



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Entomofauna asociada al cultivo del algodón, (*Gossypium hirsutum* L.) bajo diferentes sistemas de manejo de plagas

AUTORES:

**ARTEAGA QUIJIJE WILBER EFREN
ZAMBRANO CHÁVEZ NELSON DAVID**

TUTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

ING. Dorys Chirinos PhD

SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR

2020

TEMA:
**Entomofauna asociada al cultivo del algodón, (*Gossypium hirsutum* L.) bajo
diferentes sistemas de manejo de plagas**

DEDICATORIA

Dedico este logro de vida a Dios, a mis hijos, esposa y a mis padres por ser el impulso de todos los días de mi razón de vivir de cada día que a pesar de todos mis problemas, errores, fracasos y victorias están siempre conmigo dándome la fuerza que necesito y en gran parte a las personas que un día me dijeron que yo no podía superarme por lo que yo era y eso me lleno de fuerzas, valentía y suficiente autoestima para superar todas las adversidades.

| **ARTEAGA-QUIJJE WILBER EFREN**

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme una segunda oportunidad de vida.

A mis padres, por enseñarme valores y principios, que una caída no es derrota y levantarme cuantas veces sea necesario.

A mis hijos por apoyarme en las decisiones que tomo.

A mi Tutora de tesis Dra. Dorys Chirinos Torres PhD. por brindarnos su ayuda en este proceso de realización de nuestro trabajo de investigación.

A los catedráticos de la Facultad de Ingeniería Agronómica – UTM, que a lo largo de la carrera compartieron sus conocimientos y supieron hacer llegar sus enseñanzas.

A todas las personas que creen en mí.

ARTEAGA-QUIJJE WILBER EFREN

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios por darme sabiduría y fuerza para alcanzar esta meta.

A mis padres, Nelson Zambrano Aguayo y Egda Chávez Sosa por brindarme su apoyo y cariño.

A mí esposa Juliana Cevallos por el cariño y la ayuda que me brindó durante mi carrera universitaria.

Este trabajo se lo dedico a mis hijos Ken Zambrano Rezabala y Damaris Zambrano Cevallos como muestra de inspiración para que sigan el umbral que los lleve a ser profesionales.

A mis demás familiares, amigos y docentes de la FIAG que contribuyeron de una u otra forma para que logre mi objetivo.

ZAMBRANO-CHÁVEZ NELSON DAVID

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la, sabiduría y fortaleza necesaria para cumplir con mis metas.

A mis padres, a mi esposa y a mis hijos, por brindarme el apoyo, la motivación y el consejo necesario para cumplir con esta nueva etapa.

A mis compañero/as por darme su ayuda siempre que la necesité.

A mi Tutora de tesis Dra. Dorys Chirinos Torres PhD. por brindarnos su ayuda en este proceso de realización de nuestro trabajo de investigación.

ZAMBRANO-CHÁVEZ NELSON DAVID

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1. Objetivo general.....	14
1.2. 2. Objetivos específicos.....	14
3. MARCO TEÓRICO.....	15
3.1. Bases conceptuales.....	15
3.2. Revisión de literatura.....	22
4. METODOLOGÍA.....	24
4.1. Diseño de la investigación.....	24
4.2. Hipótesis.....	27
4.3. Variables.....	27
4.3.1. Variables independientes.....	27
4.3.2. Variables dependientes.....	27
4.4. Definición y selección de la muestra y recolección de datos.....	27
4.5. Análisis de los datos.....	29
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
5.1. Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	29
5.2. El áfido del algodón, (<i>Aphis gossypii</i>).....	34
5.3. El gusano perforador de la hoja, (<i>Bucculatrix thurberiella</i>).....	38
5.4. Trips, (<i>Thrips palmi</i>).....	39
5.5. Chinchas manchadoras, (<i>Dysdercus</i> spp).....	42
5.6. Gusano del tabaco, <i>Heliothis virescens</i> , picudo del algodón, <i>Anthonomus vestitus</i>	44
5.7. Depredadores.....	44
5.8. Rendimiento del algodón.....	45
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
8. ANEXOS.....	56

INDICE DE TABLAS

TABLA. 1. Promedio general del número de individuos de <i>Bemisia tabaci</i> y porcentaje (%) de parasitismo por <i>Encarsia pergandiella</i> sobre hojas de algodón para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.....	32
TABLA. 2. Promedio general del número de individuos de <i>Aphis gossypii</i> , y porcentaje (%) de parasitismo por <i>Lysiphlebus testaceipes</i> sobre hojas de algodón para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.....	34
TABLA. 3. Promedio general del número de individuos de <i>Bucculatrix thurberiella</i> , por hoja de algodón para los diferentes tratamientos. Periodo mayo – septiembre de 2019.....	38
TABLA. 4. Promedio general del número de individuos de <i>Thrips</i> sp., por hoja de algodón para los diferentes tratamientos. Periodo mayo – septiembre de 2019.....	40
TABLA. 5. Promedio general del número de individuos de <i>Dysdercus</i> sp., por planta de algodón para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.....	42
TABLA. 6. Total de especies de depredadores.....	45
TABLA. 7. Número de depredadores por planta de algodón para los diferentes tratamientos. Periodo mayo – septiembre de 2019.....	45
Tabla 8. Rendimiento del algodón para una parcela de 63 m ² y estimado por ha (kg).....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Número de ninfas vivas de *Bemisia tabaci* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Encarsia pergandiella*. en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Las flechas indican las fechas de aplicaciones.....**31**
- Figura 2.** Ecuaciones de regresión lineal de poblaciones *Bemisia tabaci* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Encarsia pergandiella*. en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos.....**33**
- Figura 3.** Número de individuos de *Aphis gossypii* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Lysiphlebus testaceipes* . en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Las flechas indican las fechas de aplicaciones.....**35**
- Figura 4.** Ecuaciones de regresión lineal de poblaciones *Aphis gossypii* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Lysiphlebus testaceipes* en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos.**36**
- Figura 5.** Número de larvas de *Bucculatrix thurberiella* sobre hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.....**39**
- Figura 6.** Número de individuos de *Thrips palmi*. sobre hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Las flechas indican las fechas de aplicaciones.....**41**
- Figura 7.** Número de individuos de *Dysdercus* spp. sobre hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. T1: tratamiento químico T2: tratamiento selectivo. T3: Testigo.....**43**

Resumen

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.) es un cultivo importante por la producción de fibra para la industria textil pero también es utilizado para la elaboración de aceites, harina y cáscaras para la alimentación del ganado. Dada la cantidad de especies fitófagas que se alimentan de los órganos de la planta, este cultivo es producido con un alto uso de insecticidas químicos, lo que hace insostenible su producción. Con el fin de evaluar alternativas más sostenibles, durante el período mayo – octubre de 2019, se realizó un ensayo en un lote de 750 m², con tres repeticiones evaluando el efecto de diferentes tratamientos sobre la entomofauna del cultivo. Los tratamientos fueron. T1. Aplicaciones semanales de la mezcla de lambda cialotrina + tiametoxam (1 cc.l⁻¹) (diez aspersiones en total), T2. Alternancia de un insecticida botánico a base de azadiractina (2 cc.l⁻¹), con un insecticida biológico a base de *Trichoderma* spp (7,5 cc.l⁻¹) (cuatro aspersiones en total). T3. Plantas no tratadas (testigo). Los tratamientos fueron evaluados semanalmente por un período de 16 semanas estimando las poblaciones de las especies fitófagas más relevantes. la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, el áfido del algodón, *Aphis gossypii*, el gusano perforador de la hoja, *Bucculatrix thurberiella*, el trips, *Thrips palmi*. Fue determinado el parasitismo sobre *B. tabaci* y *A. gossypii*, así como el número de depredadores. También se estimó el rendimiento por parcela y por ha. de la fibra. Las poblaciones de *B. tabaci* fueron significativamente superiores en T1 lo que estuvo asociado con los más bajos niveles de parasitismo. Para *A. gossypii*, las poblaciones fueron altas en todos los tratamientos, sin diferencias significativas, lo que indicó que ni el tratamiento químico ni el parasitismo fueron capaces de disminuir las poblaciones de este insecto. Las poblaciones de las especies *B. thurberiella* y *T. palmi* fluctuaron a bajos niveles durante el estudio sin diferencias entre tratamientos. La chinche manchadora, *Dysdercus* spp., el gusano bellotero, *Heliothis virescens* y el picudo del algodón, *Anthonomus vestitus* se hicieron presentes en las últimas seis semanas del ciclo. Especies de *Dysdercus* fueron notorias desde el período de formación de la fibra, con menor número de individuos sobre el T1. Para *H. virescens* y *A. vestitus* solo fueron detectados 7 y 3 individuos, respectivamente. Sobre el T1 se observó el menor número de depredadores. Las especies de depredadores identificadas fueron *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Cheilomenes sexmaculata* y *Zelus* sp. Los rendimientos en fibra estimados variaron de 2,4, a 2,8 tm sin diferencias entre tratamientos. Los resultados mostraron a *A. gossypii* y *Dysdercus* spp. Como especies de importancia por sus niveles poblacionales. Los efectos del tratamiento químico sobre la entomofauna benéfica, lo que indica que el uso de insecticidas químicos debe ser considerado con racionalidad dentro de un programa de manejo integrado de plagas en el cultivo del algodón.

Palabras claves: Algodón, enemigos naturales, efecto de insecticidas.

Abstract

Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is an important crop for the production of fiber for the textile industry but it is also used for the production of oils, flour and husks for livestock feed. Given the amount of phytophagous species that feed on the plant's organs, this crop is produced with a high use of chemical insecticides, which makes its production unsustainable. In order to evaluate more sustainable alternatives, during the period May - October 2019, a trial was carried out in a 750 m² lot, with three repetitions evaluating the effect of different treatments on the entomofauna of the crop. The treatments were. T1. Weekly applications of the mixture of lambda cyhalothrin + thiamethoxam (1 cc.l-1) (ten sprays in total), T2. Alternation of a botanical insecticide based on azadirachtin (2 cc.l-1), with a biological insecticide based on *Trichoderma* spp (7.5 cc.l-1) (four sprays in total). T3. Untreated plants (control). The treatments were evaluated weekly for a period of 16 weeks estimating the populations of the most relevant phytophagous species. whitefly, *Bemisia tabaci*, cotton aphid, *Aphis gossypii*, leaf borer, *Bucculatrix thurberiella*, thrips, *Thrips palmi*. Parasitism on *B. tabaci* and *A. gossypii* was determined, as well as the number of predators. The yield per plot and per ha was also estimated. of the fiber. The *B. tabaci* populations were significantly higher in T1, which was associated with the lowest levels of parasitism. For *A. gossypii*, the populations were high in all the treatments, without significant differences, which indicated that neither the chemical treatment nor the parasitism were able to reduce the populations of this insect. The populations of the species *B. thurberiella* and *T. palmi* fluctuated at low levels during the study with no differences between treatments. The spotting bug, *Dysdercus* spp. The acorn worm, *Heliothis virescens* and the cotton weevil, *Anthonomus vestitus*, were present in the last six weeks of the cycle. *Dysdercus* species were notorious from the fiber formation period, with fewer individuals on T1. For *H. virescens* and *A. vestitus*, only 7 and 3 individuals were detected, respectively. On T1 the lowest number of predators was observed. The species of predators identified were *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Cheilomenes sexmaculata* and *Zelus* sp. The estimated fiber yields ranged from 2.4 to 2.8 mt with no differences between treatments. The results showed *A. gossypii* and *Dysdercus* spp. As species of importance due to their population levels. The effects of chemical treatment on beneficial entomofauna, which indicates that the use of chemical insecticides should be rationally considered within an integrated pest management program in cotton crop.

Key words: Cotton, natural enemies, insecticide effect.

1. Introducción

El algodón, *Gossypium hirsutum* L., representa la mitad del área total de cultivos no destinados a la alimentación, con 32,4 millones de hectáreas en más de 80 países, con 26 millones de toneladas según FAOSTAT (2017). Se encuentra distribuido por todo el mundo especialmente en aquellos países que poseen climas cálidos con temperaturas que van desde los 14°C. a 30°C. que son necesarios para un pleno desarrollo de la planta (InfoAgro, 2020). Su importancia radica en su utilidad en la industria textil y en la industria alimentaria para la elaboración de aceites, harina y cáscaras, que pueden llegar a ser utilizadas como alimentos para ganado (McCarty, 2017).

Este cultivo para su desarrollo requiere de una considerable demanda de productos químicos ya que posee una alta cantidad de especies fitófagas que se alimentan de los órganos en todos los estados fenológicos de la planta. La agricultura convencional se basa en un modelo productivo donde los sistemas agrarios están estructuralmente muy simplificados por las tecnologías tradicionales. Ante cualquier perturbación, estos sistemas se muestran como vulnerables, necesitan grandes cantidades de energía no renovables para su mantenimiento. Como efecto se generan desequilibrios ecológicos, a causa del modelo productivista basado en la aportación de determinadas cantidades de abonos químicos, plaguicidas y combustibles (Rodríguez, 2017).

Para Trujillo (2015), el uso de insecticidas de síntesis química es parte de la agricultura convencional contra las principales plagas en algodón, lo que podría conllevar a la aparición de resistencia, problemas de residuos, contaminación ambiental, así como una reducción de la biodiversidad del ecosistema con efecto adverso sobre la artropodofauna benéfica. El Sistema de Integración Centroamericana (SICA, 2016), señala que en la actualidad un cultivo ecológico es la solución a estos problemas, pudiendo llegar a disminuir al mínimo indispensable el uso de los plaguicidas químicos donde la estructura del hábitat y su complejidad tiene una relación directa con la diversidad de las especies.

La agricultura orgánica busca mantener la diversidad biótica del sistema de producción para lograr la regulación de los componentes perjudiciales como son las plagas y enfermedades; y si se rebasan los umbrales de daño, entonces se recurre a una estrategia de manejo que incluye la

utilización de varias prácticas, tales como control biológico, cultivos trampa, preparados a base de plantas y minerales, control físico y mecánico de insectos (Gómez y Gómez, 2017).

Esta forma de hacer agricultura implica la producción de productos ecológicos, los cuales no sólo incluyen la producción sin agroquímicos, sino también el uso de abonos e insecticidas orgánicos cuyo origen sea completamente natural, garantizando la sanidad de las cosechas obtenidas (Ramírez, 2014). De esta manera, existe respeto por la integridad cultural, optimización de recursos naturales y socioambientales, con el objetivo de ejecutar una producción sostenible en el cultivo del algodón (Peña *et al.*, 2017). Dentro de este contexto, el principal objetivo de este trabajo fue evaluar la entomofauna presente en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) bajo tres sistemas de manejo de plagas, que incluyeron, aplicaciones de insecticidas químicos, botánicos y biológicos, comparado con la no aplicación de insecticidas.

.Problema general

¿Cuál será la abundancia y diversidad de la entomofauna asociada al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) bajo diferentes sistemas de manejo de plagas?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Evaluar la entomofauna asociada al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) bajo diferentes sistemas de manejo de plagas.

2. 2. Objetivos específicos

- Determinar la presencia de plagas en los sistemas de manejo utilizados.
- Estimar la abundancia de enemigos naturales.
- Analizar el efecto del sistema de manejo sobre el manejo de las plagas y el rendimiento estimado del cultivo.

3. Marco teórico

3.1. Bases conceptuales

Origen

Las diferentes especies de algodón son originadas en América tropical, Asia y África. Sin embargo, se ha establecido que *G. hirsutum* es originario de América Central y del sur de México y que *G. barbadense* procede de los valles fértiles del Perú. De la India y Arabia son originarias las especies *G. arboreum* y *G. herbaceum*. Actualmente es cultivado en todo el mundo (Usach y Bencardini, 2005).

Clasificación botánica

Pertenece a la división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Malvales, género *Gossypium* L. y especie *hirsutum*, se lo puede identificar como un arbusto de hasta 2,0 m de alto con abundantes ramificaciones, cuya característica principal es la de florecer durante el mes de agosto y sus frutos están listos cerca del mes de noviembre y diciembre, con un ciclo aproximado de 120 días, según (Conabio, sf).

Reino	Plantae
Clase	Angiospermas
Subclase	Dicotiledóneas
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Genero	<i>Gossypium</i>
Especie	<i>Gossypium hirsutum</i> L.

Descripción morfológica

El algodón pertenece a la familia Malvaceae. De este género se conocen unas 45 especies que son anuales, bianuales y perennes. Su raíz principal es axonomorfa y pivotante, el tallo principal es erguido, con dos tipos de ramas, lobuladas y están provistas de brácteas, las flores son dialipétalas con cuatro brácteas y estambres numerosos que envuelven el pistilo, el fruto es una cápsula con tres a cinco carpelos que tienen de seis a diez semillas cada una. Las células epidérmicas de las semillas constituyen la fibra (Mamani, 2013).

Presenta un desarrollo arbustivo, perenne, con un diámetro del tallo que varía entre 42 y 67 mm y la altura de plantas entre 130 y 244 cm. Presentando hojas grandes y triangulares, presenta pubescencia o son glabras, con flores cremas sin manchas en el algodón cuando la cápsula está compuesta de 3 a 4 fóculos de forma ovoide; las semillas son pequeñas, glabras con pubescencia en diferentes grados, lo señala (Del Águila, 2008)

Fenología

El algodón posee un ciclo vegetativo de 150 días que comprende tres etapas o fases de crecimiento que son la fase vegetativa, que va desde la emergencia y la aparición de la tercera y quinta hoja verdadera, fase reproductiva que va desde la aparición de los primeros pimpollos florales hasta la formación del fruto y la fase de maduración que va desde la apertura de las cápsulas, hasta que las fibras se noten plenamente (Conacyt, 2008).

El algodón, por sus características propias de la planta, requiere para un buen desarrollo en su cultivo una temperatura cercana a los 30 grados centígrados; ya que cuando la temperatura sobrepasa este nivel, o se sitúa por abajo de los 15 grados, la germinación de las plántulas se ve afectada. La humedad en el suelo es del 90% de capacidad de campo (Conacyt, 2008).

Las regiones más adecuadas para el cultivo del algodón están localizadas a latitudes de entre 0 a 500 metros sobre el nivel del mar y, al cultivarse más allá de los 1,000 metros, los rendimientos y la calidad del producto resultan deteriorados. Los mejores suelos para su cultivo son aquellos que presentan una buena aireación (Usach y Bencardini, 2005).

Exigencia en clima

Según Conabio, (sf) El cultivo del algodón es típico de las zonas cálidas. La germinación de la semilla se produce cuando se alcanza una temperatura superior a 14°C, siendo el óptimo de geminación de 20°C. Para la floración se necesita una temperatura media de 20 a 30°C y para la maduración de la cápsula una temperatura entre 27 y 30°C. Se trata de un cultivo exigente en agua, pues la planta tiene mucha cantidad de hojas provistas de estomas por las que transpiran cuando hay un exceso de calor. Los riegos deben de aplicarse durante todo el desarrollo de la

planta a una dosis de 4.500 y 6.500 m³.h⁻¹. El viento es un factor que puede ocasionar pérdidas durante la fase de floración y desarrollo de las cápsulas, produciendo caídas de éstas en elevado porcentaje (Conabio, sf). Un sol brillante es también importante para asegurar el rápido crecimiento de las plantas, buena floración y fructificación. La falta de insolación en la última etapa del cultivo impide la maduración de las bellotas (Del Águila, 2008).

Exigencias en suelo

Se requieren unos suelos profundos capaces de retener agua, como es el caso de los suelos arcillosos. Estos tipos de suelos mantienen la humedad durante todo el ciclo del cultivo. los suelos salinos son tolerados por el cultivo del algodón e incluso en cantidades elevadas sin sufrir la planta ningún tipo de disminución en su rendimiento productivo (InfoAgro, 2020).

Producción de algodón

La producción de algodón ha encontrado cada vez mayores dificultades, contándose entre ellos: lo referente al desequilibrio de costes, presencia y ataques de insectos, pérdida lenta de la productividad de los suelos y competitividad de arvenses, entre otros (Marina, 2014). Afortunadamente, la investigación agrícola hace grandes progresos en el camino de descubrir, como mejorar las diversas prácticas de la producción de algodón; esta investigación ha permitido producir variedades que son mejores que aquellas que se sembraban antes, queda demostrado que un control efectivo de plagas es positivo en el momento oportuno y crítico, utilizando oportunamente los insecticidas (ISOfocus, 2017).

Sin embargo, al no contar, con incentivos de parte del estado, y la falta de intervención de ONG'S, y la desaparición de programas exclusivos para este cultivo, como El Programa Nacional Del Algodón, también empresas como FUNALGODON, que contribuían con crédito, asistencia técnica y comercialización del producto, con producciones que sobrepasaban los 60 quintales por hectáreas (2,7 tm.ha⁻¹) a nivel de agricultor. Junto a esto se encuentran la reducción constante del precio del algodón en rama, motivo por el cual ha venido decreciendo la superficie de siembra hasta alcanzar alrededor de 1000 ha sembradas el año 2017, y se presume unas 500 ha en el 2018 (FAO, 2017).

No obstante, y bajo el auspicio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para América latina y el Caribe, se inicia en 2018 la implementación del proyecto Algodón, con el que se espera mejorar la capacidad de producción de este producto a nivel nacional (El Productor, 2018).

Importancia del cultivo de algodón

El algodón (*Gossypium hirsutum* L.), es un cultivo comercial de vital importancia que proporciona ingresos para todo, desde la educación hasta el transporte, pasando por la salud y la vivienda, y a menudo sirve como catalizador de la industrialización y de un mayor bienestar social. La producción y el consumo mundiales de algodón mantienen una tendencia al alza, y las nuevas tecnologías, incluida la biotecnología, están transformando la industria (Del Águila, 2008). La producción mundial de algodón alcanzó en la campaña 2016 el volumen histórico de 26 millones de toneladas, y se sembraron 32,4 millones de hectáreas en más de 80 países y durante los dos años siguientes se ha mantenido prácticamente a los mismos niveles y ha desempeñado un papel fundamental a lo largo de la historia de la humanidad. Este cultivo juega un rol importante en este contexto, por ocupar alrededor de 30 millones de hectáreas en todo el mundo, siendo el 50% de la producción bajo riego y su producción impacta a la fuente de ingreso de 350 millones de personas, en toda su cadena de producción, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017).

En la provincia de Manabí, es cultivado en forma tradicional, por pequeños agricultores. Sin embargo, en la década de los 70 a 90 el cantón Tosagua se convirtió en la principal zona de cultivo del algodón, se llegó a considerar que se sembraba alrededor de 35.000 hectáreas, y que casi el 70% era producido en el cantón Tosagua (Buendía y Echeverría, 2014).

Principales plagas en el algodón

Para Ortiz (2010), asegura que la planta algodонера es fuertemente atacada por plagas, puesto que es una planta atractiva: los nectarios extra florales, órganos frutales ricos en proteínas, lípidos y carbohidratos, de consistencia blanda y presentes en todos los estadios (botones, flores y cápsulas) en la mayor parte de la larga temporada (110 días) atraen a los

herbívoros y permiten que sus poblaciones incrementen velozmente en los monocultivos extensos. El picudo del algodón (*Anthonomus grandis*), es la plaga de mayor incidencia en este cultivo, el cual produce pérdidas entre 5 a 6 quintales por manzana de algodón., señala Nussenbaum, (2014) el daño en el algodón por picudo *A. grandis* es producido por los adultos (hembras y machos) que se alimentan de los pimpollos y cápsulas disminuyendo la calidad de la fibra, y por las larvas que se desarrollan dentro de los pimpollos florales y de las cápsulas produciendo la abscisión de estas estructuras reproductivas. El gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*), las larvas pasan por cuatro estadios. Cuando se desarrollan en botones tienden a desplazarse de uno a otro botón luego de consumir el interior de los mismos. Cuando el botón está por abrir, une los pétalos en formación de modo que la flor abre normalmente constituyendo la característica "flor en roseta". Los botones y flores afectadas tienden a caer al suelo, pero un buen número de flores arrosadas forman bellotas (Palencia, 2010).

El gusano bellotero, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae), presenta la etapa de huevo por un período de 3-5 días, los cuales los ponen uno por uno sobre las flores, sobre la fruta en desarrollo y sobre las vainas. El bellotero pasa la sequía del verano en el suelo en estado de pupa. A partir de mayo las generaciones tempranas se desarrollan en malezas y en ciertos cultivos como maíz, leguminosas, girasol, ajonjolí (Ortiz, 2010). El gusano heliotis (*Heliothis armigera*) es otra especie asociada al algodón la cual es migratoria facultativa. Los daños son severos si los cultivos están en floración o fructificación en abril-mayo, junio-julio, septiembre-octubre. Las larvas eclosionan del huevo, se alimentan de las hojas jóvenes (L1-L3), el daño no suele ser importante, bajan a los botones florales o frutos los perfora (L3-L5) y estos caen o bien se quedan en la planta, pero se pudren, esta larva daña más de lo que se alimenta (Palencia, 2010).

Para la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo del algodón ocurren 7-8 generaciones, las dos primeras son de nivel bajo y aparentemente menos prolíficas, pero a menudo son fuertes transmisoras. Las infestaciones explosivas de la mosca blanca ocurren tarde en el ciclo (noviembre, diciembre) favorecidas por la eliminación de sus antagonistas, el microclima húmedo dentro del cultivo y el retiro de las lluvias: la mosca blanca prefiere plantas en estrés de sequía (Ortiz, 2010). El gusano alabama (*Alabama argillacea*) las larvas son muy voraces, esta

es una especie plaga fácil de controlar, la fauna benéfica normalmente regula las poblaciones de alabama, los huevos y larvas de ésta sirven de alimentación por la fauna benéfica (Ortiz, 2010).

Los parasitoides

Por su parte Romero (2004) señala que los insectos que poseen un nicho ecológico que pueden ser supuestos intermedios, entre el hábito depredador y el parasitoide, los depredadores asesinan y se sustentan de su huésped y los parasitoides no precisamente liquidan a su presa logran hasta existir con o dentro de ella por extenso período y asesinan a su presa al final de su desarrollo.

Importancia de la entomofauna benéfica en el control de plagas del cultivo de algodón

La reducción de poblaciones de plagas en parte es consecuencia del control biológico natural, el cual debe ser evaluado para definir la magnitud de la acción como agentes en la regulación de las poblaciones y dejarlo actuar o complementarlo con alguna otra alternativa. Muchos ejemplos han documentado la reducción de poblaciones de insectos herbívoros en sistemas de bajos insumos, con una variedad de mecanismos posibles (Porcuna, 2008). La FAO para América Latina está entrando en Ecuador para estimular la siembra del algodón en las principales actividades, retomar la investigación, validación y demostración de semillas, así como las buenas prácticas en el sector algodonero para procurar que la producción sea lo más sostenible y que genere los mejores ingresos para los productores (FAO, 2017).

Insecticida químico

Syngenta (2020), señala que lambda-cihalotrina + tiametoxam es una mezcla de un piretroide con un neonicotinoide, amplio espectro de acción, especialmente indicado para el control de larvas y adultos de insectos masticadores, picadores-chupadores y chupadores como polillas, pulgones, moscas blancas. Además, evita la eclosión de huevos por contacto directo con el pulverizado. Este producto actúa por contacto, con un rápido poder de volteo, por ingestión, y también posee efecto de repelencia y acción anti alimentaria. Complementario a esto, su actividad sistémica le permite controlar plagas que se alimentan de los contenidos

celulares. Se caracteriza por su alta liposolubilidad, por lo que es rápidamente absorbido por la capa cerosa de los insectos. Esta formulación tiene alta persistencia y buena adherencia al follaje, resistiendo lluvias que ocurran 2 a 3 horas después de aplicado.

Insecticida botánico

La utilización del árbol del Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) como fuente para la obtención de insecticida botánico, con un amplio espectro de acción en la producción agrícola, contribuirá a su inserción progresiva en el sistema de Manejo Integrado de Plagas (MIP), donde los recursos naturales disponibles en cada país tengan un papel significativo, y favorecerá una producción agropecuaria cada vez más ecológica y autosustentable. La acción bioinsecticida es debido a la presencia especialmente en la semilla de compuestos triterpenos como azadirachtina, Salanina, Nimbina entre otros, su forma de proceder sobre los insectos, tales como efecto antialimentario, repelente y regulador del desarrollo (Arriola, 2013).

Insecticida biológico

Trichoderma spp: Es un hongo cosmopolita beneficioso para las plantas se utiliza como agente de control biológico, se lo aplica de forma foliar, ayudan al biocontrol de insectos picadores - chupadores tales como pulgones y mosca blanca debido a que el modo de acción es por contacto con la cutícula.

El ciclo de infección del insecto comienza con una espora o un conidio aterriza en la cutícula del insecto y en condiciones favorables las esporas germinan produciendo un tubo germinal que penetra la cutícula, una vez en la hemolinfa el hongo coloniza al insecto. Una colonización completa del insecto requiere de siete a diez días hasta que el insecto muere (Martínez, *et al.*, 2013).

3.2. Revisión de literatura

Gil y López, (2017), se refirieron que el cultivo del algodón se ve afectado por un gran número de plagas, entre las cuales se destacan: la mosca blanca (*B. tabaci*), el pulgón (*Aphis*

gossypii), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el gusano Alabama (*A. arguillacea*), el picudo del algodón (*Anthonomus vestitus*), los gusanos belloteros (*Heliothis* spp.), la chinche manchadora (*Dysdercus peruvianus*), el gusano perforador de la hoja (*Bucculatrix thurberiella*) y el gusano rosado (*P. gossypiella*). También han sido señaladas como plagas, el gusano del ápice de la bellota, *Pococera atramentalis*, el gusano menor de la hoja, *Anomis texana*, la arañita roja, *Paratetranychus peruvianus* el trips, *Leucothrips theobromae*, la cigarrita verde, *Empoasca kraemeri*, y la cochinilla harinosa, *Phenacoccus gossypii* (Ñañez, 2012).

Entre estas especies, *B. tabaci*, tiene especial importancia pues los adultos y ninfas ocasionan daño al alimentarse y pueden transmitir enfermedades virales. Por otro lado, la incidencia de *A. gossypii* ocasiona el enrollamiento de las hojas, mientras que *A. vestitus* perfora los botones para alimentarse. El acopamiento de las fibras es causado por *D. peruvianus*, el cual se alimenta del aceite de las semillas. Adicionalmente, *Heliothis virescens* es capaz de penetrar el fruto, comiendo en su interior hasta su destrucción total. Las plagas defoliadoras, *A. argillacea* y *B. thurberiella* ocasionan daño al consumir el parénquima de las hojas, dejando perforaciones irregulares (Ñañez, 2012).

Existen otras plagas que atacan al cultivo, pero en menor medida entre las que resaltan la oruga espinosa (*Earias insulana*), gusanos prodenia (*Spodoptera litoralis*), trips (*Thrips angusticeps* y *Thrips tabaci*), el gusano gris (*Agrotis segetum*) y la gardana (*Spodoptera exigua*) (Usach y Bencardini, 2005). El agricultor tiene que enfrentar los efectos adversos de las plagas más diversas que aparecen desde que siembra hasta que cosecha, es decir, el insecto que ataca las pequeñas plantas hasta el que mancha la fibra madura. Dichas plagas se suceden interminablemente y algunas veces con ataques tan devastadores, que en pocos días arruinan plantaciones (Gil y López, 2017).

En Paraguay, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2015), señala que la mayoría de las regiones productoras de algodón se ven amenazadas y afectadas por las diversas plagas, siendo las más relevantes, los trips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) y áfidos (*A. gossypii* y *Aphis laburni*).

Por otro lado, Avila *et al.* (2007) indican que algunos investigadores, sobre todo en el sur

de Estados Unidos, han puesto de manifiesto la importancia de ciertas especies de arañas pertenecientes a las familias Oxyopidae, Theridiidae, Uloboridae o Lycosidae entre otras, en el control de las principales plagas del algodón.

4. Metodología

4.1. Diseño de la investigación

Ubicación y fecha de estudio¹

La presente investigación fue un trabajo de campo y laboratorio realizado durante el período mayo - octubre del año 2019 en el campus experimental “La Teodomira” parroquia Lodana, cantón Santa Ana. Las coordenadas geográficas 01° 09’ 51 de latitud Sur y 80° 23’ 24 de longitud Oeste y una altitud de 60 msnm.

Características agroclimáticas²

Temperatura media anual	: 25.7°C
Precipitación anual	: 1200 mm
Humedad relativa media anual	: 83,50%
Evaporación anual	: 1344 mm
Heliofanía anual	: 1.167 horas sol.
Topografía	: Plana

Tipo de Investigación

El estudio consistió de una investigación experimental donde se evaluaron las plagas y enemigos naturales en un diseño de bloques al azar de diferentes sistemas de manejo de plagas en el cultivo del algodón, *Gossypium hirsutum* L.

Descripción del experimento

Consistió en un trabajo experimental de campo y laboratorio donde se evaluó en el cultivo del algodón, *Gossypium hirsutum* L variedad Alcalá 90, tres condiciones de manejo de plagas, es decir, con, aplicaciones químicas, aplicaciones selectivas y sin aplicaciones de insecticidas

¹ INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador. Quito. 2017.

² Datos tomados de la Estación Agro meteorológica Lodana, Santa Ana, Manabí, Ecuador. 2010-2017.

químicos. Con excepción del manejo de plagas, se aplicaron las labores agronómicas para el mantenimiento del cultivo.

Labores agronómicas

Distanciamiento de siembra. - El algodón sembró a una distancia de siembra de 1 m entre hileras y 0,40 m entre plantas.

Requerimiento de nutrientes. – Se utilizó como fertilización de mantenimiento, 15, 15 y 15 Kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente.

Control de malezas. - El control de maleza se realizó en forma mecánica. Este sistema se puede completar con control químico utilizando principalmente herbicidas para eliminar gramínea.

Tratamientos

En el campo se sembró un lote experimental de algodón de aproximadamente 750 m², distribuido en bloques al azar con tres repeticiones, y cada parcela experimental por tratamiento midió de 9 x 7 m. Los tratamientos evaluados fueron:

1. Aplicaciones semanales (durante diez semanas) de una mezcla de lambdacialotrina (piretroide) + tiametoxam (neonicotenoide). La concentración del ingrediente activo es 141 g.L⁻¹ de tiametoxam y 106 g.L⁻¹ de lambdacialotrina de los cuales se aplicaron 1,0 cc por litro de agua.
2. Tratamiento selectivo: uso alternado de un insecticida a base de azadiractina. La concentración del ingrediente activo es 32 g.L⁻¹ de lo cual se aplicaron 2 cc por litro de agua, con una solución base de *Trichoderma asperellum* y *Trichoderma harzianum* con una concentración de 1.10⁹ conidias por ml de biopreparado de lo cual se aplicó 7,5 cc por litro de agua. Se realizaron cuatro aplicaciones en total alternadas y comenzando por el insecticida a base de azadiractina.
3. Plantas no tratadas (Testigo sin insecticidas).

Diseño experimental

Diseño experimental:	Bloques Completamente al Azar
Número de bloques	3

Número de tratamientos	3
Total, de unidades experimentales:	9
Hileras por parcela	7
Hileras útiles por parcela	5
Plantas por unidad experimental	157
Plantas por unidad experimental útil	99
Plantas evaluadas por parcela útil	5
Distancia entre plantas:	0,40 m
Distancia entre hileras:	1.00 m
Distancia entre repeticiones:	2,0 m
Superficie de unidad experimental:	750 m ² (30 m x 25 m)

4.2. Hipótesis

La entomofauna asociada al cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum*) es afectada por el sistema de manejo de plagas utilizado.

4.3. Variables

4.3.1. Variables independientes:

- Tratamiento químico
- Tratamiento selectivo
- Testigo

4.3.2. Variables dependientes:

- Número de individuos de:
 - *Bemisia tabaci*
 - *Aphis gossypii*
 - *Thrips palmi*
 - *Bucculatrix thurberiella*
 - *Dysdercus* spp.
 - *Heliothis virescens*
 - *Anthonomus vestitus*
- Porcentaje de parasitismo
- Especies de depredadores
- Número de individuos de depredadores
- Rendimiento de fibra por parcela
- Rendimiento estimado por ha

4.4. Definición y selección de la muestra y recolección de datos.

Cada parcela experimental constaba de siete hileras de nueve metros de largo. Para proceder al muestreo se omitió la primera y la última hilera de manera de evitar el efecto de los bordes entre tratamientos. En las cinco hileras internas se realizó un recorrido en zig-zag y se seleccionaron cinco hojas por parcela experimental para un total de cinco hojas por cada

tratamiento. Las hojas fueron llevadas al laboratorio y fueron revisadas en un estereoscopio Carl-Zeiss®, con un rango de aumento de 10 – 40X. Fueron contadas las poblaciones de los insectos fitófagos, la mosca blanca, *B. tabaci*, el afido, *A. gossypii*, el gusano perforador de la hoja, *B. thurberiella* y la especie de trips presente. También fueron contadas las ninfas parasitadas de *B. tabaci* y *A. gossypii*. Se realizaron un total de 16 conteos de estos insectos.

Los chinches manchadores del género *Dysdercus* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) y los depredadores fueron colectados durante 20 minutos sobre diez plantas escogidas al azar de las hileras internas de cada parcela experimental. Los individuos fueron colectados en frascos con alcohol etílico al 70%, en los cuatro muestreos correspondientes a agosto septiembre. Para detectar el picudo del algodón, *Anthonomus vestitus* Germar (Coleoptera: Curculionidae) y gusano del tabaco *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae), se muestrearon las bellotas de diez plantas, lo que fue realizado desde mediados de agosto hasta finales de octubre.

La identificación de la especie de trips fue realizada con la clave diseñada por Moritz *et al.* (2004). Las especies de coccinélidos fueron precisadas usando las características señaladas por González (2015). La especie de parasitoide asociada con *B. tabaci* fue precisada mediante las características indicadas por Schuster *et al.* (1998). El chinche depredador (Reduviidae) y el parasitoide de *A. gossypii* fueron identificados comparando con los especímenes existentes en la colección entomológica del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Agencia de Regulación de Control Fito y Zoonosanitario (Agrocalidad), Zona 4, Manta, Ecuador. En este laboratorio fueron guardados los especímenes de respaldo colectados en este estudio.

Para estimar el rendimiento, se realizaron tres cosechas (dos en septiembre y una en octubre) sobre cuatro plantas por parcela experimental por tratamiento (63 m²). Se determinó el rendimiento de la fibra con la semilla y luego se desmotó, para obtener el rendimiento solo en fibra. Se obtuvo el rendimiento por planta con base a lo cual se estimó tanto por parcela y por hectárea. Basado en las diferencias de peso de la fibra con y sin semilla se determinó el porcentaje de desmotado.

4.5. Análisis de los datos.

Todas las variables relacionadas poblaciones, parasitismo y depredadores fueron analizadas

con la Prueba H de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$) ya que no siguieron una distribución normal, mientras que las variables de rendimiento fueron analizadas con la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Se realizaron modelos de regresión simple entre el número de individuos de *B. tabaci* y *A. gossypii* versus el porcentaje de parasitismo.

5. Resultados y discusión

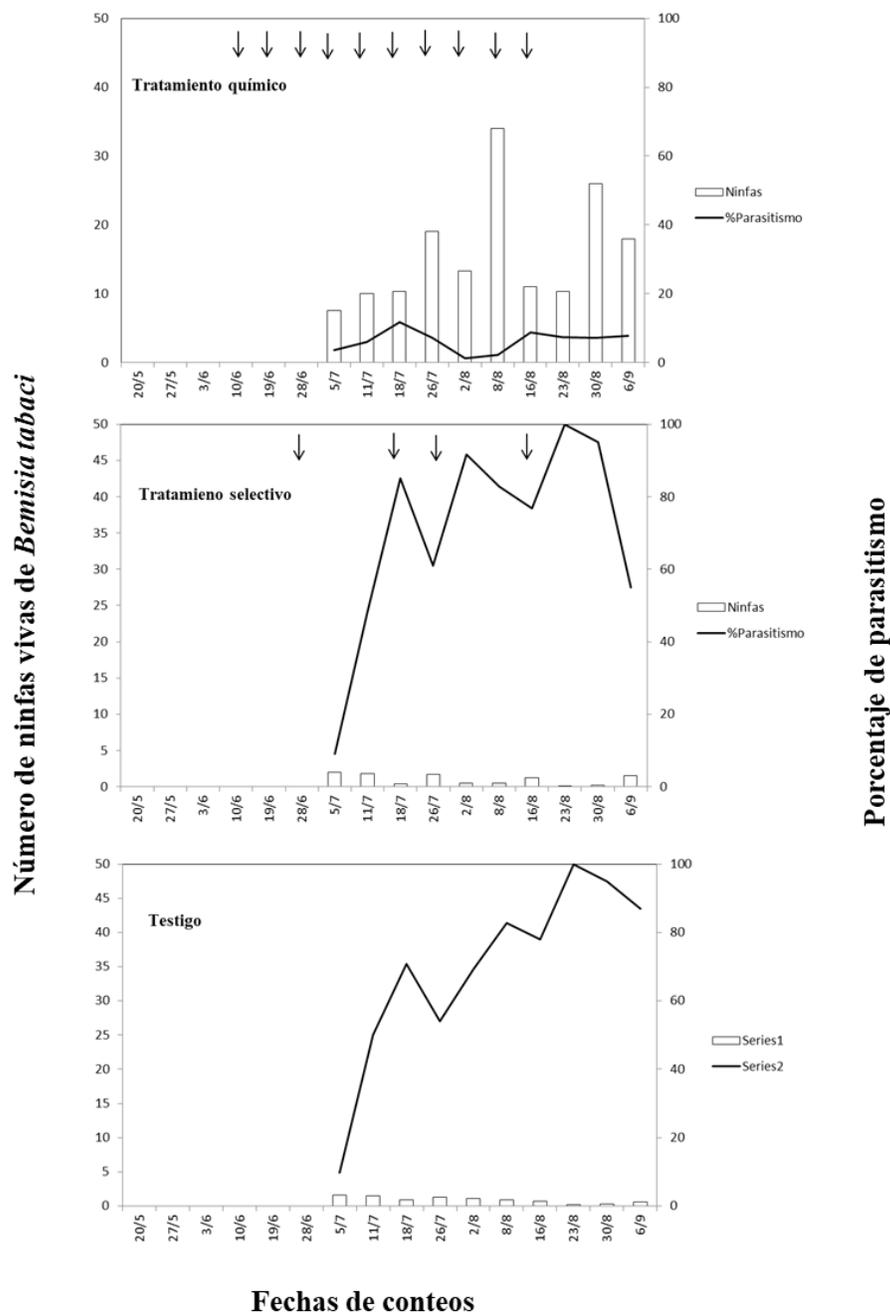
5.1. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Poblaciones de *B. tabaci* y su parasitismo comenzaron a ser notorios a partir del séptimo muestreo para plantas de algodón tratadas y no tratadas con insecticidas (Figura 1). Desde ese tiempo y hasta el final del estudio, en las plantas tratadas semanalmente con la mezcla de tiametoxam + lambda cialotrina (T1), las poblaciones fluctuaron a mayores niveles respecto a las tratadas con azadiractina y *Trichoderma* sp. (T2) y las plantas no tratadas con insecticidas (T3). Los niveles poblacionales en T1 variaron de 7 a 34 individuos por hoja, mientras que para T2 y T3, las poblaciones fluctuaron en 0,2 a 2 ninfas por hoja, aproximadamente. Las mayores poblaciones de *B. tabaci* en el T1 estuvieron relacionadas con bajos niveles de parasitismo que no sobrepasó el 12% de ninfas parasitadas (Figura 1). En contraste, las bajas poblaciones de *B. tabaci* observadas bajo T2 y T3 estuvieron asociadas a altos porcentajes de parasitismo con rangos aproximados de 34 a 100%.

Los análisis de regresión simple muestran respuestas diferenciales del parasitismo a la variación de la densidad poblacional de *B. tabaci* en los diferentes tratamientos (Figura 2). Sobre T1, la alta dispersión encontrada, resultó en un modelo, donde este factor de control natural explica muy poco ($R^2: 0,087$) de la variación en el número de individuos vivos de *B. tabaci*, para T2 y T3, los modelos de regresión indicaron que el parasitismo explicó las variaciones en el número de ninfas vivas con altos coeficientes de determinación ($R^2: 0,82$ y $R^2: 0,83$, respectivamente). Así, a medida que el parasitismo aumentó, disminuyó el número de ninfas vivas de *B. tabaci*, lo que indicaría que el tratamiento selectivo no interfirió significativamente con el parasitismo en *B. tabaci*. Adicionalmente, los análisis estadísticos corroboran que las

poblaciones resultaron superiores en el T1 aunado a los porcentajes de parasitismo más bajos (Tabla 1, $P < 0,05$)

En este estudio fue detectada la presencia de *Encarsia pergandiella* Howard (Hymenoptera: Aphelinidae) como parasitoide de la mosca blanca, *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera:



Aleyrodidae).

Figura 1. Número de ninfas vivas de *Bemisia tabaci* y porcentaje de parasitismo ejercido

por *Encarsia pergandiella*. en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Las flechas indican las fechas de aplicaciones.

Esta especie fue reportada para Ecuador por Schuster *et al.* (1998) en un inventario de parasitoides asociados a *Bemisia* spp. realizado en Florida, América Central y Sur América. *Encarsia pergandiella* ha sido denominada taxonómicamente como un complejo de especies, debido a posterior descripción de la especie simpátrica, *Encarsia tabacivora* Viggiani, la cual ha sido tratada como una sinonimia de la primera (Schauff *et al.* 1996, Schuster *et al.*, 1998). Tal situación se debe a que comparten caracteres morfológicos similares, pero que difieren en los aspectos biológicos y en las ubicaciones geográficas (Gebiola *et al.*, 2016).

Tabla 1. Promedio general del número de individuos de *Bemisia tabaci* y porcentaje (%) de parasitismo por *Encarsia pergandiella* sobre hojas de algodón para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.

Tratamiento	Ninfas vivas	Parasitismo (%)
Químico	15,9 ± 2,8 a	6,5 ± 1,0 b
Selectivo	0,9 ± 0,2 b	72,3 ± 7,3 a
Testigo	1,1 ± 0,1 b	69,4 ± 2,1 a

Medias ± error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones de medias realizadas con la prueba Kruskal-Wallis (P<0,05).

Estos resultados muestran mayor respuesta del parasitismo por *E. pergandiella* a la variación de las poblaciones de *B. tabaci* cuando no hubo interferencia con plaguicidas (T3) o cuando esta interferencia fue menor (T2), lo que corrobora los efectos adversos del tratamiento químico con el parasitismo. Dutcher (2007) señaló que el resurgimiento de plagas (insectos o ácaros) ocurre cuando un tratamiento con insecticida o acaricida destruye la población de la plaga y mata o afecta negativamente los enemigos naturales de la misma. Entonces, la actividad residual del insecticida expira y las poblaciones de la plaga pueden aumentar más rápidamente y a una mayor abundancia cuando los enemigos naturales están ausentes o en baja abundancia (Dutcher, 2007).

Bemisia tabaci es una especie polífaga que se alimenta sobre más de 500 especies de plantas en unas 75 familias botánicas (Greathead 1989), en las que causa daños al alimentarse de la savia, pero también acumulación de melaza, moho, hollín, trastornos fisiológicos y transmisión

de enfermedades virales (Stansly y Natwick, 2010).

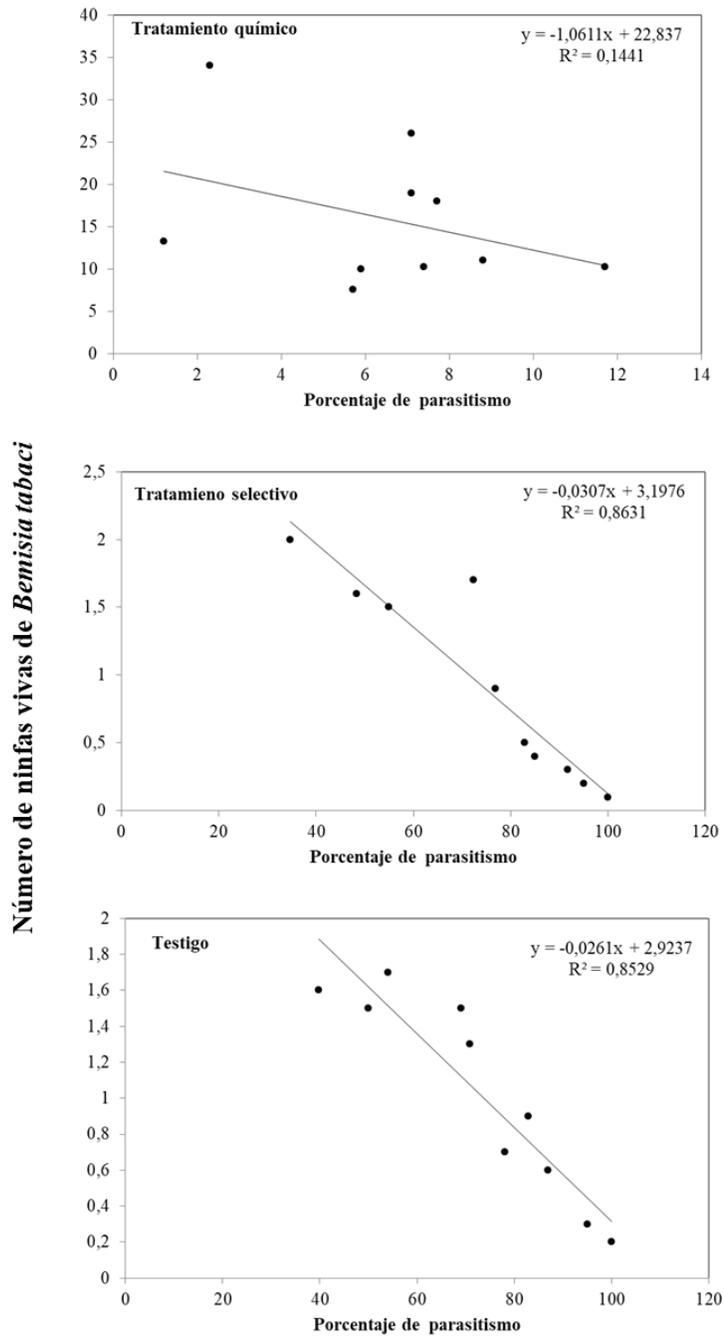


Figura 2. Ecuaciones de regresión lineal de poblaciones *Bemisia tabaci* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Encarsia pergandiella*. en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos.

Para diferentes cultivos incluyendo el algodón, históricamente las aplicaciones de insecticidas para el control de esta especie han resultado en desarrollo de resistencia y fallas en ese control (Oliveira *et al.*, 2001). No obstante, se considera que la causa principal del incremento poblacional de esta especie de plaga es la supresión de parasitoides de *B. tabaci* debido a la aplicación de insecticidas de amplio espectro (Oliveira *et al.* 2001). Efectos de plaguicidas sobre el parasitismo de *B. tabaci* ha sido evaluado con varios insecticidas en condiciones de laboratorio. Sohrabi *et al.* (2014) evaluaron, el efecto de buprofezin e imidacloprid sobre el parasitoide, *Eretmocerus mundus* Mercet en la regulación poblacional de *B. tabaci* encontrando que ambos tratamientos especialmente imidacloprid disminuyeron la respuesta funcional de este parasitoide. Sugiyama *et al.* (2011) encontraron que abamectina e imidacloprid tuvieron valores medios a altos de toxicidad aguda contra el parasitoide *Encarsia formosa* Gahan y un efecto subletal negativo en su comportamiento de búsqueda de su hospedero.

5.2. El áfido del algodón, *Aphis gossypii*

La fluctuación poblacional de *A. gossypii* mostró variantes desde el inicio del estudio (Figura 3). Mientras en plantas bajo T1 las poblaciones comenzaron en la décima semana, sobre T2 y T3, se observaron desde la séptima y primera semana, respectivamente. Aunque bajo el T1, dichas poblaciones iniciaron en forma tardía, allí se observaron los mayores picos de 63 y 55 individuos, en la décima tercera y decima cuarta semana, respectivamente, declinando al final del ensayo.

Tabla 2. Promedio general del número de individuos de *Aphis gossypii*, y porcentaje (%) de parasitismo por *Lysiphlebus testaceipes* sobre hojas de algodón para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.

Tratamiento	Ninfas vivas	Parasitismo (%)
Químico	9,9 ± 2,8 a	9,1 ± 1,8 b
Selectivo	6,3 ± 1,5 a	21,4 ± 1,9 a
Testigo	5,8 ± 0,7 a	28,4 ± 2,1 a

Medias ± error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones de medias realizadas con la prueba Kruskal-Wallis (P<0,05).

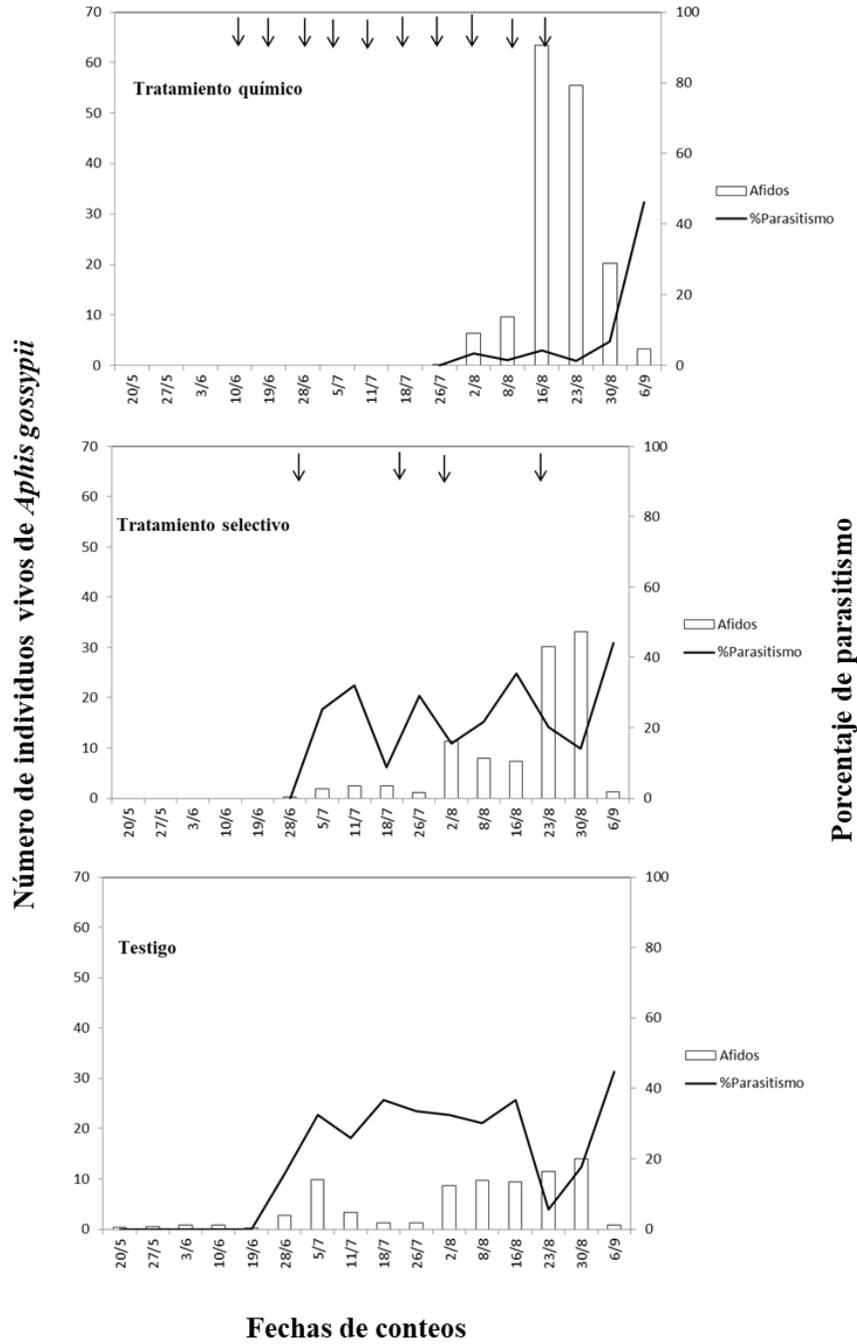


Figura 3. Número de individuos de *Aphis gossypii* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Lysiphlebus testaceipes*, en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Las flechas indican las fechas de aplicaciones.

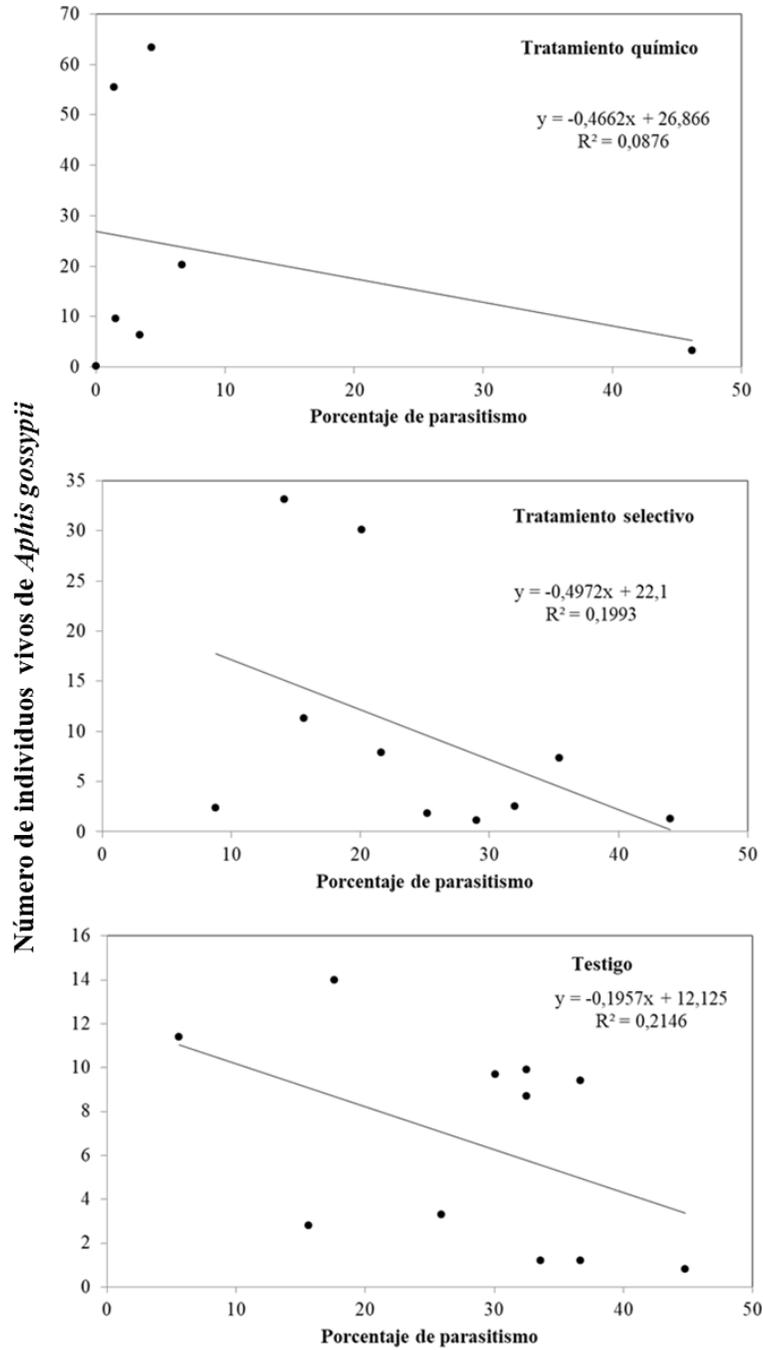


Figura 4. Ecuaciones de regresión lineal de poblaciones *Aphis gossypii* y porcentaje de parasitismo ejercido por *Lysiphlebus testaceipes* en hojas de algodón, para los diferentes tratamientos.

En el T2, las poblaciones se mantuvieron bajas desde la sexta hasta la décima semana (rango: 0,2 a 2,1), posterior a lo cual incrementó, alcanzando niveles de 33 individuos en la décima quinta semana disminuyendo en la última semana. En el T3, las poblaciones fueron bajas en las primeras cinco semanas (0,2 a 0,4 individuos), a partir de allí incrementaron alcanzando niveles máximos de 17 individuos (décima cuarta semana). A pesar que las poblaciones fluctuaron a mayores niveles en plantas bajo T1 respecto a los otros tratamientos (Figura 3), esas diferencias no resultaron significativas (Tabla 2).

Resulta relevante mencionar que fue detectado parasitismo por *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Braconidae) sobre *A. gossypii* en todos los tratamientos incluyendo el T1 donde resultó significativamente inferior (Tabla 2). Se trata de un endoparásitoide solitario que ha sido señalado como un importante factor de control biológico de *A. gossypii*, en varios cultivos (Starý *et al.*, 2014; Albittar *et al.*, 2016). No obstante, ese parasitismo mostró muchas variaciones, manteniéndose bajo, cuyo mayor promedio alcanzó aproximadamente 44% al final del estudio (Figura 3). Esto sugiere la ausencia de una respuesta funcional del parasitismo a las variaciones de la densidad poblacional de los áfidos, lo que es corroborado por los bajos coeficientes de determinación de las ecuaciones de regresión calculadas (Figura 4) lo que fue mucho menor en T1 (R^2 : 0,0876). Esto muestra que ni los tratamientos con insecticidas, ni la acción del control natural resultaron suficientes para mantener las poblaciones a bajos niveles.

Hallazgos similares fueron encontrados por Romero *et al.* (2019), quienes en un ensayo de campo evaluando poblaciones de *A. gossypii* y el parasitismo por *L. testaceipes* en parcelas de pepino sin insecticidas, detectaron niveles de parasitismo que oscilaron entre 35 a 70%, con poblaciones promedio que alcanzaron 19 individuos por planta. Ha sido referido que el control biológico natural en áfidos es efectivo cuando existen bajas densidades poblacionales de áfidos por planta (Sarwar, 2014). Esta especie es considerada como una de las más importantes ya que puede infestar el cultivo desde el inicio del ciclo hasta la cosecha, retrasando el desarrollo de la planta, en las que se observa enrollamientos en las hojas, especialmente en las jóvenes (Pinto *et al.*, 2013).

5.3. El gusano perforador de la hoja, *Bucculatrix thurberiella*

El gusano perforador, *Bucculatrix thurberiella* Busck (Lepidoptera: Bucculatricidae) fue otra de las especies identificadas en este estudio. A pesar de ser señalada como una plaga de importancia en algodón, durante este estudio, se observaron bajas poblaciones (Figura 5). En el T1, *B. thurberiella* solo fue encontrada en la décima tercera semana con 0,3 individuos por hoja. Sobre T2, este insecto fue detectado desde la décima primera a la décima quinta semana con poblaciones que oscilaron de 0,3 a 1,3 individuos. Bajo T3, larvas de esta especie se observaron en la quinta semana y posteriormente se hicieron notorios de la doceava a la décima quinta semana con niveles que variaron de 0,3 a 1 individuo por hoja. El número de individuos no difirió entre los tratamientos evaluados (Tabla 3). Resultados similares fueron reportados por Cañarte-Bermudez *et al.* (2020) quienes encontraron promedios generales de 0,48 individuos por hoja en ensayos de campos realizados en la misma zona de estudio.

Tabla 3. Promedio general del número de individuos de *Bucculatrix thurberiella*, por hoja de algodón para los diferentes tratamientos. Periodo mayo – septiembre de 2019.

Tratamiento	Número de individuos
Químico	0,02 ± 0,02 a
Selectivo	0,37 ± 0,20 a
Testigo	0,21 ± 0,09 a

Medias ± error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones realizadas con la prueba de Kruskal-Wallis (P<0,05).

Esta especie ha sido señalada como una plaga importante sobre el cultivo de algodón (Herrera y García, 1978, Gil y López, 2017). La larva de este insecto pasa por cinco estadios larvales, causando dos tipos de daño, el inicial, lo constituyen las minas causadas durante los tres primeros estadios y posteriormente perfora la epidermis y emerge a la superficie causando perforaciones a las hojas durante los dos últimos estadios (Herrera y García, 1978). Sobre esta especie, los enemigos naturales juegan un papel importante en su regulación poblacional, pero el desequilibrio causado por la aplicación de insecticidas químicos para otras plagas de importancia, incrementan sus daños en el cultivo (Herrera y García, 1978).

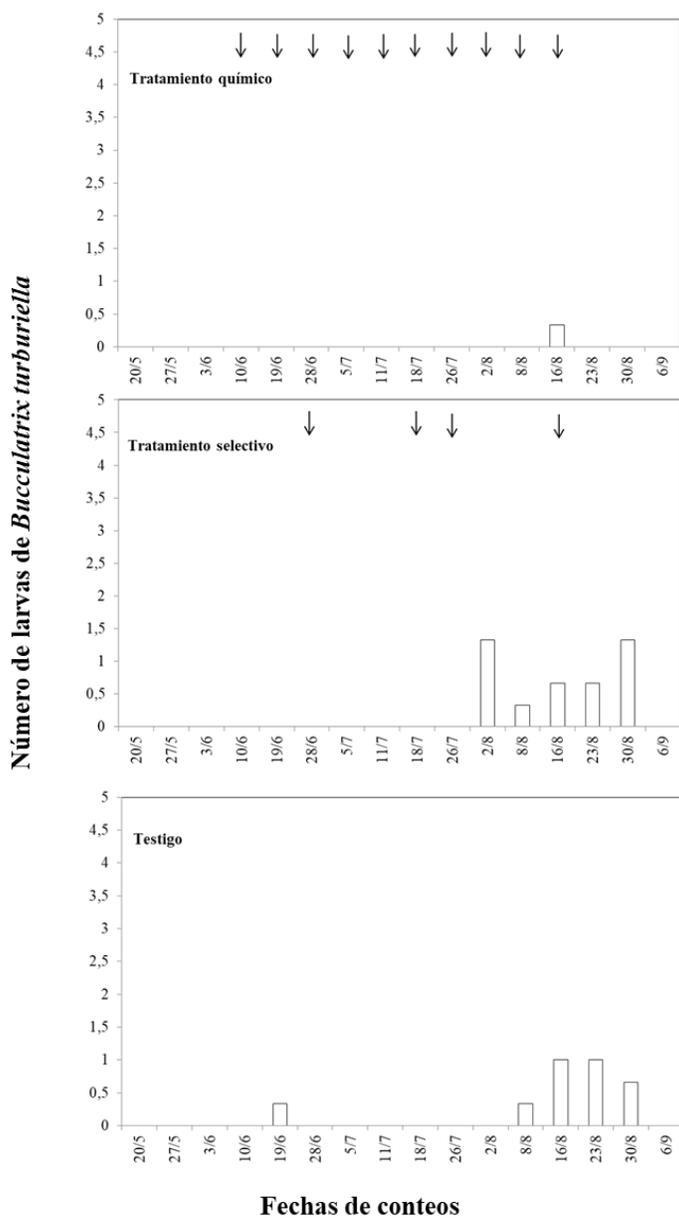


Figura 5. Número de larvas de *Bucculatrix thurberiella* sobre hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.

5.4. Trips, *Thrips palmi*.

El trips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae), resultó otra de las especies encontradas alimentándose sobre el follaje. Esta especie fluctuó a muy bajos niveles en todos los tratamientos (Figura 6). En T1, individuos de trips solo fueron observados en las primeras ocho semanas,

período durante el cual las poblaciones disminuyeron de 0,6 a 0,2 individuos por planta. Sobre T2 y T3, las poblaciones fluctuaron a niveles ligeramente superiores respecto a T1, detectándose durante las primeras nueve y once semanas, respectivamente, variando de 0,1 a 1,3 individuos por planta. Los promedios generales en el número de individuos mostrados en la Tabla 4 corroboran las bajas poblaciones detectadas durante este estudio, sin diferencias entre los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 4. Promedio general del número de individuos de *Thrips palmi*, por hoja de algodón para los diferentes tratamientos. Periodo mayo – septiembre de 2019.

Tratamiento	Número de individuos
Químico	0,1 ± 0,1 a
Selectivo	0,3 ± 0,1 a
Testigo	0,6 ± 0,1 a

Medias ± error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones realizadas con la prueba de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

Cook *et al.* (2011) señalaron que, debido a los niveles poblacionales alcanzados, los trips constituyen plagas que pueden causar severos daños tanto en plantas jóvenes como en plantas maduras. Más aún Jaramillo-Barrios *et al.* (2018) indicaron que Thripidae, es la segunda familia más grande de Thysanoptera con más de 2.100 especies descritas y aunque a veces se les considera principalmente como antófilas, una gran proporción de especies se reproduce solo en hojas constituyendo problemas de plagas por daños directos ocasionados a la planta y por la transmisión de enfermedades virales.

No obstante, en este trabajo las poblaciones estuvieron muy por debajo de las reportadas en otras latitudes. Janu *et al.* (2017) en un trabajo de campo realizado en la India, observaron los niveles poblacionales de *Thrips tabaci* Lindenmann en algunos genotipos de algodón transgénico (Bt) durante las temporadas de cosecha de los años 2014 y 2015, y encontraron que las poblaciones alcanzaron picos de aproximadamente 28 y 24 individuos por hoja, respectivamente.

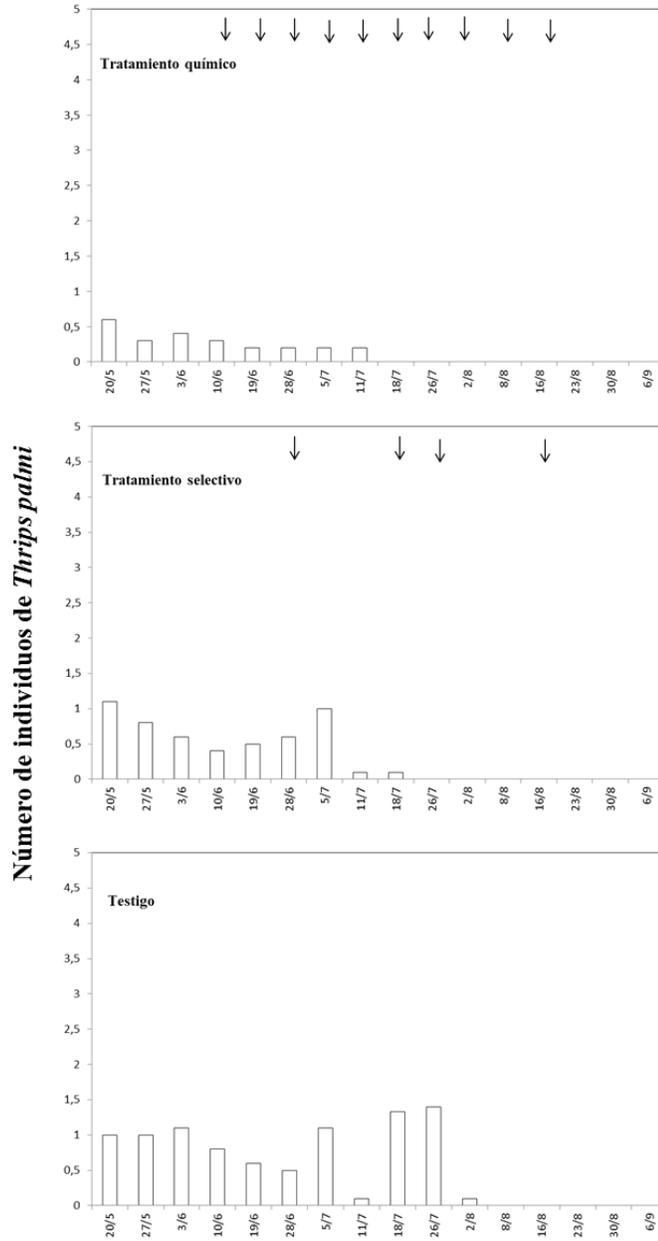


Figura 6. Número de individuos de *Thrips palmi*. sobre hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. Las flechas indican las fechas de aplicaciones.

Esto indica que a pesar que son cultivos genéticamente modificados para controlar larvas de lepidópteros, pueden ser afectados por otros fitófagos entre los que resaltan los trips. Jaramillo-Barrios *et al.* (2018) realizaron un trabajo de campo para determinar la preferencia de

órganos de la planta de algodón por parte de especies de trips, en 60 fincas en el valle cálido del alto Magdalena, Colombia. Los investigadores encontraron abundancias promedio que oscilaron entre 20 a 85 individuos de *T. palmi* sobre las hojas, lo que resultó superior a lo aquí encontrado para la misma especie de trips.

Por otro lado, la especie *T. palmi* hasta ahora no había sido mencionada alimentándose sobre plantas de algodón en Ecuador. Otra investigación realizada recientemente para la misma zona de estudio, había señalado una especie de trips no identificada perteneciente al género *Frakliniella* (Cañarte-Bermudez *et al.*, 2020).

5.5. Chinchas manchadoras, *Dysdercus* spp.

Chinchas manchadores, *Dysdercus* spp. (Hemiptera: Pyrrhocoridae) fueron notorios a partir de la décima tercera semana de estudio, con diferencias en los niveles poblacionales entre los tratamientos evaluados (Figura 7). Mientras en T1, el número de individuos varió de 1 a 2 por planta, bajo el T2, las poblaciones oscilaron de 2 a 4 individuos y sobre el T3 se alcanzaron los mayores niveles variando de 5 a 11 individuos por planta.

Tabla 5. Promedio general del número de individuos de *Dysdercus* sp., por planta de algodón para los diferentes tratamientos. Período mayo – septiembre de 2019.

Tratamiento	Número de individuos
Químico	1,7 ± 0,3 a
Selectivo	3,4 ± 0,4 b
Testigo	7,7 ± 1,0 c

Medias ± error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones realizadas con la prueba de Kruskal-Wallis (P<0,05).

La Tabla 5 corrobora las diferencias en cuanto a las fluctuaciones poblacionales en los diferentes tratamientos. En plantas bajo T1, las poblaciones fueron significativamente inferiores, seguidas de las poblaciones sobre T2, y resultaron, significativamente superiores en las plantas no tratadas. Esto implica que especies del género *Dysdercus* representan una plaga clave en el cultivo del algodón, tal como es referido en otras investigaciones (Rafiq *et al.* 2014, Gil y López 2017) debido a que al alimentarse de la semilla, depositan sus excrementos sobre la fibra ocasionando manchas que disminuyen la calidad de la misma.

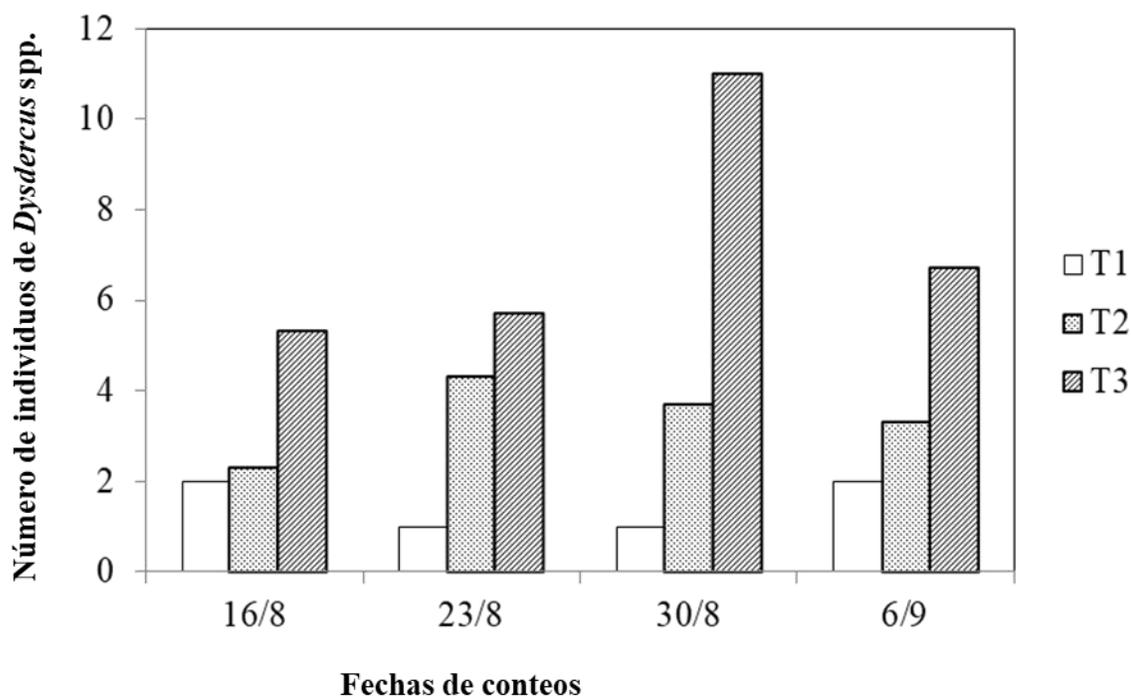


Figura 7. Número de individuos de *Dysdercus* spp. sobre hojas de algodón, para los diferentes tratamientos. T1: tratamiento químico T2: tratamiento selectivo. T3: Testigo.

Resultados similares obtuvieron Cañarte-Bermudez *et al.* (2020) quienes encontraron presencia de *Dysdercus* spp. durante la época de formación de la fibra entre septiembre y octubre en el año 2018. Esto es relevante porque permite establecer los períodos críticos de protección del cultivo contra este fitófago. Pocos son los estudios referidos sobre la evaluación del control químico de este insecto. No obstante, los ensayos realizados muestran la efectividad de insecticidas piretroides, carbamatos y organofosforados para el control de esta plaga (Rafiq *et al.* 2014). Es importante determinar el número de aspersiones mínimas necesarias para el control de este insecto. Para ello, es fundamental la realización de estudios de ciclo biológico y los parámetros poblacionales de especies de este género (Raquif *et al.* 2014).

5.6. El gusano del tabaco, *Heliothis virescens* y el picudo del algodón, *Anthonomus vestitus*

Durante el estudio en menor proporción, fueron detectadas las especies fitófagas, el gusano del tabaco, *Heliothis virescens* F. (Lepidoptera: Noctuidae) y el picudo del algodón, *Anthonomus vestitus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). Un total de siete larvas de *H. virescens* fueron detectadas, una sobre el follaje de plantas bajo T3 en la décima segunda semana, y seis sobre bellotas en la última semana de estudio. De éstas, dos fueron observadas sobre plantas en el T2 y cuatro en plantas bajo T3. A finales de septiembre se detectaron tres individuos de *A. vestitus*, uno en una bellota de planta en T2 y dos individuos (uno por bellota) de plantas bajo T3. La presencia de *A. vestitus* había sido referida previamente para la zona, pero sin señalar niveles poblacionales (Cañarte-Bermudez *et al.*, 2020).

Ambas especies han sido señaladas como plagas de importancia en el cultivo del algodón para la región (Gil y López, 2017), los cuales penetran la bellota del algodón y adicionalmente *A. vestitus* también puede dañar los botones florales lo que fundamenta la importancia del daño causado directamente sobre los órganos reproductivos del algodón que podrían incidir en una disminución de la producción de la fibra junto con los chinches manchadores del género *Dysdercus*. Sin embargo se reiteran las bajas poblaciones encontradas para las dos especies.

5.7. Depredadores

Un total de 298 individuos fueron observados pertenecientes a cuatro especies de depredadores, tres de la familia Coccinellidae (Coleoptera) y una de la familia Reduviidae (Hemiptera). De éstas, *Coleomegilla maculata* De Geer junto con *Zelus* sp., resultaron las especies más abundantes, seguidas de *Cycloneda sanguinea* (L.), siendo *Cheilomenes sexmaculata* la especie menos abundante (Tabla 6). El número de individuos de las especies de depredadores fue afectado por el tratamiento químico, en el que resultó significativamente inferior (Tabla 7). Dos de las especies detectadas coinciden con las reportadas por Cañarte-Bermudez *et al.* (2020) en un estudio de campo realizado en la misma zona. Los investigadores encontraron *C. sanguinea* y *Zelus* sp. como depredadores de los artrópodos plagas presentes en el cultivo del algodón.

Tabla 6. Total de especies de depredadores.

Especie	No. Individuos
<i>Coleomegilla maculata</i>	110 a

<i>Cycloneda sanguínea</i>	62 bc
<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	44 c
<i>Zelus sp.</i>	82 ab

Medias \pm error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones realizadas con la prueba de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

Los resultados muestran una reducción significativa en número de depredadores bajo el tratamiento químico. Investigaciones de campo han reportado altas tasas de mortalidad de los depredadores, *Coccinella undecimpunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) con aplicaciones frecuentes de neonicotinoides, fosforados y carbamatos, flonicamid y pyriproxyfen (El-Heneidy *et al.*, 2015; Eldesouky, 2019).

Tabla 7. Número de depredadores por planta de algodón para los diferentes tratamientos. Periodo mayo – septiembre de 2019.

Tratamiento	<i>Coleomejilla maculata</i>	<i>Cycloneda sanguínea</i>	<i>Cheilomenes sexmaculata</i>	<i>Zelus sp.</i>	Total
Químico	14 b	7 b	8 b	12 b	41 b
Selectivo	52 a	21 ab	13 ab	34 a	130 a
Testigo	44 a	34 a	23 a	36 a	127 a

Medias \pm error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones realizadas con la prueba de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$).

5.8. Rendimiento del algodón

El rendimiento total y de la fibra para la parcela de 63 m² y el estimado por ha no difirió estadísticamente entre los tratamientos evaluados (Tabla 8). El porcentaje de desmotado resultó en aproximadamente un 40%, variando así, el rendimiento en fibra de 1,4 (T1) a 1,2 Tm. ha⁻¹ (T3). Estos rendimientos son superiores a los reportados en estudios realizados en Colombia (Campuzano, 2009) y similares a los encontrados para la misma zona de estudio por Cañarte-Bermudez *et al.* (2020), usando la variedad Alcalá 90 en ambos estudios. Aunque no se detectaron diferencias significativas, esto representa numéricamente que el rendimiento de T1 resultó aproximadamente 6% y 12% superior respecto al T2 y al T3 lo que en términos económicos equivaldría a mayor valor de la cosecha.

Tabla 8. Rendimiento del algodón para una parcela de 63 m² y estimado por ha (kg).

Tratamiento	Con semilla. (kg.63 m ²)	Con semilla (kg.ha ⁻¹)	Fibra. (kg.ha ⁻¹)
Químico	11,55 a	3679,16 a	1471,67 a
Selectivo	11,03 a	3512,50 a	1384,27 a
Testigo	10,34 a	3291,67 a	1298,23 a

Medias \pm error estándar con igual letra no difieren significativamente. Comparaciones realizadas con la prueba de Tukey (P<0,05).

Análisis de la entomofauna presente y los rendimientos por tratamiento.

Los resultados permiten separar diferentes situaciones en cuanto a la presencia y niveles poblacionales de las especies fitófagas encontradas, así como los efectos sobre la entomofauna benéfica. La primera está definida por la presencia esporádica de las especies *H. virescens* y *A. vestitis*, así como, aquellas que fluctuaron a muy bajos niveles en todos los tratamientos, es decir, *T. palmi* y *B. thurberiella*, todas consideradas plagas de relevancia en otros estudios (Herrera y García, 1978, Gil y Lopez, 2017, Jaramillo-Barrios *et al.* 2018). Esto sugiere que alguna condición de la zona podría interferir el desarrollo poblacional de estas plagas, lo que representaría una ventaja para la siembra de este cultivo. La segunda la constituye, el vertiginoso incremento poblacional de la mosca blanca, *B. tabaci* cuando se realizaron aplicaciones semanales de la mezcla de lambda cialotrina + tiametoxam lo que estuvo asociado con la supresión del parasitismo por *E. pergandiella* que demuestra la interferencia de las aplicaciones de este plaguicida con este agente de control biológico natural.

La tercera está relacionada, los altos niveles poblacionales encontrados para *A. gossypii* detectados en todos los tratamientos, lo que sugiere que las aplicaciones semanales de la mezcla de insecticida no lograron disminuir las poblaciones de este insecto, así como, tampoco el parasitismo por *L. testaceipes* fue capaz de regular las poblaciones cuando no se aplicaron insecticidas o cuando se usaron de manera selectiva, azadiractina y *Trichoderma* sp. Esto indica que se hace necesario evaluar otros tratamientos para el control de esta especie.

En la siguiente situación se enmarcan, las chinches manchadoras del género *Dysdercus* que mostraron altos niveles en plantas tratadas selectivamente con insecticidas y en plantas no tratadas, contrastando con los bajos niveles detectados en plantas tratadas con la mezcla del insecticida, lo que indica que se hacen necesarios tratamientos para su control. No obstante, dado que las chinches aparecen al final del ciclo del cultivo, las aplicaciones debían realizarse

durante este período confiriendo así la selectividad necesaria para no causar desequilibrios ecológicos, debido a los demostrados efectos adversos de la aplicación de la mezcla de insecticida hacia los enemigos naturales en este estudio.

Más aún un incremento de 6 a 12 % en los rendimientos no necesariamente representa productividad debido a los costos ecológicos y económicos implícitos en las aplicaciones semanales de un insecticida químico. Desde la perspectiva sostenible, la relación costo – beneficio estaría a favor aquellos tratamientos en los cuales se obtuvo un buen rendimiento que difirieron significativamente del tratamiento químico, y no mostraron efectos adversos sobre la entomofauna benéfica.

6. Conclusiones y recomendaciones

Durante este estudio fue observado un vertiginoso incremento poblacional de *B. tabaci* cuando se aplicó el plaguicida químico, lo que estuvo asociado con la supresión del parasitismo por *E. pergandiella*. Se detectaron altos niveles poblacionales de *A. gossypii* independientemente del tratamiento. Los chinches manchadores del género *Dysdercus* mostraron los más bajos niveles en plantas tratadas insecticida.

Las especies *H. virescens*, *A. vestitis*, *B. thurberiella* y *T. palmi* fueron observadas en este estudio a muy bajos niveles, a pesar de ser consideradas plagas de relevancia en otras regiones. Los depredadores fueron afectados por el tratamiento químico. Por esta razón, un incremento porcentual en los rendimientos a favor de plantas tratadas con el plaguicida químico no necesariamente representaría sostenibilidad, debido a los costos ecológicos y económicos implícitos.

Los resultados muestran que nuevos ensayos deben ser realizados probando otras alternativas para el control de aquellas especies que resultaron de importancia primaria durante este estudio.

7. Referencias bibliográficas

- Albittar, L. Mohannad I. Bragard, C. and Hance, T. (2016). Host plants and aphid hosts influence the selection behavior of three aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) *European Journal of Entomology*. 113, 516–522.
- Arriola, J. (2013). Evaluación De tres insecticidas a base de neem sobre el manejo de adultos de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*; Aleyrodidae). [Tesis de Grado, Universidad Rafael Landívar] Repositorio Institucional. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Arriola-Juan.pdf>
- Ávila, R., P. Cano, I. Orono, J. Espinoza, y R. Ramírez. (2007). Establecimiento de la línea base para la evaluación del impacto técnico y socio económico de la campaña contra Plagas reglamentadas del cultivo del algodón en el Estado de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41, 720-731.
- Buendía, A. y Echeveria, A. (2014). Creación de un plan de sustitución de importaciones de algodón para impulsar su producción, y generar el desarrollo del área textil ecuatoriana. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana] Repositorio Institucional. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6431/1/UPS-QT04981.pdf>
- Campuzano-Duque, L. F., S. Caicedo-Guerrero, y J. Guevara-Agudelo. 2015. Determinación de atributos en genotipos de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en la rotación maíz-soya asociados a suelos ácidos mejorados de la altillanura colombiana. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria* 16:251-263. https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num2_art:371
- Cañarte-Bermudez, E., Sotelo-Proano, R. y Navarrete-Cedeño, B. (2018). Generación de tecnologías para incrementar la productividad del algodón *Gossypium hirsutum* L. en Manabí, Ecuador. *Revista Ciencia UNEMI*, 13(33): 85 – 95.
- Conabio. (sf). Algodón (*Gossypium hirsutum*). Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. CONABIO. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/20829_sg7.pdf
- Conacyt. (2008). Consensus Document on the Biology of Cotton (*Gossypium* spp.). OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology No. 45. Disponible en: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/divulgacion/cultivos/ENVJMMONO-algodon.pdf>

- Cook, D., Herbert, A., Akin D. S., y Reed, J. (2011). Biology, crop injury, and management of thrips Crop Injury, and Management of Thrips (Thysanoptera: Thripidae) infesting cotton seedlings in the United States. *Journal of Integrated Pest Management*, 2(2), 1-9.
- Del Águila, W. (2008). Dinámica poblacional-del arrebato (*Dysdercus spp.*) en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) variedad 'Upland bja - 594' en Tingo María. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio Institucional. Disponible en: <https://agronomia.unas.edu.pe/sites/default/files/AGR-518.pdf>
- Dutcher, J. D. (2007). A Review of Resurgence and Replacement Causing Pest Outbreaks in IPM. In: Ciancio A., Mukerji K.G. (eds) General Concepts in Integrated Pest and Disease Management. Integrated Management of Plants Pests and Diseases, vol 1. Springer, Dordrecht.
- El Productor. (2018). El algodón ecuatoriano, en búsqueda de la autosuficiencia. Revista Ecuador. <https://elproductor.com/el-algodon-ecuadoriano-en-busqueda-de-la-autosuficiencia/>
- Eldesouky Sahar, E. 2019. Effectiveness of certain insecticides against cotton aphid, *Aphis gossypii* and their adverse impacts on two natural enemies. *Egy. Sci. J. Pestic.*5:7-13.
- El-Heneidy, A. H., A. A. Khidr and A. A. Taman. 2015. Side-effects of Insecticides on Non-target Organisms: 1- In Egyptian Cotton Fields. In: Proceeding of 4th International Conference Cairo, Egypt. *J. Biol. Pest Co.* 25:685-690.
- FAO. (2017). El estado de arte del sector algodonnero en países del Mercosur y asociados. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Agência Brasileira de Cooperação - Ministério das Relações Exteriores, Chile. <http://www.fao.org/3/b-i7314s.pdf> (consulta 9 junio 2020).
- FAOSTAT. (2017). Datos de producción de cultivos. <http://www.fao.org/faostat/es/#data> (consulta 9 junio 2020).
- Gebiola, M. White, J.A. Cass, B. N., Kozuch, A., Harris, L. R., Kelly, S. E., Karimi, J., Giogini, M., Perlman, S. J., y Hunter, M. S. (2016). Cryptic diversity reproductive isolation and cytoplasmic incompatibility in a classic biological control success story. *Biological Journal of the Linnean Society*, 117, 217–230.
- Gil, A y López M. (2017). Principales plagas y controladores biológicos de *Gossypium hirsutum*

- L. Algodón nativo de fibra verde en relación a su ciclo fenológico. <https://dx.doi.org/http://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24118>.
- Gómez y Gómez. (2017). Agricultura Orgánica: Bases Técnicas. file:///C:/Users/user/Downloads/LIBROAgriculturaOrgnica.Basestcnicas2017.
- Gonzalez, G. 2015. Coccinellidae de Ecuador. Coleoptera Neotropical. http://coleoptera-neotropical.org/paginas/2_PAISES/Ecuador/CUCUJOIDEA/coccinellidae-ecu.html (consulta 9 junio 2020).
- Greathead, A. H. (1989). Host plants. In: *Bemisia tabaci* a Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography. Cock, M.J.W. (Ed.). CAB, International Institute, Biological Control. Silwood Park, UK. p. 17-26.
- Herrera, J. y R. García. (1978). Biología y comportamiento de *Bucculatrix thurberiella* Busck (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Revista Peruana de Entomología*, 21(1), 97-102.
- InfoAgro. (2020). Agricultura, el cultivo del Algodón (*Gossypium hirsutum* L.). Infoagro Systems, S.L. C/Capitán Haya, 60, 2º, 28020, Madrid, España. Disponible en: <https://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/algodon.htm>
- ISOfocus. (2017). Agricultura Inteligente. Comisión Panamericana de Nuevas Técnicas. Organización Internacional de Normalización. ISSN: 2310-7987. disponible en: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20\(2013-NOW\)/sp/ISOfocus_122.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/magazine/ISOfocus%20(2013-NOW)/sp/ISOfocus_122.pdf)
- Janu, A., K. K. Dahiya, J. Pritish. (2017). Population dynamics of thrips, *Thrips tabaci* Lindemann in American Cotton (*Gossypium hirsutum*). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 203-209. <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2017.607.024>.
- Jaramillo-Barrios, C. I, Rodríguez, A., Varón-Devia, E., Buenaventura B., Monje-Andrade, E., y Ebratt-Ravelo, E. (2018). Preferencias de tisanópteros (Thysanoptera) por las estructuras aéreas de las plantas de algodón (*Gossypium hirsutum*) en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 44, 151-157.
- Mamani, J. (2013). Evaluación Del Comportamiento Del Cultivo De Algodón (*Gossypium Barbadense* Cultivar Cobalt-Pima) Con Ocho Densidades De Siembra Bajo Condiciones De Zonas Aridas Majes-Arequipa. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa. Facultad

De Ciencias Biológicas Y Agropecuarias. Escuela Profesional Y Académica De Agronomía.
AREQUIPA – PERÚ. Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4132/AGmamajc011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Marina, E. (2014). Efecto de extracto de semilla del árbol de paraíso (me/iaazedarach) en el control de arrebiatado (*Dysdercus ruficollis*) en algodónero en Juanjuí, San Martín. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio Institucional. http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/555/TFCA_08.pdf?sequence=1.
- Martínez, B. Infante, D. Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. Grupo de Fitopatología, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Mayabeque, Cuba. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2015). Cultivo de Algodón Manual técnico N. ° 7. San Lorenzo – Paraguay.
- Moritz, G. L. A. Mound, D. C. Morris, A. Goldarazena. 2004. Pest Thrips of the World – Visual and Molecular Identification of Pest Thrips. Cd-rom CBIT, Brisbane. <http://www.cbit.uq.edu.au/software/pestthrips/default.htm>
- Nussenbaum, A. L. (2014). Aislamientos de *Beauveria Bassiana* y *Metarhizium anisopliae* virulentos para el control del picudo del algodónero (*Anthonmus grandis*). [Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires] Repositorio Institucional. https://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis_n5511_Nussenbaum.pdf.
- Ñañez, L. (2012). Manejo Fitosanitario del cultivo de Algodón (*Gossypium hirsutum*). Instituto Colombiano Agropecuario. Ministerio de Agricultura y Riego. Bogota – Colombia. <https://www.ica.gov.co/getattachment/a223d007-d6e6-4df0-a7fc-b0150cb6bbbb/Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-algodon.aspx>
- Oliveira, M., Henneberry, T., y Anderson, P. History (2001). Current status and collaborative research projects for *Bemisia tabaci*. *Crop Protection*, 20(9): 709-723.
- Ortiz. (2010). Dinámica poblacional de fauna insectil en el cultivo de algodón bajo un sistema de diversificación de franjas intercalados en Nicaragua. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/381/1/217940.pdf>.

- Palencia. (2010). Plagas del Algodón (*Gossypium herbaceum*) en México. <http://guadalsem.com/wp/wp-content/uploads/2016/02/plagas-de-algodon.pdf>
- Peña, Q., Quispe E., y Rabanal. V. (2017). Algodón orgánico como elemento clave de una estrategia de diferenciación, orientada a la exportación para el sector textil confecciones en el Perú. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621872/QUISPE_PE.pdf?sequence=5.
- Pinto, E., Barros, E.; Torres, J. B., y Neves, R. C. (2013). The control and protection of cotton plants using natural insecticides against the colonization by *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(2), 169-174.
- Porcuna, J. (2008). Manejo de plagas y enfermedades en producción ecológica. Edita: Junta de Andalucía Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Diseño, Maquetación: Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Disponible en: https://www.alcoi.org/export/sites/default/es/areas/medi_ambient/cimal/descargas/MANEJ_O-PLAGAS-Y-ENFERMEDADES-EN-PRODUCCION-ECOLOGICA.pdf
- Rafiq, M., Shah, S.I.A., Jan, M.T., Khan, I.R., Shah, S.A.S. y Hussain, Z. (2014). Efficacy of different groups of insecticides against cotton stainer, *Dysdercus koenigii* in field conditions. *Pakistan Entomology*, 36, 105-110.
- Ramírez. (2014). Aspectos generales de la agricultura convencional y la agricultura ecológica en Perú. <http://www.socgeolima.org.pe/images/publicaciones/Boletin-de-la-Sociedad-Geografica-de-Lima-N-127.pdf#page=86>. 22 de enero de 2014.
- Rodríguez, P. (2017). Implicaciones ambientales de la siembra de algodón transgénico en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Estudios Ambientales. Bogotá D.C., - Colombia.
- Romero, F. (2004). Manejo integrado de plagas. Las bases, los conceptos mercantilización. Universidad Autónoma Chapingo Primera edición. Chapingo. México. Disponible en: <http://agro.unc.edu.ar/~biblio/Manejo%20de%20Plagas.pdf>
- Romero, L., A. Toledo, C. Yagual, E. Segura, R. Castro y D. T. Chirinos. (2019). Control biológico natural asociado con *Aphis gossypii* en pepino, *Cucumis sativus* L. *En: VII*

- Congreso Latinoamericano de Agroecología. Guayaquil, Ecuador.
- Sarwar M. (2014). Influence of host plant species on the development, fecundity and population density of pest *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and predator *Neoseiulus pseudolongispinosus* (Xin, Liang and Ke) (Acari: Phytoseiidae). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 42(1):10-20.
- Schauff ME, Evans GA, y Heraty JM. (1996). A pictorial guide to the species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitic on whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 98, 1-35.
- Schuster D, Evans G, Bennett F, Stansly P, Jansson R, Leibee G, Webb S. (1998). A survey of parasitoids of *Bemisia ssp.* Whiteflies in Florida, the caribbean and Central and south America. *International Journal of pest Management*, 44, 255-260.
- SICA. (2016). El cultivo ecológico solución a los problemas de los cultivos. Informe Técnico sobre el control de plagas, El Salvador: Sistema de Integración Centroamericana,
- Sohrabi, F., Shishehbor, P., Saber, M. y Mossadegh, M. S. (2014). Effects of buprofezin and imidacloprid on the functional response of *Eretmocerus mundus* Mercet. *Plant Protection Science*, 50 (3), 145-150.
- Stansly, P.A., y Natwick A. (2010). "Integrated systems for managing *Bemisia tabaci* in protected and open field agriculture". In: Stansly PA, Naranjo SE (eds) *Bemisia: bionomics and management of a global pest*. Springer, Dordrecht, the Netherlands.
- Starý, P. Ž. Tomanović, A. Petrović, M. Mitrović, N.G. Kavallieratos, E. Rakhshani, M. Rakhshanipour, A. Popović, A.H. Shukshuk, A. Ivanović. (2014). Molecular and morphological variability within the *Aphidius colemani* group with redescription of *Aphidius platensis* Brethes (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Bulletin of Entomological Research*, 104(5), 1-14.
- Sugiyama K., Katayama H., y Saito T. (2011). Effect of insecticides on the mortalities of three whitefly parasitoid species, *Eretmocerus mundus*, *Eretmocerus eremicus* and *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) *Applied of Entomology Zoology*, 46, 311–317. doi: 10.1007/s13355-011-0044-z.
- Syngenta. (2020). ENGEO Suspensión Concentrada (SC) Insecticida Agrícola. Syngenta Crop Protection S.A. Sucursal Ecuador. m 1.5 Vía la Puntilla -Samborondón–Guayaquil.

https://www.syngenta.com.ec/sites/g/files/zhg486/f/ec_ficha_tecnica_engeo_mar_17.pdf?to ken=1535984898

Trujillo. (2015). Diagnóstico de la agricultura orgánica y convencional en el caserío Simón Bolívar, Distrito De Hermilio Valdizán. Tingo María, Perú, 11 de mayo de. https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/mary-final.pdf.

Usach, L. Bencardini, Juan. (2005). El Algodón. Edición: 2005 © ReCiTeIA. Cali – Valle – Colombia. Revista RECITEIA. Vol. 5. N° 1. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=ibOUb6ayK5AC&printsec=copyright&hl=es&source=gs_public_info_r

ANEXOS



Anexo. 1 y 2. Limpieza de malezas en el algodón.





Anexo. 3 y 4. Aplicación de fertilizante.





Anexo. 5 y 6. Monitoreo de plagas





Anexo. 7 y 8. Trabajo en laboratorio



