reportó desviaciones de carácter típico considerables en relación a lo consumido diariamente. Sus resultados indican un total de áfidos

en periodo larval de 264 a 430 individuos consumidos diariamente, estableciéndose una media de consumo de 321.44 larvas. Por otro lado, este investigador señaló que la recolección de coccinélidos de malezas hospederas de otras especies de áfidos, y su posterior liberación en los campos de caña de azúcar que ha resultado beneficiosa en la colonización de sembradíos infestados por este áfido (J. Mendoza, comunicación personal, 20 de agosto del 2021).

Se evaluó la capacidad de depredación de especies de Coccinellidae sobre el pulgón amarillo del sorgo, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), a los que se les exponían cantidades conocidas de áfidos. Posteriormente se evaluó la capacidad de depredación de las larvas de la especie de depredador más sobresaliente. *Cycloneda sanguinea* (L.), se consideró como la especie más efectiva y el estadio de larva de cuarto instar de este predador presentó mejor capacidad depredadora sobre el pulgón amarillo del sorgo. (López Luque, 2021).

(Ramírez 2017), detalla que las hembras de Coccinellidae *H. convergens* consumen un aproximado de 55 individuos, siendo ampliamente superior al consumo de los machos en una densidad de población de 64 insectos plagas. Además, indica que, en una disponibilidad de 100 pulgones durante 30 minutos, estos predadores presentaron diferencias significativas ($t=-2.9983$, $P=0.04^*$), reportando que las larvas consumieron un total de 87 pulgones, mientras que los adultos 45. Para las larvas de *C. carnease* la respuesta fue lineal, referente al consumo de áfidos al finalizar el día, cuando se pusieron a disposición del predador 64 áfidos. Se observó que las hembras tienen mejor capacidad depredadora a diferencias de los machos, mientras que las larvas son más efectivas contra los pulgones que los adultos.

Luego de 24 horas de exponer varias densidades de pulgones contra *M. sacchari*, no se observaron diferencias significativas en la tasa de consumo de dicho predador, al realizar la comparación de adultos hembras y machos de *H. convergens*. En una densidad de 64 pulgones, se observó la única diferencia significativa, en donde se determina que las hembras consumieron el 85.9 % de los pulgones a diferencia con el 68.2 % del consumo de los machos. Sin embargo, existió diferencia estadísticamente significativa entre la tasa de

consumo de larvas y adultos de *H. convergens* cuando se les permitió forrajear libremente 100 pulgones durante 30 min ($t = -2,99$; $P = 0,0400$) (Delgado y Ramírez, 2019).

Según lo expuesto por (Cambero-Nava, 2019), referente a la voracidad de *C. sanguinea*, el consumo de pulgones aumentó a medida del desarrollo de las larvas y el índice de población de presas ofrecidas. El consumo del estado larval fue 255.50 pulgones aproximadamente, destacándose las larvas de cuarto instar como las más efectivas, con un consumo de 49.43 ninfas de *A. aurantii* diarias.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Control Biológicos

El Control Biológico se caracteriza por la utilización de organismos predadores, antagonistas, entomopatógenos y parasitoides destinados al control de la densidad de población de plagas que ocasionan daños económicos en relación al rendimiento y producción de los cultivos. La principal ventaja del método del control biológico está fundamentada en la eficacia de la misma debido a que no se genera resistencia en los insectos plagas, por lo que, una vez realizada la liberación de los enemigos naturales, el control será constante y permanente, generando disminución en los costos de control de plagas, y favoreciendo a la conservación de los agroecosistemas (SENASA 2016).

1.2.2. Clases de control Biológicos

Existen tres clases de control biológicos, Clásicos, Inoculación e inundación, conservación.

1. Control biológico clásico: en este tipo de control se realiza la introducción del predador exótico consiste en la introducción de enemigos naturales exóticos frente a los insectos plagas exóticas, sin embargo, este tipo de control también puede ser utilizado para el control de plagas nativas.

2. Control biológico aumentativo: consiste en el tipo de cría y la liberación de forma gradual de predadores nativos o exóticos en grandes proporciones (inundativo) o de pequeñas poblaciones (inoculativo) de organismos benéficos

que pueden subsistir durante algunas generaciones (Rounagh, Samih, Ravan y Mokhtari, 2020). La cría de los organismos predadores se la realiza en condiciones de laboratorio o en centros de investigación. La liberación de estos enemigos se la realiza siempre y cuando se encuentre justificado su uso, es decir cuando la densidad de población de la plaga de lugar a daños económicos debido a la falta de predadores naturales (De Boer y Harvey, 2020).

3. Control biológico por conservación: se crean las condiciones adecuadas para que se genere un aumento de los organismos benéficos. Esto se realiza mediante el empleo de hospederos alternativos, utilización de cultivos trampas, corredores biológicos, plantas con flores, entre otros (Tooker, O'Neal y Rodriguez, 2020). Para poder brindar un hábitat adecuado a los predadores se busca la disminución de los factores que impiden su correcto desempeño y mediante el suministro de recursos requeridos en el ambiente que los rodea (Casafe 2017).

1.2.3. Utilización de insectos depredadores en el control biológico

La depredación es una estrategia de alimentación que se encuentra ampliamente difundida entre los insectos y los arácnidos. En comparación con los parasitoides, los depredadores son generalmente más grandes que sus presas. A menudo atacan diferentes etapas de la vida de la plaga e incluso diferentes especies de plagas, pueden complementar su dieta alimentándose de fuentes alternativas de alimentos, como néctar, polen y hongos, son comedores voraces y más robustos que los parásitos. Los órdenes de insectos depredadores más representativos son los correspondientes Hemiptera, Coleoptera, Diptera y Neuroptera (Rondoni, et al, 2021).

Existe una gran diversidad de enemigos naturales, de distinto orden y familia que tienen presas o alimentación diferente como se observa en la Tabla 1. Detallada en el anexo.

Tabla 1. Orden coleóptera, familia de insectos depredadores y sus presas

Orden	Familia	Principales presas
Coleóptera	Coccinellidae	Pulgones, escamas, cochinillas y moscas blancas
	Cleridae	Larvas de mariposas, picudos y chicharritas
	Melyridae	Huevos, larvas, pupas, adultos de tamaño pequeño y cuerpo blando de diversos insectos
	Carabidae	Larvas y pupas de mariposas y avispas
	Anthocoridae	Trips, ninfas de mosquita blanca, pequeñas larvas de mariposas ácaros y pulgones.

Fuente: Najera y Souza, 2010; Laica, 2016; Wilson, (2019).

1.2.4. Coccinélidos

Los coccinélidos son considerados como los enemigos naturales de mayor importancia en el control biológico. Se detalla que este grupo de insectos está conformado por 375.000 especies, confirmando un orden altamente diverso. Debido al gran número de especies conocidas, las características que presentan y los hábitos son diferentes. Ciertas especies como los crisomélidos y bupréstidos están catalogadas como plagas en la agricultura. Sin embargo, los coccinélidos conocidos como mariquitas son eficaces para el control de cochinillas, larvas de moscas, áfidos, entre otros. Algunos reportes indican que una larva de mariquita puede llegar a alimentarse de 50 a 150 pulgones al día, de acuerdo a su estadio larvario, un adulto puede consumir alrededor de 80 pulgones diarios. Una hembra puede colocar más de 1 millón de huevos en todo su ciclo vital. (Futurcrop 2019; Edirisinghe, Leschen, Dale, y Wignall, A. E. 2021).

Mantener una producción constante de áfidos para la alimentación de coccinélidos en todas sus etapas de desarrollo es indispensable, por lo que se realizó la inoculación de pulgones cada semana en dos plantas de limón y se procedió a sembrar alfalfa alrededor de la planta de limón, con el fin de cubrir toda el área con follaje para el desarrollo de los áfidos. De esta manera los áfidos pasan de los limones a la alfalfa y así mantener la producción permanente de

presas, puesto que diariamente se usaron un aproximado de 1000 pulgones entre ninfas y adultos para la alimentación de los coccinélidos. (Mendoza Pozo,2020).

1.2.4.1. Taxonomía de Coccinélidos

Son una familia de insectos del orden Coleóptera como se detalla su clasificación Tabla 2. Es un grupo de insectos conocidos coloquialmente como "mariquitas", "chinitas" o "vaquitas de San Antonio", y es considerado además como uno de los grupos de insectos benéficos más importantes. Debido a su gran importancia económica y ecológica como depredadores de muchos artrópodos dañinos actualmente se desarrollan programas de cría e introducción de coccinélidos para su uso en tareas de control biológico. En la actualidad se registran alrededor de 6000 especies de la familia a nivel mundial. (Bustamante Navarrete, 2020).

Tabla 2. Clasificación taxonómica de los coccinélidos.

Reno	Animalia
Filo	Artropoda
Clase	Insecta
Orden	Coleoptera
Suborden	Polyphaga
Infraorden	Cucujoidea
Superfamilia	Cucujidea
Familia	Coccnellidae

1.2.4.2. Hábitat

Cuando las temperaturas bajan durante el invierno los adultos Coccinellidae se trasladan a los sitios de hibernación y permanecen en un estado inactivo (diapausa). Durante la Diapausa estos insectos ocupan lugares cálidos y ocultos oscuros, como troncos o vegetaciones, para sobrevivir el invierno, en ocasiones agrupados en grandes cantidades. Al llegar la primavera abandonas estos sitios y vuelven a los campos, jardines y otras áreas con vegetación, donde tienen lugar el apareamiento. El apareamiento puede continuar hasta fines del

verano, y se producen en fuentes ricas en presas (principalmente pulgones) lo que asegura disponibilidad de alimento para de las larvas luego de la eclosión de los huevos (Werenkraut, V. 2019).

1.2.4.3. Descripción Biológica

Las hembras ponen sus huevos (aproximadamente en número de 400 según algunos estudios) cerca de las colonias de pulgones para que cuando emerjan las larvas tengan alimento en su proximidad. Son muy móviles, de colores y formas variadas, y pasan por cuatro fases larvarias antes de pupar (paso previo al estado adulto que es como todos las conocemos). Algunos estudios estiman que cada ejemplar puede consumir hasta mil pulgones a lo largo del verano, lo que da idea de su importancia como “controladores biológicos”. (Ascencio, 2020).

Huevo: dura de 3 a 10 días (Figura 1). En las especies chilenas la postura se inicia a mediados de octubre y va declinando hasta el mes de febrero. (Ascencio, 2020).

Larva: pasa por cuatro estadios que se conocen como **I a IV** (Figura 1), pero en algunas especies esto puede variar entre 3 y 5 estadios larvales. En general los dos últimos estadios son los más extensos. El periodo larvario dura generalmente entre 12 a 20 días, extendiéndose en algunas especies hasta más de un mes. Las larvas son más abundantes en la zona central en los meses de noviembre y diciembre, encontrándose hasta marzo. En otros países se ha estudiado la relación entre el periodo larval y la temperatura, encontrándose que en años muy fríos algunas especies pueden extender hasta cuatro meses el periodo larval. (Ascencio, 2020).

Adulto: Aunque hay poquísimos estudios, el adulto debe vivir al menos un año en las especies univoltinas (es decir que tienen solo una generación anual), para asegurar la continuidad de la diciembre y febrero. El ciclo completo toma alrededor de un mes desde el huevo hasta la especie. Los adultos se encuentran durante todo el año, pero con más abundancia durante la primavera y el verano en la mayoría de las especies, período en el cual suelen copular

abundantemente y se mantienen poniendo durante largo tiempo. (Ascencio, 2020).



Figura 1. Ciclo de vida de un coccinélido

Alimentación

Las mariquitas son carnívoras y oportunistas, y una sola especie puede llegar a depredar sobre una gran variedad de insectos, teniendo datos de especies que consumen más de 60 especies de áfidos. Las mariquitas atacan a insectos sedentarios y muestran una sincronización de su ciclo biológico muy estrecho con sus presas. Es decir, que se reproducen en el momento que su presa posee poblaciones en aumento, y por otro lado, pueden hibernar cuando su presa es menos activa. Las mariquitas tienen un apetito voraz y poseen una estrategia alimenticia muy particular. Ponen miles de huevos en las colonias de los insectos de los cuales se alimentan, para que cuando las larvas eclosionen, tengan alimento disponible inmediatamente.

Generalmente, una sola larva es capaz de comer cerca de 500 individuos de su presa mientras se desarrolla. Esto, además, puede variar dependiendo de la especie y del alimento disponible, pero en ciertas ocasiones pueden consumir más de 1.000 individuos. Cuando llegan a edad adulta, su presa predilecta va cambiando, pasando a consumir especies de insectos cada vez más grandes, ya que un adulto es menos voraz que una larva (Experto animal 2020).

1.2.4.4. Coccinélidos que se alimentan de *Sipha flava*

En nuestras condiciones se pueden encontrar diferentes organismos, algunos con más frecuencia que otros controlando insectos dañinos, razón por la cual se debe manejar racionalmente las plantaciones para promover su establecimiento y reproducción. El uso de insecticidas contra áfidos u otra plaga debe realizarse de manera focalizada en aquellas áreas en donde el monitoreo lo justifique y no de manera general en amplias áreas del cultivo, para evitar efectos negativos en los organismos benéficos.

Estudios realizados por Bowling et al., (2016) reportan al menos nueve especies de mariquita (Coleoptera: Coccinellidae) alimentándose del pulgón de la caña de azúcar en el sur y centro de Texas, 2015: *Coccinella septempunctata* L., *Coleomegilla maculata* (Degeer), *Cycloneda sanguinea* Casey, *Harmonia axyridis* Pallas, *Hippodamia convergens* Guerin-Meneville, *Olla v-nigrum* (Mulsant) y tres morfoespecies de mariquitas oscuras (Coccinellidae: Scymninae) (Fig. 2).

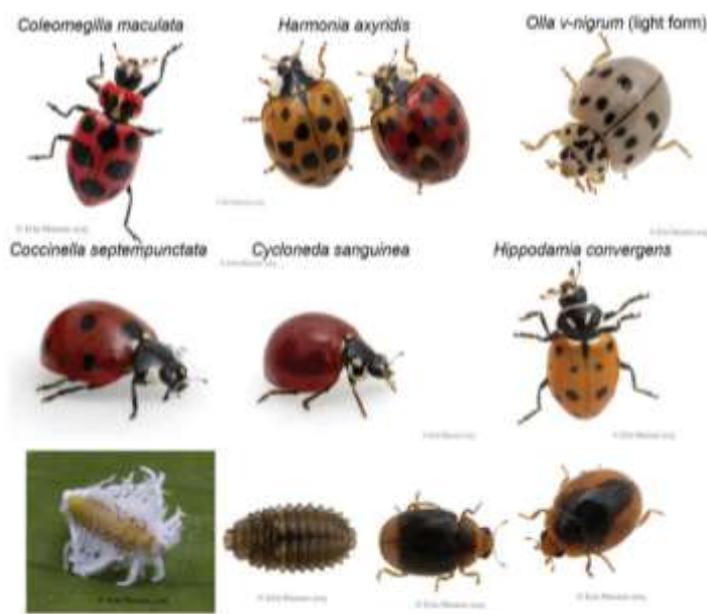


Figura 2. Se observaron al menos nueve especies de mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae) alimentándose del pulgón de la caña de azúcar en el sur y centro de Texas, 2015

1.2.5. *Sipha flava* (áfido amarillo)

En Ecuador, el áfido amarillo, *Sipha flava* (Áfido amarillo), ha sido considerado como una plaga secundaria de la caña de azúcar. Sin embargo, en los últimos años se han presentado brotes poblacionales muy elevados que han motivado el uso de insecticidas en mayor escala. (Mendoza, 2018).

Taxonomía de *Sipha Flava*

Plaga con alta tasa reproductiva, viven de forma gregaria en colonias en el envés de las hojas alimentándose de la savia. Los áfidos o pulgones pertenecen a la familia Aphididae como se detalla en la Tabla 3:

Tabla 3. Clasificación taxonómica de *Sipha flava*.

Taxonomía
Orden: Hemiptera
Familia: Aphididae
Género: Sipha
Especie flava
Nombre común: áfido amarillo de la caña de azúcar pulgón amarillo

Fuente: (Salinas et al., 2016; Salazar, González, Cadet, Oviedo y Sáenz 2017).

1.2.5.1. Descripción Biológica

Las ninfas y los adultos son de color amarillo (Figura 1). Durante su desarrollo pasan por cuatro instares ninfales, alcanzando la madurez en un periodo de 13 a 15 días. Se reproducen por partenogénesis. No existen machos, todos los individuos dan origen a hembras ápteras o aladas, que llegan a medir 1.5 a 2.0 mm de largo. Durante la fase reproductiva pueden dar origen entre 50 a 90 crías, con un promedio de una a tres crías por día. (CINCAE 2016).

1.2.5.2. Hábitos

Son insectos chupadores de savia que viven en colonias en el envés de las hojas. La mayor incidencia de esta plaga está relacionada con la época seca,

variedades susceptibles y con la edad del cultivo (entre 2 y 5 meses de edad). Además de la caña de azúcar, ataca otros cultivos como arroz, sorgo y algunas especies de malezas gramíneas, como leptocloa (*Leptochloa filiformis*), pasto Johnson (*Sorghum halepense*), *Echinochloa colona* y caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*).

1.2.5.3. Daño *Sipha flava*

Los áfidos son insectos importantes en la agronomía por alimentarse de la savia de plantas cultivadas. Sus daños pueden generar pérdidas económicas y llegar a ser letales para las plantas, debido las enfermedades que se desarrollan por los virus que ellos transmiten. (Simbaqueba y Serna, 2021)

Tanto las ninfas como los adultos succionan la savia e inyectan saliva tóxica en las hojas, lo que ocasiona inicialmente puntos o pecas de color marrón en los sitios de alimentación, luego las hojas se tornan amarillas o rojo oscuro y finalmente se secan desde las puntas. A diferencia del áfido blanco (*Melanaphis sacchari*), éste no produce fumagina. (CINCAE, 2016)

Existen también efectos indirectos de los pulgones sobre las plantas como consecuencia de la alimentación. Por un lado, los pulgones excretan el exceso de azúcar como una melaza, que al depositarse sobre las hojas favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (*Cladosporium sp.*), reduciendo la actividad fotosintética de la planta. Adicionalmente, cuando este hongo mancha los frutos, deprecia su valor comercial. Por otro lado, pueden transmitir a la planta una gran variedad de sustancias tóxicas y/o ser vectores de virus Fito patógenos. (Croplife 2016).

1.2.5.4. Control de *Sipha flava*

Los depredadores especializados necesitan alimentarse de pulgones para sobrevivir. Quizás los más conocidos sean los coccinélidos las populares mariquitas, aunque hay otros muy abundantes, como los sírfidos o los cecidómidos.

Tanto los adultos como las larvas de los **coccinélidos** más populares, las mariquitas de dos, siete o catorce puntos, se alimentan de pulgones. Los adultos localizan las colonias de pulgón y las emplean tanto para alimentarse ellos mismos como para poner los huevos y asegurar que, cuando nazcan, sus larvas tendrán el alimento cerca. Los huevos son de color amarillo, tienen forma ovalada y son puestos en grupos de entre 10 y 50. Las larvas que salen de ellos no se asemejan a las mariquitas adultas: son negras y alargadas y, a medida que crecen, van mostrando sobre el negro unos puntos de color amarillo en una distribución característica de cada especie. Las mariquitas son voraces consumidoras de pulgones: se estima que para completar su desarrollo una larva puede comer varios cientos. (Serida, 2011).

1.2.6. Cultivo de Tabaco

1.2.6.1. Taxonomía

Según León (2010) el cultivo de tabaco tiene la siguiente clasificación taxonómica: Reino Vegetal, Subreino Embryophyta, División Tracheophyta, Subdivisión Pteropsida. Clase Angiosperma, Subclase Dicotiledonea. Familia Solanacea, Género Nicotiana, Especie tabacum. Es una planta dicotiledónea. Las hojas son lanceoladas, alternas, sentadas o pecioladas, de color rojizo, gamopétala, en forma de tubo largo. Las flores se agrupan en panojas. (Flores, 2017).

1.2.6.2. Descripción Botánica

El tabaco es una planta dicotiledónea y vivaz, que rebrota al cortarse. Suele cultivarse como planta anual, aunque en los climas de origen puede durar varios años, pudiendo alcanzar el tallo hasta dos metros de altura. (EcuRed S.F)

1.2.6. Pulgón negro

1.2.6.1. Descripción biológica

Los adultos llegan a medir 2 a 3 mm. El cuerpo es de color verde oscuro a negro mate y en ocasiones con cenizilla grisácea. Presentan Patas y antenas

claras con zonas oscuras. Los huevos son ovalados y de color negro. Período ninfal dura 8-15 días. La esperanza de vida de las hembras partenogenéticas es 45 a 52 días. Producen múltiples generaciones al año. (Aguilar y Sánchez, 2021).

1.2.7. *Ambrosia psilostachya* (Altamisa)

1.2.7.1. Descripción Botánica

Es una hierba perenne de tamaño mediano, erecta, con hojas divididas, un olor aromático al estrujarse de sabor amargo, e inflorescencias que parecen flores individuales. Lo más llamativo son las cabezuelas masculinas, que tienen forma de una copa o taza rellena de estambres, colgado hacia abajo. La planta es de color verde; áspero al tacto y las cazuelas femeninas no tienen espinas. Tienen rizomas horizontales y forma colonias. (Canabio. gob. 2009).

1.3. Fundamento legal

El presente trabajo es una elección para disminuir el uso de agroquímicos en el cultivo de la caña de azúcar y otros cultivos, ya que estos afectan directamente el medio ambiente, lo cual está opuesto a lo que menciona la Constitución de la República del Ecuador en los diferentes artículos que se ven estrechamente relacionados a la agricultura orgánica, responsable y a la agroecología. Velando por el cumplimiento de ciertos artículos de la constitución de la República del Ecuador, donde garantizar la conservación del ecosistema, y la reducción de la contaminación ambiental es el principal objetivo, como lo muestra los siguientes artículos.

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 66.- numeral 27, menciona que se reconoce y garantizará a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Art. 3.- Menciona que los procesos de importación y liberación de los agentes de manejo biológicos y otros organismos benéficos se considerará lo

dispuestos en el NIMF No 3 del 2005 de la CIPF sobre directrices para las exportaciones, en la importación y liberación de agentes de control biológicos y otros organismos benéficos y de ser necesario, se observará los procedimientos básicos, dispuestos en las normas internacionales; para análisis de riesgos de plaga.

CAPÍTULO 2

Aspectos metodológicos

2.1. Métodos

El método que se empleó inicialmente fue de tipo teórico, debido a que se buscó e incluyó información de publicaciones relacionadas al tema propuesto. De igual manera se utilizó la combinación de método inductivo-deductivo. La indagación fue experimental debido a que se evaluó el comportamiento de la plaga bajo estudio.

2.1.1. Modalidad y tipo de investigación

De acuerdo a la característica de este estudio, la modalidad fue básicamente cuantitativa con datos originados del ensayo en el laboratorio, de allí que se definió de tipo primordialmente experimental.

2.2. Variables

2.2.1. Variables independientes

- Hospedero de Coccinélidos (cultivo de tabaco y altamisa)
- Numero de larvas de Coccinélidos y Numero de Adultos de Coccinélidos (1000, 2000 y 3000 unidades de *coccinélidos*)

2.2.2. Variables dependientes

- Capacidad de depredación en larvas(coccinélidos) de *Sipha flava*
- Capacidad de depredación en adultos(coccinélidos) de *Sipha flava*
- Análisis de costo

2.2.3. Operacionalización de las Variables

Variable		Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de medida
INDEPENDIENTE	Hospederos de coccinélidos (Tabaco y altamisa)	Siembra de tabaco y altamisa para crianza de <i>coccinélidos</i>	Cría de larvas y adultos de <i>coccinélidos</i>	Números de larvas y adultos de <i>coccinélidos</i>	Observaciones
	Población de Coccinélidos	se contaron las larvas y adultos de <i>Coccinellidae</i>	larvas coccinélidos Adultos coccinélidos	Números de Larvas Números de Adultos	Observaciones

DEPENDIENTE	Depredación de Coccinélidos	Se determinó la capacidad depredadora de Sifha flava, en larvas y adultos de Coccinélidos en laboratorio	Capacidad de depredadora /larvas Capacidad depredadora / adultos	larvas adultas % daño	Observaciones
-------------	-----------------------------	--	---	--------------------------	---------------

Elaborado por: Román, 2022

2.3. Materiales y métodos

2.3.1. Recursos

Materiales

Semilla de tabaco

Semilla de Altamisa

Fundas

Pala

Cinta métrica

Tubos de ensayo

Computadora

Letreros

Piola

Estacas

Caja de madera

Frascos carameleros

Tul

Áfido amarillo

Termómetros

2.3.2. Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación, la parte experimental se desarrollará en dos etapas: Colecta, crianzas de coccinélidos y de áfidos y Bioensayo de evaluación de capacidad biocontroladora o predatora. Todas las actividades se realizarán bajo condiciones controladas a nivel de invernadero y laboratorio. Con la finalidad de mantener la cría y multiplicación de los coccinélidos, se utilizará las plantas hospederas de tabaco y altamisa e insectos

presas (áfido amarillo y áfido negro). La cría de los pulgones, se la realizara en un invernadero con un área de 16.5 m². Donde se ubicaron cámaras de cría de presas, se controla la temperatura (°C) y la humedad relativa (HR).

2.2.3.1. Siembra de Tabaco

Se realizó el semillero del tabaco, con tierra muy suelta mezclada con abono de lombrices en una caja de madera de 1 x 1m, y se colocó en un lugar con suficiente luz y agua para provocar la germinación hasta que emerjan. Inmediatamente, vez germinadas las plántulas, trascurrido seis semanas y con plantas con aproximadamente 15 cm de altura y 5 mm de espesor se trasplantó en las parcelas definitivas con una extensión de 5 m de ancho y 15 m de largo y se elaboró los surcos para el riego, cuyo ancho fue de 1.5 m con una distancia entre plantas de 0.70 m. El riego en el cultivo de tabaco se realizó cada vez que el cultivo lo requirió hasta que la planta alcanzó una altura aproximadamente de 90 m y lista para la inoculación con el pulgón.

2.3.2.1. Siembra de Altamisa

Se recolectó del campo la semilla de altamisa y se procedió a la germinación en una caja de madera 1x1 m, brindándole la suficiente la humedad y las horas luz hasta que germinaron las plantas. Una vez que trascurrió cinco semanas y las plantitas alcanzaron 0.15 m de altura y 5 mm de espesor se trasplantó en la parcela previamente preparada. La parcela de altamisa tuvo un tamaño de 5 m de ancho y 15 m de largo con surcos de 1.5 m y una distancia entre plántulas de 0.70 m. El riego de la altamisa se realizó cada vez que el cultivo lo requirió hasta que la planta alcanzó una altura aproximadamente de 0.90 m y estuvo lista para la inoculación con el pulgón.

2.3.2.2. Inoculación del áfido en plantas de tabaco y Altamisa

Para evaluar la capacidad predadora de los coccinélidos, se inoculó previamente los áfidos presos en las plantas hospederas con las siguientes consideraciones:

Una vez que las plantas de tabaco y altamisa alcanzaron aproximadamente una altura de 0.80 m se suspendió el riego y se procedió a la inoculación de las plantas con el áfido negro.

Cabe detallar que el áfido amarillo se lo recolectó en las primeras horas de la mañana y provino de lotes o canteros previamente seleccionados, esta labor la realizó una persona y a partir de las 17H00 pm se inoculó el áfido en las plantas bajo experimentación.

2.3.2.3. Recolección y liberación de Coccinélidos

En el momento de liberar y establecerse las colonias del áfido negro en las parcelas de altamisa y tabaco, se procedió a recolectar en el campo un total de 20 mariquitas para cada parcela y se las liberó en las parcelas experimentales.

Para la toma de datos se realizó una observación para conteo de la siguiente manera:

Conteo de masas de Huevos de Coccinélidos

En 8 días después de la liberación de las mariquitas se escogió 20 plantas previamente señaladas de ambas parcelas y se revisaron y contaron el número de masas de huevos.

Conteo de larvas de coccinélidos

Después de 10 días de haber nacido la larva se contó su número de larvas de coccinélidos en las 20 plantas de cada parcela

Conteo de pupas de coccinélidos

Después de terminar el proceso larvario se contó el número de pupas en 20 plantas escogidas de cada parcela.

Recolección de Adultos de Coccinélidos

Una vez transcurrido la fase pupal se recolectó los adultos en las parcelas en estudio, se clasificó los tipos de coccinélidos y se llevó a los campos escogidos de caña de azúcar para su liberación.

Capacidad depredadora de coccinélidos en Laboratorio

Se recolectó tantas larvas en los diferentes estadios y adultos al laboratorio y se colocaron en frascos ámbar y se determinó la acción depredadora del áfido amarillo en fase de larvas y adultos de los coccinélidos. La temperatura dentro del laboratorio se reguló a 28 °C.

Liberación de *Coccinellidae* en caña de azúcar

Previo a la liberación de los insectos benéficos se seleccionó un cantero, y se diseñó 3 parcelas de 50 x50 m cada una, previa una evaluación de detección de la presencia de *Sipha flava* y se procedió a liberar las mariquitas, las cantidades liberadas fueron de 1000, 2000 y 3000 adultos/ parcela.

2.3.2.4. Evaluación de control de áfido amarillo

Una vez transcurrido los 10 días de la liberación del coccinélidos se evaluó la presencia del áfido amarillo para observar el mejor control de la plaga.

2.3.2.5. Análisis de costo

Se realizó el análisis de costo desde la siembra de las parcelas hasta la liberación de los coccinélidos

2.4. Estadística Descriptiva e Inferencial.

Los datos de las diferentes variables se sometieron a una comparación estadística mediante la prueba *T – student*. Considerando muestras independientes, previa constatación de la homocedasticidad de las varianzas. Debido al comportamiento que presentaron algunas de las variables, se realizó el respectivo ajuste de estabilización de varianzas.

2.5. Diseño Experimental.

Para el desarrollo de este estudio se ha empleado un diseño completamente al azar, en el cual, los tratamientos fueron las plantas hospederas (tabaco y altamisa). Cada tratamiento se asignó aleatoriamente en cuatro parcelas por cada una de ellas, tal como puede observarse en la tabla 4. Cada una de estas parcelas tuvo un área de 25 m², separadas 1 m entre ellas; por lo tanto, el área experimental fue de 25 m². Dentro de cada parcela se planificó las evaluaciones en tres unidades de muestreo, en un área de 1 m². Se levantó 12 datos por cada uno de los tratamientos propuestos.

Tabla 4. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total (n-1)	7
Tratamiento (t-1)	1
Repeticiones (r-1)	3
Error Experimental (t-1)(r-1)	6

Elaborado por: Román, 2022

RESULTADOS

Los resultados para determinar el mejor hospedante (altamisa o tabaco) para la cría de coccinélidos se presentan a continuación en las tablas 5.

En la prueba comparativa, mediante el empleo de *t student*, entre el tabaco y la altamisa como hospedantes para la cría óptima de los insectos, se detectó significancia a favor del tabaco tanto para masas de posturas (2.09), larvas (4.61) y pupas (4.02).

Tabla 5. Prueba T student de los promedios del número de masas de huevos, larvas y pupas de coccinélidos criados en altamisa y tabaco

No.	Tratamientos	\bar{x} Masas de posturas	\bar{x} Larvas	\bar{x} Pupas
T1	Altamisa	1.90b	4.03b	3.33b
T2	Tabaco	2.09a	4.61a	4.02a

Letras iguales no difieren estadísticamente
Elaborado por: Román, 2022

En la evaluación realizada para determinar la capacidad depredadora de los coccinélidos sobre poblaciones del áfido amarillo *Sipha flava*, en condiciones de laboratorio. Se registró que en la etapa de larva puede consumir un promedio de 245.6 áfidos y en la fase adulta un promedio de 341.6 áfidos, en todo su ciclo de vida este coccinélido estaría consumiendo un total 560.2 áfidos. De ahí la importancia de su multiplicación utilizando áfidos que se desarrollan sobre plantas de altamisa y tabaco (Tabla 6).

Tabla 6. Capacidad depredadora de larvas y adultos de coccinélidos sobre el áfido amarillo (*Sipha flava*) en condiciones de laboratorio.

Etapa de desarrollo del coccinélido	\bar{x} Áfidos consumidos
Larva	245.6
Adulto	341.6

Letras iguales no difieren estadísticamente
Elaborado por: Román, 2022

Por otra parte, no se observó significancia entre los tratamientos (liberaciones) tanto para las hojas testeadas como para las afectadas siendo iguales entre si el control del áfido amarillo al inicio como a los 10 días después de las liberaciones (tablas 7 y 8).

Tabla 7. Evaluación del control del áfido amarillo mediante los promedios del número de hojas por planta de caña de azúcar revisadas y afectadas a los 10 días de la liberación de los coccinélidos

No.	Tratamientos	\bar{x} Hojas revisadas	\bar{x} Hojas afectadas a los 10 DDI
T1	1000 mariquitas	3.96a	1.24a
T2	2000 mariquitas	3.76a	1.16a
T3	3000 mariquitas	3.84a	1.00a
	CV (%)	21.43	17.90

Letras iguales no difieren estadísticamente
Elaborado por: Román, 2022

Tabla 8. Evaluación del control del áfido amarillo mediante los promedios del número de hojas por planta de caña de azúcar y hojas afectadas al inicio del experimento.

No.	Tratamientos	\bar{x} Hojas revisadas	\bar{x} Hojas afectadas
T1	1000 mariquitas	4.20a	0.56a
T2	2000 mariquitas	4.20a	0.32a
T3	3000 mariquitas	4.32a	0.24a
	CV (%)	13.80	25.30

Letras iguales no difieren estadísticamente
Elaborado por: Román, 2022

En la figura 3, se grafica el comportamiento del daño causado por *S. flava* y en las hojas de caña de azúcar y que fue controlado con la presencia de los coccinélidos. Se puede apreciar que con la liberación de las 3000 mariquitas/m² estas realizaron un mejor control del áfido amarillo al presentar el menor daño en promedio 0.24 hojas afectadas frente al promedio de hojas revisadas que fue de 4.2 por m².

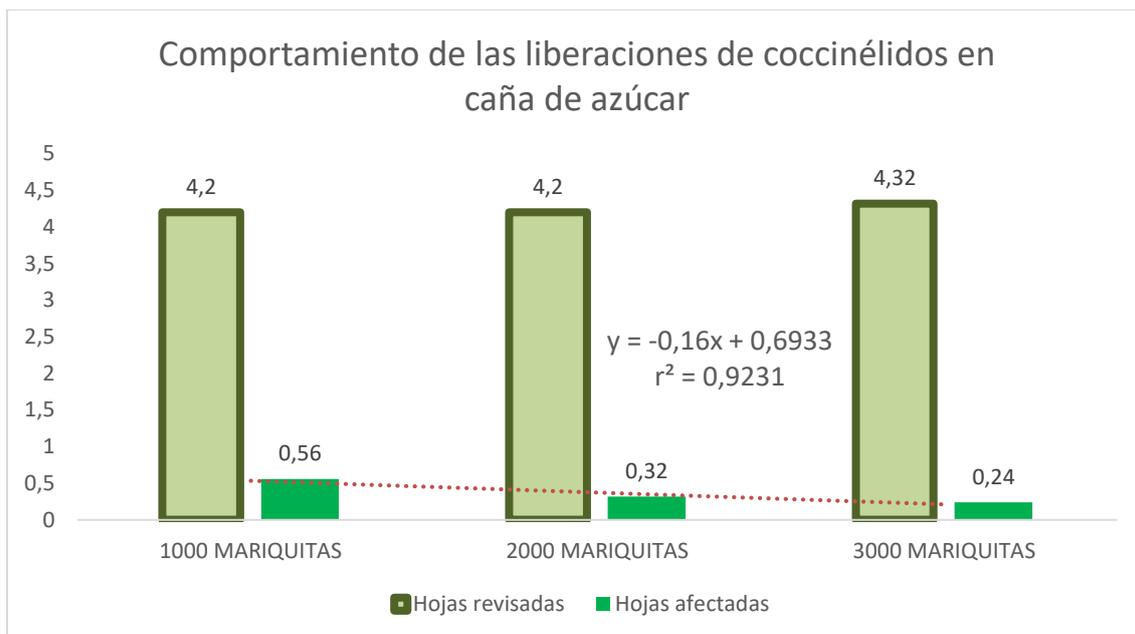


Figura 3. Representación gráfica del comportamiento de las liberaciones de mariquitas en el control del áfido amarillo en caña de azúcar.
Elaborado por: Román, 2022

El presupuesto de la cría de aplicaciones de coccinélidos en tabaco y altamisa como controladores del áfido amarillo en caña de azúcar se muestra en la tabla 9. En ella se aprecia que el costo total por hectárea de la liberación de mil insectos fue de 8.25 usd, la de dos mil alcanzó un valor de 9.00 usd mientras que la de tres mil fue de 9.75 usd.

Tabla 9. Presupuesto de la cría de coccinélidos en tabaco y altamisa para el control del áfido amarillo en el cultivo de la caña de azúcar.

Rubros	T1	T2	T3
	1000 Mariquitas	2000 Mariquitas	3000 Mariquitas
Siembra de tabaco y altamisa	7,50	7,50	7,50
Roza/ altamisa /tabaco	3,75	3,75	3,75
Riego/ parcela altamisa/tabaco	7,50	7,50	7,50
Total/costo cría de coccinélidos	18,75	18,75	18,75
Costo unitario/cría de coccinélidos/Ha	0,002	0,002	0,002
Costo de Recolección Mariquitas	7,50	7,50	7,50
Costo unitario/recolección de coccinélidos/Ha	0,001	0,001	0,001
Costo unitario total	0,003	0,003	0,003
Total/costo/Ha	8,25	9,00	9,75

Elaborado por: Román, 2022

DISCUSIÓN

En la evaluación de las plantas de tabaco y altamisa como medio de recolección de los insectos coccinélidos no se detectó significancia ($p < 0.05$) en la cría de los mismos. Esto podría deberse a que ambas plantas presentan características de hospedantes naturales de las mariquitas.

En efecto, Mendoza *et al.*, (2021) reportan que los coccinélidos se pueden recolectar de especies arvenses como la altamisa y en ocasiones del tabaco, las cuales las utilizan para su reproducción y crecimiento para luego migrar a cultivos de caña de azúcar donde actúan contra áfidos como *Sipha flava* del cual es su enemigo natural realizando un control efectivo de este insecto plaga.

Además de las plantas arvenses, existen otras, que también son hospederas habituales de las mariquitas, al respecto, Mendoza, (2020), informa que en la cría de coccinélidos a nivel de laboratorio, estos se han recolectado de especies como maíz y alfalfa las cuales mostraron características adecuadas como hospedantes de los coccinélidos.

La capacidad depredadora de los coccinélidos como enemigos naturales de los áfidos en especial de *S. flava* no presentaron significancia considerando las plantas donde se recolectaron, sin embargo, curiosamente, las mariquitas que fueron recolectadas de tabaco presentaron un mayor control en términos de consumo de áfidos a nivel de laboratorio y durante la liberación de los adultos en la plantación de caña de azúcar, este comportamiento pudo deberse a los mismos áfidos con los que se alimentó a los coccinélidos en el laboratorio, pero principalmente a su interacción alimentaria con otros insectos en campo que pudieron producir algún tipo de influencia depredadora.

Al respecto, Al Abaquita, (2018) confirmó que larvas de *Cryptolaemus motrouzieri* alimentadas con huevos de *Ephestia kuehniella* reducían su capacidad depredadora de *Planococcus citri* en presencia de la hormiga *Lasius grandis* en ensayos de campo en cítricos.

La liberación de los coccinélidos en la plantación de caña de azúcar para el control biológico del áfido amarillo, logró una reducción importante de los daños causados por este en las hojas de la planta cañera siendo las 3000 mariquitas/Ha liberadas las que presentaron un mejor comportamiento controlador ya que el número de hojas dañadas por el insecto plaga fueron menores a las otras liberaciones (1000 y 2000 coccinélidos/Ha).

Se le puede atribuir, este efecto, a la acción de competencia entre los coccinélidos para depredar a los áfidos por lo que liberaciones mayores producen mayores controles, aunque no se observó, pero la presencia de aves, que a su vez son enemigos naturales de las mariquitas, pudieron influir de alguna manera en la inhibición de una mayor actividad de control de los áfidos por parte de las mariquitas.

Mendoza y Gualle, (2016) destacan que en ocasiones se han liberado crisopas o leones de pulgones para el manejo de *S. flava* en algunos países, sin embargo, en el Ecuador, esta práctica no ha sido exitosa.

La inversión por liberación de coccinélidos en caña de azúcar, en el trabajo experimental para 3000 mil individuos alcanzó los 9.75 usd/Ha lo cual significa costo bajo y conveniente de presupuestar si se consideran las grandes inversiones en pesticidas y en las consecuencias ambientales de su uso.

En un estudio realizados a la crea intensiva de *Tamarixia radiata*, presentó una relación de costos del 9,6%, por hectárea. Este parasitoide es el enemigo natural de *Diaphorina citri* vector de *Candidatus liberibacter asiaticus* causante del HLB en cítricos. Este mismo autor indica que el costo por cría de cada individuo de *T. radiata* corresponde a 458 pesos colombianos los cuales al cambio actual significan 0.11 usd (=1 individuo de *T. radiata*).

Mendoza y Gualle, (2016) concluyeron, en un estudio sobre el efecto del áfido amarillo sobre la producción de caña, que los controles de depredadores de este insecto plaga, como los coccinélidos, realizaron un mejor control que los insecticidas utilizados lo cual supone una inversión muy conveniente en términos de rentabilidad y de evitar contaminación ambiental.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten:

Mediante la determinación del mejor hospedante para la cría de Coccinélidos, se considera el cultivo de tabaco como el que permite un comportamiento más favorable de los insectos en este material vegetal tanto en fase de postura, pupas y larvaria. De igual manera, la altamisa puede considerarse como alternativa viable en caso de no tener material de tabaco.

La reducción del insecto plaga (*Sipha flava*) fue similar para todas las liberaciones de coccinélidos, es decir que no existieron diferencias significativas entre ellos, sin embargo, se considera al T3 (tres mil mariquitas) como el mejor, debido a que presentó las medias más bajas referente al daño ocasionado en las hojas. La decisión de la concentración de adultos para liberarlos se asocia al costo de liberación que a su vez se relaciona directamente con los costos de producción como a la presencia masiva del áfido en la plantación.

En análisis de costos realizado para determinar el presupuesto de la cría de aplicaciones de *Coccinellidae* en tabaco y altamisa fue de 0.002 usd/Ha mientras que la liberación del insecto en el cultivo de la caña de azúcar tiene un costo de 8.25 usd/Ha para las 1000 mariquitas/Ha, 9.00 usd/Ha para las 2000/Ha y 9.75 usd/Ha para las 3000 mariquitas/Ha.

RECOMENDACIONES

Evaluar el uso de otros materiales vegetales que sirvan como hospedantes para la cría de coccinélidos y sus costos de producción.

Realizar otros ensayos para ajustar la capacidad depredadora de Coccinélidos sobre las poblaciones del áfido amarillo de la caña de azúcar y otros cultivos.

Valorar la utilidad de la cría de aplicaciones de coccinélidos para su uso como depredador de un insecto plaga de gran importancia económica en el cultivo de caña de azúcar.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Ascencio-Contreras, D. O., Alvarado-Gómez, O. G., Lara-Ávila, J. P., Jarquín-Gálvez, R., y Ávila-Rodríguez, V. (2020). Aspectos Biológicos de Coccinélidos Asociados a *Opuntia ficus indica* en San Luis Potosí, México. *Southwestern Entomologist*, 45(3), 725-732.
- Aguilar, J. D., y Sánchez, E. A. (2021). Aspectos biológicos y capacidad depredadora del sírfido *Ocyrtamus gastrostactus* (Wiedemann, 1830)(Diptera: Syrphidae) alimentado con *Aphis craccivora* Koch, 1854 (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. *Revista chilena de entomología*, 47(1), 105-113.
- Al Abaquita, T. (2018). Rearing the predatory coccinellid *Cryptolaemus montrouzieri* with factitious diets modifies its relationship with ants and reduces its efficacy as biocontrol agent. *Tesis de Postgrado*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00539><https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.06.029><http://www.cps>
- Baker, B. P., Green, T. A., y Loker, A. J. (2020). Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*, 140, 104095.
- Bowling, R. D., Brewer, M. J., Kerns, D. L., Gordy, J., Seiter, N., Elliott, N. E., ... y Maxson, E. (2016). Sugarcane aphid (Hemiptera: Aphididae): a new pest on sorghum in North America. *Journal of Integrated Pest Management*, 7(1).
- Bustamante Navarrete, A. A. (2020). Taxonomía y distribución geográfica de los Coccinélidos (Coleóptera: Coccinellidae) en la región Cusco.
- Canabio.gob. (2009) *Ambrosia psilostachya*- Ficha Informativa <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/asteraceae/ambrosia-psilostachya/fichas/ficha.htm>
- Camero-Nava, K. G., Rodríguez-Palomera, M., Camero-Ayón, C. B., y Camero-Campos, O. J. ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Cycloneda sanguinea* Linnaeus, 2019 (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE)

ALIMENTADA CON EL PULGÓN *Aphis aurantii*, Boyer de Fonscolombe, 1841 (HEMIPTERA: APHIDIDAE).

Casafe; (2017) Cámara De Sanidad Agropecuaria y Fertilizante, Métodos de control Biológicos Argentina, <https://www.casafe.org/metodos-de-control-biologico/>

CINCAE, (2010) Biología y capacidad depredadora de *Ceraeochrysa* sp para el control biológico del áfido amarillo, *Sipha flava* Forbes, en caña de azúcar. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/04/A%C3%B1o-12-No.-1.pdf>

CINCAE, (2013) Centro de Investigación de la Caña de Azúcar, *Sipha flava* (Forbes) (Homóptera: Aphididae)

CINCAE, (2016) EFECTO DEL ÁFIDO AMARILLO, *Sipha flava* Forbes, SOBRE LA PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/6-PLAGAS-2016.pdf>

Croplife, (2016) Presentado por: Ing. Agr. Jorgelina Lezaun, “Áfidos” o Pulgones los temibles enemigos del trigo y los cereales <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/pulgón-de-la-espiga>

De Boer, J. G., y Harvey, J. A. (2020). Range-expansion in processionary moths and biological control. *Insects*, 11(5), 267.

Delgado-Ramírez, C. S., Salas-Araiza, M. D., Martínez-Jaime, O. A., Guzmán-Mendoza, R., y Flores-Mejía, S. (2019). Predation capability of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) feeding of *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). *Florida Entomologist*, 102(1), 24-28.

EcuRed; S.F. Características botánicas del cultivo de tabaco https://www.ecured.cu/Caracter%C3%ADsticas_bot%C3%A1nicas_del_cultivo_del_tabaco

Edirisinghe, H. M., Leschen, R. A. B., Dale, J., y Wignall, A. E. (2021). Insights Into the Establishment of Introduced Species Using Coccinellines

(Coleoptera: Coccinellidae) as a Model System. The Coleopterists Bulletin, 75(1), 121-149.

Expertoanimal; (2020) ¿Qué comen las mariquitas? Autor. Thomann Maria Luz <https://www.expertoanimal.com/que-comen-las-mariquitas-25191.html>

Flores Alvarado, B. S. (2017). Estudio agronómico del cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* Linnaeus) bajo distintos niveles de fertilización en la zona de Quevedo (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).pg 7

Futurcrop; (2019) Insectos depredadores para el control biológico de plagas <https://futurcrop.com/es/blog/post/insectos-depredadores-para-el-control-biologico-de-plagas>

Kassaye, A. Y., Shao, G., Wang, X., y Belete, M. (2021). Evaluating the practices of climate-smart agriculture sustainability in Ethiopia using geocybernetic assessment matrix. Environment, Development and Sustainability, 1-41.

Laica. (2016). Catalogó de Identificación de la Caña de Azúcar en Costa Rica pg 33-34

López-Luque, E. B., Cortez-Mondaca, E., Valenzuela-Hernández, J. I., Camacho-Báez, J. R., y Sánchez-Gutiérrez, Y. (2021). Capacidad de Depredación de Coccinellidae sobre el Pulgón Amarillo del Sorgo¹ en Sinaloa, México. Southwestern Entomologist, 46(2), 497-502.3

Mendoza J.; Garcés F. (2013) PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES EXOTICAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR, EN ECUADOR.

Mendoza, J. R. (2018). Experiencias sobre control biológico en el cultivo de caña de azúcar en Ecuador. In P. Castillo, C., Montero, B. y Cuasapaz (Ed.), Memorias del 1er Congreso de Control Biológico Aplicado (pp. 12–15)

Mendoza, J. comunicación personal, 20 de agosto de 2021

Mendoza, J. R., Junco, J., Gualle, M. D., Goyes, W., Cruz, F., y SA, C. A. V. (2021). El Rol de la Asociación de Enemigos Naturales en la Supresión del

Áfido Amarillo, *Sipha flava*. In *Memorias del II Congreso de Control Biológico Aplicado* (p. 52).

Mendoza Pozo, E. T. (2020). Cría y reproducción de coccinélidos con la utilización de distintas fuentes de alimentación en la Granja Experimental La Pradera (Bachelor's thesis).

Mendoza, J., Gualle D., G. P. (2016). Biología y manejo de los áfidos en caña de azúcar. *Plegable Divulgativa. Centro de Investigación de La Caña de Azúcar Del Ecuador. Plegable Divulgativo No. 9.*, 9. <https://cincae.org/wp-content/uploads/2021/08/AFIDOS-DE-LA-CANA-DE-AZUCAR.pdf>

Mendoza, J., Junco J., Gualle M., Goyes W., C. F. (2021). El Rol de la Asociación de Enemigos Naturales en la Supresión del Áfido Amarillo , *Sipha flava*. *Archivos Académicos USFQ*, 52–54. [file:///C:/Users/Hp/Downloads/2313-Texto del artículo-12351-1-10-20210525 \(2\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/2313-Texto%20del%20artículo-12351-1-10-20210525%20(2).pdf)

Mendoza Mora J., G. A. D. (2016). Efecto del áfido amarillo, *Sipha flava* Forbes, sobre la producción y rendimiento de la caña de azúcar. *Centro de Investigación de La Caña de Azúcar Del Ecuador (CINCAE)*, 1–10. <https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/6-PLAGAS-2016.pdf>

Mendoza P. E. (2020). Cría y reproducción de coccinélidos con la utilización de distintas fuentes de alimentación en la granja experimental la pradera [Universidad Técnica del Norte]. In *Tesis*. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10367/2/03 AGP 262 TRABAJO GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10367/2/03%20AGP%20262%20TRABAJO%20GRADO.pdf)

Monzó, C., y Urbaneja, A. (2020). Diseño y utilización de cubiertas vegetales en el control biológico por conservación en cítricos. *Horticultura*, 2(347), 20-23.

Nájera Rincon, M., y Souza, B. (2010). Insectos benéficos: guía para su identificación (No. Bajados de internet/2018). SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación); INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias).

- Porto, D. D. P. L. (2021). Combustíveis automotivos: um olhar estequiométrico e comparativo sobre a emissão de um gás do efeito estufa pela queima da gasolina e do etanol.
- Ramírez, C. S. D. (2017). Capacidad De Consumo De Insectos Beneficos En Las Poblaciones De Pulgón Amarillo (*Melanaphis Sacchari*).
- Rounagh-Ardakani, H., Samih, M. A., Ravan, S., y Mokhtari, A. (2020). Different preys affecting biology and life table parameters of *Exochomus nigripennis* (Erichson)(Col.: Coccinellidae): prospects for augmentative biological control of sucking pests. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40(1), 21-26.
- Rondoni, G., Borges, I., Collatz, J., Conti, E., Costamagna, AC, Dumont, F., ... y Cock, MJ (2021). Mariquitas exóticas para el control biológico de insectos herbívoros: una revisión. *Entomologia Experimentalis et Applicata* , 169 (1), 6-27.
- Salazar, J. D., González, J. F., Cadet, E., Oviedo, R., y Sáenz, C. E. (2017). Catálogo de identificación de plagas del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. LAICA, Grecia, CRI.
- Samada, L. H., y Tambunan, U. S. F. (2020). Biopesticides as promising alternatives to chemical pesticides: A review of their current and future status. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 20(2), 66-76.
- Simbaqueba, R., y Serna, F. (2021). Áfidos (Hemiptera: Aphididae) de Colombia, con nuevos registros para el norte de Sudamérica. *Caldasia*, 43(1), 1-27.
- SENASA; (2016) Importancia del Control Biológico de plagas en la agricultura peruana <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/importancia-del-control-biologico-de-plagas-en-la-agricultura-peruana/>
- Serida, (2011); Miñarro Prado Marcos, Los enemigos naturales de los pulgones. <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php>
- Sinavimo S.F. Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plaga *Aphis fabae*, <https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/aphis-fabae>

- Tariq, M., Khan, A., Asif, M., Khan, F., Ansari, T., Shariq, M., y Siddiqui, M. A. (2020). Biological control: a sustainable and practical approach for plant disease management. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil y Plant Science*, 70(6), 507-524.
- Tooker, J. F., O'Neal, M. E., y Rodriguez-Saona, C. (2020). Balancing disturbance and conservation in agroecosystems to improve biological control. *Annual review of entomology*, 65, 81-100.
- Viera Arroyo, W. F., Tello Torres, C. M., Martínez Salinas, A. A., Navia Santillán, D. F., Medina Rivera, L. A., Delgado Párraga, A. G., ... y Jackson, T. (2020). Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(2), 128-149.
- Werenkraut, V. (2019). "Vaquita asiática multicolor" *Harmonia axyridis*. Ediciones I+NTA.
- Wilson, B. E. (2019). Hemipteran Pests of Sugarcane in North America. *Insects*, 10(4), 107.

Anexos



Figura 4. Instalación de ensayo para evaluar la capacidad predadora de los coccinélidos.
Elaborado por: Román, 2022



Figura 5. Larvas y adultos de coccinélidos consumiendo áfidos.
Elaborado por: Román, 2022



Figura 6. Cultivo de altamisa para la cría de áfidos
Elaborado por: Román, 2022



Figura 7. Semillero de tabaco y siembra en campo.
Elaborado por: Román, 2022



Figura 8. Larvas de coccinélidos predando áfidos sobre altamisa y adultos consumiendo áfidos sobre el cultivo de tabaco.
Elaborado por: Román, 2022



Figura 9. Adultos de coccinélidos liberados en campo de caña de azúcar, infestados por áfido amarillo.
Elaborado por: Román, 2022

Tabla 10. Número de áfidos amarillos consumidos por el coccinéido durante su etapa de larva y adulto en condiciones de laboratorio.
Elaborado por: Román, 2022

Individuo N°	Capacidad predadora (etapa)	
	Larva	Adulto
1	261	385
2	262	299
3	254	357
4	213	395
5	219	327
6	179	335
7	201	299
8	218	315
9	194	378
10	271	299
11	331	363
12	270	377
13	297	299
14	222	355
15	292	
Total	3684	4783
Promedio	245,6	341,6
Máximo	331	395
Mínimo	179	299
SD	43,2	35,5



Cycloneda sanguinea



Hippodamia convergens



Coccinella sp.



Adalia bipunctata



Huevo



Larva



Pupa



Adulta

Ciclo Biológico de Coccinélidos (Mariquitas)

Figura 10. Ciclos biológicos de coccinélidos (mariquitas)

Fotos: Iliana Martínez Agroazúcar-Ecuador

Anexo 1. Croquis de campo

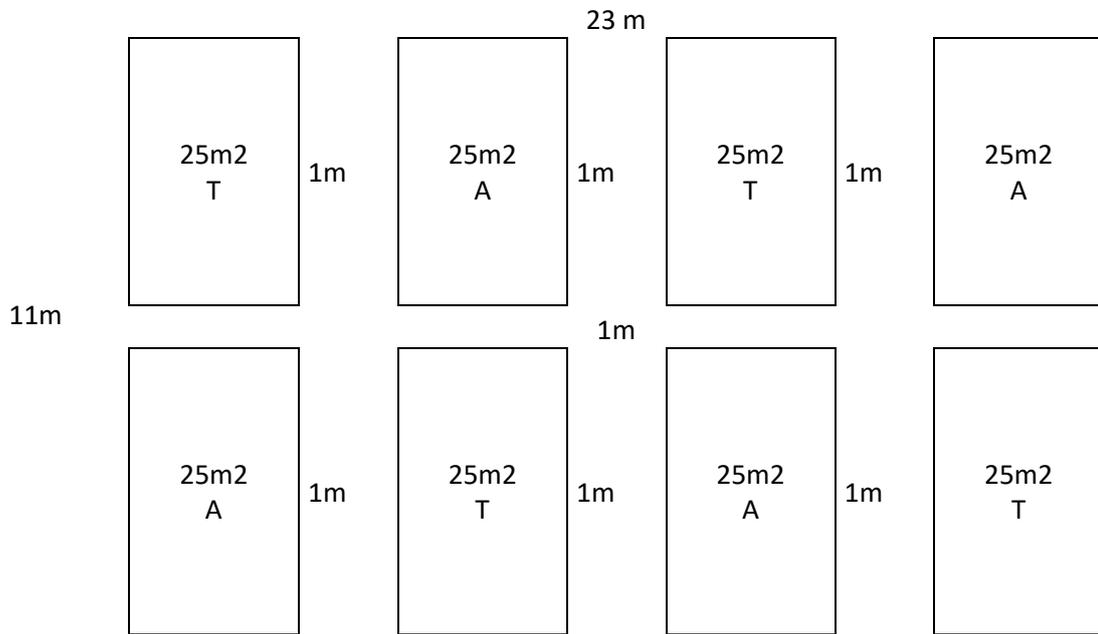


Figura 11. Croquis de campo

Elaborado por: El Autor, 2022

Anexo 2. Análisis de varianza de los datos experimentales

RAÍZ Hojas tabaco/Afectadas/áfido

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RAÍZ Hojas tabaco/Afectada..	75	0,56	0,32	25,30	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,03	26	0,12	2,34	0,0053
TRATAMIENTOS	0,29	2	0,15	2,94	0,0625
#brotes de tabaco	2,74	24	0,11	2,29	0,0073
Error	2,39	48	0,05		
Total	5,43	74			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15275

Error: 0,0499 gl: 48

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
TRES MIL MARIQUITAS	0,82	25	0,04 A
DOS MIL MARIQUITAS	0,86	25	0,04 A
MIL MARIQUITAS	0,97	25	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

#Hojas

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
#Hojas	75	0,31	0,00	13,80	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,25	26	0,28	0,82	0,7084
TRATAMIENTOS	0,24	2	0,12	0,35	0,7060
#brotes de tabaco	7,01	24	0,29	0,85	0,6554
Error	16,43	48	0,34		
Total	23,68	74			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,40017

Error: 0,3422 gl: 48

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MIL MARIQUITAS	4,20	25	0,12 A
DOS MIL MARIQUITAS	4,20	25	0,12 A
TRES MIL MARIQUITAS	4,32	25	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Hojas tabaco/Afectadas/áfido

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Hojas tabaco/Afectadas/áfi..	75	0,55	0,31	125,95	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,93	26	0,50	2,25	0,0074
TRATAMIENTOS	1,39	2	0,69	3,14	0,0525
#brotes de tabaco	11,55	24	0,48	2,18	0,0109
Error	10,61	48	0,22		
Total	23,55	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,32166

Error: 0,2211 gl: 48

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
TRES MIL MARIQUITAS	0,24	25	0,09 A
DOS MIL MARIQUITAS	0,32	25	0,09 A
MIL MARIQUITAS	0,56	25	0,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

ANÁLISIS DE LA VARIANZA (DATOS TRANSFORMADOS) RAIZ CUADRADA DE HOJAS AFECTADAS A LOS 10 DÍAS DE LA APLICACIÓN

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ HOJAS AFECTADAS	75	0,73	0,59	21,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,96	26	0,34	5,10	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,19	2	0,09	1,39	0,2599
#brote	8,77	24	0,37	5,41	<0,0001
Error	3,25	48	0,07		
Total	12,21	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17788

Error: 0,0676 gl: 48

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
TRES MARIQUITAS	1,14	25	0,05 A
DOS MIL MARIQUITAS	1,24	25	0,05 A
MIL MARIQUITAS	1,26	25	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Hojas/Afecta/áfido

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
HojS/Afecta/afido	75	0,73	0,58	54,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50,08	26	1,93	4,97	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,75	2	0,37	0,96	0,3886
#brote	49,33	24	2,06	5,31	<0,0001
Error	18,59	48	0,39		
Total	68,67	74			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42567

Error: 0,3872 gl: 48

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
TRES MARIQUITAS	1,00	25	0,12 A
DOS MIL MARIQUITAS	1,16	25	0,12 A
MIL MARIQUITAS	1,24	25	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

#Hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
#Hojas	75	0,50	0,22	17,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22,56	26	0,87	1,82	0,0353
TRATAMIENTOS	0,51	2	0,25	0,53	0,5904
#brote	22,05	24	0,92	1,93	0,0260

Error	22,83	48	0,48
Total	45,39	74	

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47173

Error: 0,4756 gl: 48

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	3,76	25	0,14 A
TRES MIL MARIQUITAS	3,84	25	0,14 A
MIL MARIQUITAS	3,96	25	0,14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DATOS TRANSFORMADOS MEDIANTE RAÍZ CUADRADA DEL NÚMERO DE MASAS DE HUEVOS, LARVAS, PUPAS DE COCCINÉLIDOS/8 DÍAS DESPUÉS DE SU LIBERACIÓN EN HOJAS DE ALTAMISA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
#de masas de huevos /8 dia..	60	0,56	0,32	25,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31,22	21	1,49	2,31	0,0121
TRATAMIENTOS	4,90	2	2,45	3,81	0,0310
OBSERVACIONES	26,32	19	1,39	2,15	0,0217
Error	24,43	38	0,64		
Total	55,65	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61842

Error: 0,6430 gl: 38

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	2,80	20	0,18 A
MIL MARIQUITAS	3,15	20	0,18 A B
TRES MIL MARIQUITAS	3,50	20	0,18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RAÍZ #de masas de huevos /8 dias de

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAÍZ #de masas de huevos /..	60	0,56	0,32	9,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,76	21	0,08	2,33	0,0114
TRATAMIENTOS	0,27	2	0,14	3,78	0,0317
OBSERVACIONES	1,49	19	0,08	2,18	0,0202
Error	1,37	38	0,04		
Total	3,13	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14631

Error: 0,0360 gl: 38

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	1,82	20	0,04 A
MIL MARIQUITAS	1,90	20	0,04 A B
TRES MIL MARIQUITAS	1,99	20	0,04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

larvas de coccinelidos

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
larvas de coccinelidos	60	0,71	0,55	16,37	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	634,42	21	30,21	4,37	<0,0001
TRATAMIENTOS	16,90	2	8,45	1,22	0,3055
OBSERVACIONES	617,52	19	32,50	4,71	<0,0001
Error	262,43	38	6,91		
Total	896,85	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,02674

Error: 6,9061 gl: 38

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	15,40	20	0,59 A
MIL MARIQUITAS	16,05	20	0,59 A
TRES MIL MARIQUITAS	16,70	20	0,59 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RAÍZ larvas de coccinelidos

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RAÍZ larvas de coccinelido..	60	0,72	0,56	7,52	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,84	21	0,42	4,59	<0,0001
TRATAMIENTOS	0,24	2	0,12	1,31	0,2808
OBSERVACIONES	8,60	19	0,45	4,93	<0,0001
Error	3,49	38	0,09		
Total	12,33	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23358

Error: 0,0917 gl: 38

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	3,95	20	0,07 A
MIL MARIQUITAS	4,04	20	0,07 A
TRES MIL MARIQUITAS	4,11	20	0,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pupas coccinelidos

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Pupas coccinelidos	60	0,70	0,53	24,85	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	658,03	21	31,33	4,19	0,0001
TRATAMIENTOS	0,70	2	0,35	0,05	0,9543
OBSERVACIONES	657,33	19	34,60	4,63	<0,0001
Error	283,97	38	7,47		
Total	942,00	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,10825

Error: 7,4728 gl: 38

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MIL MARIQUITAS	10,85	20	0,61 A

TRES MIL MARIQUITAS 11,05 20 0,61 A
 DOS MIL MARIQUITAS 11,10 20 0,61 A
 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RAÍZ Pupas coccinelidos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAÍZ Pupas coccinelidos	60	0,70	0,54	12,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,91	21	0,71	4,25	0,0001
TRATAMIENTOS	0,02	2	0,01	0,05	0,9495
OBSERVACIONES	14,89	19	0,78	4,70	<0,0001
Error	6,34	38	0,17		
Total	21,25	59			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31508

Error: 0,1669 gl: 38

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
MIL MARIQUITAS	3,32	20	0,09 A
TRES MIL MARIQUITAS	3,33	20	0,09 A
DOS MIL MARIQUITAS	3,36	20	0,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

DATOS TRANSFORMADOS MEDIANTE RAÍZ CUADRADA DEL NÚMERO DE MASAS DE HUEVOS, LARVAS Y PUPAS DE COCCINÉLIDOS CRIADOS EN HOJAS DE TABACO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
#de masas de huevos /8 dia..	58	0,61	0,39	20,66

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	40,29	21	1,92	2,72	0,0041
TRATAMIENTO	3,36	2	1,68	2,38	0,1069
# Plantas/parcela	36,93	19	1,94	2,75	0,0044
Error	25,43	36	0,71		
Total	65,72	57			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66160

Error: 0,7065 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	3,72	18	0,20 A
MIL MARIQUITAS	4,15	20	0,19 A
TRES MIL MARIQUITAS	4,30	20	0,19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RAÍZ #de masas de huevos /8 dias de

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAÍZ #de masas de huevos /..	58	0,60	0,37	8,50

Datos desbalanceados en celdas.
 Para otra descomposición de la SC
 especifique los contrastes apropiados.!!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,75	21	0,08	2,59	0,0059
TRATAMIENTO	0,14	2	0,07	2,11	0,1355
# Plantas/parcela 1	1,61	19	0,08	2,64	0,0059
Error	1,16	36	0,03		
Total	2,91	57			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14113

Error: 0,0321 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	2,04	18	0,04 A
MIL MARIQUITAS	2,13	20	0,04 A
TRES MIL MARIQUITAS	2,16	20	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**larvas de coccinélidos**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
larvas de coccinélidos	58	0,61	0,38	21,87	

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1281,10	21	61,00	2,69	0,0044
TRATAMIENTO	66,51	2	33,25	1,47	0,2439
# Plantas/parcela 1	1214,59	19	63,93	2,82	0,0036
Error	815,52	36	22,65		
Total	2096,62	57			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,74642

Error: 22,6532 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	20,22	18	1,12 A
TRES MIL MARIQUITAS	22,10	20	1,06 A
MIL MARIQUITAS	22,80	20	1,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**RAÍZ larvas de coccinelidos**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
RAÍZ larvas de coccinelido..	58	0,63	0,41	10,43	

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC

especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,17	21	0,67	2,86	0,0027
TRATAMIENTO	0,68	2	0,34	1,45	0,2485
# Plantas/parcela 1	13,49	19	0,71	3,01	0,0021
Error	8,48	36	0,24		
Total	22,64	57			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38197

Error: 0,2355 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	4,50	18	0,11 A
TRES MIL MARIQUITAS	4,68	20	0,11 A
MIL MARIQUITAS	4,77	20	0,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Pupas coccinélidos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Pupas coccinelidos	58	0,58	0,33	26,88

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	965,23	21	45,96	2,36	0,0114
TRATAMIENTO	80,82	2	40,41	2,08	0,1402
# Plantas/parcela 1	884,41	19	46,55	2,39	0,0119
Error	700,84	36	19,47		
Total	1666,07	57			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,47303

Error: 19,4677 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	14,83	18	1,04 A
TRES MIL MARIQUITAS	16,50	20	0,99 A
MIL MARIQUITAS	17,75	20	0,99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

RAÍZ Pupas coccinélidos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAÍZ Pupas coccinélidos	58	0,59	0,34	13,24

Datos desbalanceados en celdas.

Para otra descomposición de la SC
especifique los contrastes apropiados.. !!

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,59	21	0,69	2,42	0,0096
TRATAMIENTO	1,16	2	0,58	2,02	0,1477
# Plantas/parcela 1	13,43	19	0,71	2,46	0,0097
Error	10,34	36	0,29		
Total	24,92	57			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,42178

Error: 0,2871 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
DOS MIL MARIQUITAS	3,88	18	0,13 A
TRES MIL MARIQUITAS	4,03	20	0,12 A
MIL MARIQUITAS	4,23	20	0,12 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Prueba t-Student para muestras independientes con varianzas desiguales para la masa de huevos de coccinélidos criados en hojas de tabaco y altamisa

	TABACO	ALTAMISA
Media	3,983050847	3,152542373
Varianza	1,258328463	0,959088252
Observaciones	59	59
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	114	
Estadístico t	4,283969949	
P(T<=t) una cola	1,92576E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,658329969	
P(T<=t) dos colas	3,85152E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	1,980992298	

Prueba t-Student para muestras independientes con varianzas desiguales para las larvas de coccinélidos criados en hojas de tabaco y altamisa

	TABACO	ALTAMISA
Media	21,3559322	16,06779661
Varianza	39,44009351	15,44360023
Observaciones	59	59
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	97	
Estadístico t	5,482857038	
P(T<=t) una cola	1,65939E-07	
Valor crítico de t (una cola)	1,66071461	
P(T<=t) dos colas	3,31877E-07	
Valor crítico de t (dos colas)	1,984723186	

Prueba t-Student para muestras independientes con varianzas desiguales para las pupas de coccinélidos criados en hojas de tabaco y altamisa

	TABACO	ALTAMISA
Media	16,118644	11
Varianza	30,451198	16,241379
Observaciones	59	59
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	106	
Estadístico t	5,7538298	
P(T<=t) una cola	4,273E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1,659356	
P(T<=t) dos colas	8,545E-08	
Valor crítico de t (dos colas)	1,9825973	

Prueba t-Student para muestras independientes con varianzas desiguales para el consumo de áfidos por larva de coccinélido

Estadísticos	TABACO	ALTAMISA
Media	299,625	298,25
Varianza	15921,98214	15601,35714
Observaciones	8	8
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	0,021904411	
P(T<=t) una cola	0,491416671	
Valor crítico de t (una cola)	1,761310136	
P(T<=t) dos colas	0,982833343	
Valor crítico de t (dos colas)	2,144786688	

Elaborado por: Román, 2012