

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Control Biológico de *Scirtothrips dorsalis* Hood. (Thysanoptera: Thripidae) con
Ácaros Depredadores (Phytoseiidae) en el Cultivo de Arándano Azul *Vaccinium*
corymbosum L en Ocotlán, Jalisco, México.

Por:

CRISTIAN ARAGÓN FLORES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Control Biológico de *Scirtothrips dorsalis* Hood. (Thysanoptera: Thripidae) con
Ácaros Depredadores (Phytoseiidae) en el Cultivo de Arándano Azul *Vaccinium*
corymbosum L en Ocotlán, Jalisco, México.

Por:

CRISTIAN ARAGÓN FLORES

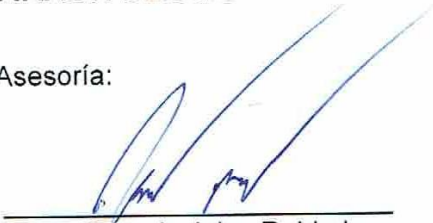
TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO


Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe
Asesor Principal Interno


Dr. Gerardo Arias Robledo
Asesor Principal Externo


Dra. Miriam Sanchez Vega
Coasesor


Ing. Esmeralda Amada Hernández López
Coasesor


Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2023

Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (copia y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar el autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Cristian Aragón Flores

Asesor Principal



Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a **DIOS** por la vida y las bendiciones recibidas a lo largo de la vida

A **Koppert México** por el apoyo económico y financiamiento para el desarrollo de la presente tesis, para obtener el grado de Ingeniero Agrónomo parasitólogo.

Al **Dr. Gerardo Arias Robledo**, por ser mi asesor de tesis, ofrecerme su amistad y confiar en mí. Darme una oportunidad en el mundo laboral y permitirme desarrollarme como profesional.

A la **Dra. Miriam Sánchez Vega**, por ser una gran profesora, tutora, consejera y amiga durante esta etapa importante de mi vida, gracias por su apoyo durante todo este tiempo.

A mi comité de asesoría, el **Dr. Luis Alberto Aguirre Uribe**, a la **Ing. Esmeralda Amada Hernández López**, por apoyarme en la revisión y presentación del presente trabajo.

A mi novia **Jenifer Molina Rivera** por todo el amor y el apoyo que me ha dado.

Al equipo de **I+D de Koppert** por todo el apoyo para la realización de este trabajo.

Compañeros y amigos **Fernando, Víctor Manuel, Emmanuel y Ezequiel** que fueron parte importante de mi etapa universitaria, por el apoyo, los consejos y todos los demás momentos vividos a lo largo de estos maravillosos años.

Y por último a mi **ALMA MATER** el lugar que se convirtió en mi segundo hogar, donde encontré un lugar para desarrollarme y convertirme en un profesional, que me brindo las herramientas para concluir mis estudios universitarios. Lugar donde conocí grandiosas personas y tuve experiencias únicas.

DEDICATORIA

Dedico este logro primeramente a **Dios** porque sin él nada es posible.

A mis padres **Odilón Aragon Flores** y **Bernardita Flores Alonso** quienes han sido los pilares en mi vida, mayor ejemplo y orgullo total, es gracias a ellos que soy quien soy hoy en día y gracias a ellos que he salido adelante y cumplido mis sueños.

A mi novia **Jenifer Molina** por ser la persona que siempre confía en mí y me apoya sin importar las cosas.

Al **Dr. Gerardo Arias Robledo**, por confiar en mí y darme la oportunidad de demostrar de lo que soy capaz.

A la **Dra. Miriam Sánchez Vega**, por apoyarme y confiar en mi desde el primer día que llegue a la universidad, por guiarme y ayudarme a lo largo de mi vida universitaria.

INDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Cultivo del arándano	5
2.1.1 Cultivares y variedades	5
2.1.2 Importancia económica	7
2.1.3 Clasificación taxonómica	8
2.1.4 Descripción botánica de la planta	8
2.1.5 Condiciones edafoclimáticas	10
2.1.6 Sistemas de producción	10
2.1.7 Manejo del cultivo	11
2.1.8 Fenología del cultivo	13
2.2 Manejo fitosanitario plagas y enfermedades	15
2.2.1 Enfermedades.....	15
2.2.2 Plagas	18
2.3 <i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood, 1919.....	20
2.3.1 Clasificación taxonómica	22
2.3.2 Ciclo de vida.....	23
2.3.3 Daños	28
2.3.4 Control	31
2.4 Definición de Control biológico	34
2.4.1 Ácaros depredadores (Acari: Phytoseiidae)	35
2.5 <i>Amblyseius swirskii</i> (Athias-Henriot, 1962)	37
2.5.1 Clasificación taxonómica	37
2.5.2 Características	38
2.5.3 Ciclo de vida.....	38
2.6 <i>Neoseiulus cucumeris</i> (Oudemans,1930).....	40
2.6.1 Clasificación taxonómica	41
2.6.2 Características	41
2.6.3 Ciclo de vida.....	42
2.7 <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor, 1954)	42
2.7.1 Clasificación taxonómica	43
2.7.2 Características	43
2.7.3 Ciclo de vida.....	44

2.8	<i>Amblydromalus limonicus</i> (Garman & McGregor, 1956)	44
2.8.1	Clasificación taxonómica.....	45
2.8.2	Características	46
2.8.3	Ciclo de vida.....	46
2.9	Técnicas de liberación de ácaros depredadores	47
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1	Ubicación de la zona de estudio	49
3.2	Unidad y diseño experimental	49
3.3	Tratamientos	51
3.3.1	Liberación	52
3.4	Muestreo	53
3.4.1	Muestreo previo	54
3.4.2	Identificación de <i>S. dorsalis</i>	55
3.4.3	Registro de datos climáticos	55
3.5	Análisis estadístico	56
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1	Identificación de <i>Scirtothrips dorsalis</i>	57
4.2	Efecto de las liberaciones de ácaros depredadores sobre el número de <i>S. dorsalis</i> en brotes de plantas de arándano en zona de alta presión.	59
4.3	Efecto de las liberaciones de ácaros depredadores sobre el número de <i>S. dorsalis</i> sobre brotes de plantas de arándano en la zona de baja presión 61	
4.4	Establecimiento de los ácaros depredadores en la zona de presión baja 63	
4.5	Establecimiento de los ácaros depredadores en la zona de presión alta 64	
4.6	Poblaciones de insectos benéficos	65
4.7	Condiciones climáticas	67
V.	CONCLUSIONES	69
VI.	LITERATURA CITADA	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Principales estados productores de arándano en México. Elaborado con datos de (SIAP, 2021).	7
Cuadro 2.- Recomendación de solución nutritiva para arándano en hidroponía (INTAGRI, 2017).	12
Cuadro 3.- Ingredientes activos registrados para el manejo de <i>S. dorsalis</i> en arándanos de Florida. Liburd et al., 2020	32
Cuadro 4.- Promedio de tiempo de desarrollo, longevidad, fecundidad, periodo de pre-oviposición adulto, y periodo total de pre-oviposición de <i>Amblyseius swirskii</i> a diferentes temperaturas constantes. Tomado de Bulnes & Orozco, 2020	40
Cuadro 5.- Tratamientos y plan de liberaciones.....	52
Cuadro 6.- Tratamientos y presentación comercial de los ácaros	52

I. ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.-** Fenología del ciclo productivo del cultivo del arándano. INTAGRI, 2022
_____ 13
- Figura 2.-** Desarrollo fenológico del cultivo de arándano. Tomada de Rivadeneira y Carlazara (2011). _____ 14
- Figura 3.-** Hembra adulta de *S. dorsalis*. Foto de Liburd et al. 2020, Universidad de Florida, 2020 _____ 21
- Figura 4.-** *Scirtothrips dorsalis* (Arriba) comparado con *Frankliniella occidentalis* (Abajo). Foto de Equipo I+D, Koppert México, 2023 _____ 22
- Figura 5.-** Ciclo de vida de *Scirtothrips dorsalis*; A) huevo; B) y C) ninfas de primer y segundo instar, respectivamente; D) y F), prepupa y pupa, respectivamente; E), adulto. Fotos de equipo de I+D Koppert México, 2023 _____ 23
- Figura 6.-** Izquierda pupa y derecha larva de *S. dorsalis*. Fotos equipo I+D Koppert México, 2023 _____ 24
- Figura 7.-** Características diagnóstico de adultos (macho y hembra) de *S. dorsalis*. A) triangulo ocelar y setas ocelares, b) Pronoto, c) Terguito con setas discales, d) hilera de microtrichias en el VIII segmento abdominal, e) Terguito abdominal III al VI con pequeñas setas presentes en la parte media. F) Ala y venación. Fuente: SENASICA 2021. _____ 26
- Figura 8.-** Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis* en hembras adultas. (a) y (a´) presentaron una coloración amarilla. Tomada de Mejía, 2022. _____ 26
- Figura 9.-** Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis*. (b) superficie de alas anteriores con microtriquias y con la prime fila de sedas de la primera vena anterior ampliamente interrumpida, (c) segmento terminal abdominal no tubular. Tomada de Mejía, 2022 _____ 27

Figura 10.- Estructuras morfológicas de <i>Scirtothrips dorsalis</i> . (d) ovipositor bien desarrollada en forma de sierra y girado hacia abajo; (e) ocho segmentos antenales, el segmento antenal VIII no está elongado. Tomada de Mejía, 2022	27
Figura 11.- Estructuras morfológicas de <i>Scirtothrips dorsalis</i> en hembras adultas. Se observan los sensores en forma de horquilla o bifurcados en los segmentos III (f) y IV (g). Tomada de Mejía, 2022.	27
Figura 12.- Estructuras morfológicas de <i>Scirtothrips dorsalis</i> en hembras adultas. (h) estructura conocida como furca en forma de lira y la espinula;(i) se observa una coloración clara en los segmentos I Y II y oscura desde el III al VIII. Tomada de Mejía, 2022	28
Figura 13.- Estructuras morfológicas de <i>Scirtothrips dorsalis</i> en hembras adultas. Superficie lateral de los terguitos abdominales (dorsal (j) y esternitos (Ventral (k) con numerosas microtriquias. Tomada de Mejía, 2022.	28
Figura 14.- Huevo de <i>S. dorsalis</i> . Foto equipo I+D Koppert México, 2023	29
Figura 15.- Daños causados por <i>Scirtothrips dorsalis</i> en plantas de arándano. a) Daño por oviposición, b) Manchas de color café en haz de hojas, c) Manchas y tejido necrosado en yemas y brotes, d) y e) Daño severo en hojas, brotes. Fotos equipo I+D Koppert México 2023	30
Figura 16.- Daños causados por <i>S. dorsalis</i> en hojas. Ocotlán Jalisco. Fotos del equipo I+D Koppert México 2023.	30
Figura 17.- Métodos de control plagas. Tomada de Barrera, 2020	35
Figura 18.- <i>A. swirskii</i> . Foto tomada de Koppert México.	37
Figura 19.- <i>N. cucumeris</i> depredando larva de <i>S. dorsalis</i> . Foto equipo I+D Koppert México 2023	41

Figura 20.- Huevo de <i>Neoseiulus cucumeris</i> . Fotografía equipo I+D Koppert México 2023 _____	42
Figura 21.- Adulto de <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor) alimentándose de larva de <i>S. dorsalis</i> . Fotografía equipo I+D Koppert México 2023 _____	43
Figura 22.- Huevo de <i>N. californicus</i> . Fotografía equipo I+D Koppert México 2023. _____	44
Figura 23.- <i>A. limonicus</i> depredando larva de <i>S. dorsalis</i> . Fotografía equipo I+D Koppert México, 2023 _____	45
Figura 24.- <i>A. swirskii</i> en presentación Ulti-Mite Sachet. Foto de Koppert México. _____	48
Figura 25.- Imagen satelital del rancho Berry Pride. _____	49
Figura 26.- Unidad experimental, túnel con cuatro surcos o camas donde cada cama es una repetición de cada tratamiento _____	50
Figura 27.- Representación de los tratamientos por túnel. Cada túnel representa un bloque con cuatro unidades experimentales. Cada unidad experimental representa un tratamiento diferente. _____	51
Figura 28.- Fotografías de liberación de ácaros depredadores. Izquierda, Sachet colocado en brote con daño. Derecha, cono sujetado con un clip para la liberación de los ácaros _____	53
Figura 29.- Muestreo de brote sacudido sobre una hoja negra para facilitar el conteo de thrips y ácaros _____	54
Figura 30.- Realización de muestreo _____	54
Figura 31.- Adulto de <i>S. dorsalis</i> . Foto equipo I+D Koppert México _____	57

- Figura 32.-** Cono sensitivo en segmento III y IV (a); Pronoto (b). Fotos equipo I+D Koppert México _____ 58
- Figura 33.-** Hilera de microtrichias en el VIII segmento abdominal (a); Tergito con setas discales (b); Ala y venación (c). Fotos equipo I+D Koppert México _____ 59
- Figura 34.-** Promedio de thrips por planta en la zona de “presión alta”, a lo largo de las semanas (wk). La barra corresponde al error estándar. _____ 60
- Figura 35.-** Promedio de thrips por planta en zona de “presión baja” (sector 7) a lo largo de las semanas experimentales (wk). La barra corresponde al error estándar. _____ 62
- Figura 36.-** Promedio de ácaros por planta a lo largo de las semanas experimentales (wk) en sector 7 (presión baja). La barra corresponde al error estándar _____ 64
- Figura 37.-** Promedio de ácaros por planta a lo largo de las semanas experimentales (Wk), en el sector 5 (Presión alta). La barra corresponde al error estándar _____ 65
- Figura 38.-**(A) Abeja polinizando, (B) adulto de *Eretmocerus sp.* (C) Momia de pulgón parasitado por *Aphidius sp.* (D y E) Adulto y larva de *Hippodamia sp.* Fotos de Gerardo Arias Equipo I+D Koppert Mexico. 2023 _____ 66
- Figura 39.-** Porcentaje de tiempo por rangos de temperatura presentes durante el desarrollo del experimento _____ 67
- Figura 40.-** Porcentaje de tiempo por rangos de humedad relativa (HR) presentes a lo largo de la prueba _____ 68

RESUMEN

El cultivo de arándano es un cultivo de alto valor que ha tomado importancia debido al alza en su consumo, tiene alto contenido de vitaminas y antioxidantes naturales. Uno de los mayores problemas fitosanitarios en este cultivo, es *Scirtothrips dorsalis* que causa pérdidas económicas considerables. El uso excesivo de insecticidas químicos provoca problemas en la salud humana y contaminación en el ambiente, además ha generado que especies plaga como los thrips, presenten resistencia a los plaguicidas, lo anterior ha impulsado a buscar alternativas para el manejo y control de estos organismos. El objetivo de este trabajo fue determinar la efectividad de diferentes especies de ácaros depredadores y la presentación comercial, sobre poblaciones de *Scirtothrips dorsalis*, así como su establecimiento sobre plantas de arándano variedad Atlas en la zona productora de Jalisco. Para esto se hicieron tres liberaciones sobre plantas de tres años con incidencia de *S. dorsalis*, con estrategias de dosis comerciales rentables para el cultivo de arándano. El efecto sobre las poblaciones de *S. dorsalis* y su establecimiento se evaluaron durante ocho semanas con muestreos semanales. Los resultados se analizaron con el programa Rstudio mediante un modelo lineal generalizado con efectos mixtos. El análisis estadístico demostró que el mejor tratamiento sobre la reducción de las poblaciones de *S. dorsalis* y establecimiento del agente de control biológico, fue en el que se liberó *Amblyseius swirskii* en presentación Sachet ($P < 0.0001$), misma que mostró diferencias significativas ($P < 0.0001$) respecto a los demás tratamientos. Se puede concluir que la presentación Sachet otorga ventajas competitivas al acaro depredador *A. swirskii* para su establecimiento en plantas de arándano y para su mayor efecto sobre poblaciones de *S. dorsalis*. Sin embargo, el uso de ácaros depredadores no es suficiente para mantener la plaga controlada bajo umbrales económicos. Se requiere mayor investigación donde se explore un manejo integrado con diferentes estrategias como el uso de ácaros depredadores en combinación con uso de microorganismos.

Palabras clave: arándano, *Scirtothrips*, control biológico, thrips, ácaros depredadores.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país con una gran diversidad de microclimas, ocasionado por diferentes condiciones como el relieve y precipitación, los cuales son ideales para la producción de varios cultivos; tal caso es de las frutillas (berries) cuya producción ha aumentado en los últimos años (Hernández-Hernández, 2014). Se le denomina frutillas a la fresa (*Fragaria* spp.), frambuesa (*Rubus idaeus*), zarzamora (*Rubus ulmifolius*) y al arándano (*Vaccinium* spp). El arándano o Blueberry es un arbusto frutal originario de Norteamérica considerado dentro del grupo de las berries o frutillas (Hernández-López, 2022).

El cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L) es un cultivo de alto valor socioeconómico a nivel mundial debido a sus propiedades nutricionales y medicinales. Los frutos son bayas ovaladas, su color varía de azul hasta un negro intenso según la variedad, tienen una particularidad de que las bayas se cubren de una secreción cerosa conocida como Bloom, la cual contiene sustancias con propiedades medicinales. El arándano es bajo en calorías, contiene altos niveles de hierro, potasio y calcio, además de ser una buena fuente de fibra. También cuenta con un alto contenido de antocianinas, carotenoides, vitaminas A y C, compuestos antioxidantes como flavonoides y ácidos fenólicos (Jiménez & Abdelnour, 2013; Torres, 2018).

En México la producción de arándano ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos 10 años, registrando una tasa anual del 25.1%, en 2021 se destinaron alrededor de 5,836.10 ha para su cultivo, con una producción de más de 66 mil toneladas de esta frutilla, siendo el estado de Jalisco el estado con mayor superficie cultivada (2,930.28 ha) y por ende el de mayor producción (31,911.50 ton); El valor de la producción de esta frutilla en México asciende a más de 3 mil 700 millones de pesos (SIAP, 2021).

En 2020, Ortiz *et al.* reportaron la presencia de *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de arándanos en Michoacán, México. Esta plaga invasiva es bien conocida por ser altamente polífaga y representa una seria amenaza para los arándanos y muchos otros cultivos en México. Recientemente también se reportó por primera vez la presencia de *S. dorsalis* establecido en cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.) var. “Sugar Crisp”, en el municipio de Tolimán, Jalisco, México. Esta plaga es originaria del sudeste asiático, capaz de causar severos daños en brotes jóvenes, flores y frutos en desarrollo en diversos cultivos (Zamora *et al.*, 2023).

La producción del arándano en México ha requerido adaptaciones para obtener altos rendimientos, por lo que, se produce a cielo abierto, bajo cubierta con manejo convencional u orgánico, últimamente esto gracias a la demanda de los mercados por productos libres de agroquímicos. Cada sistema de producción genera cambios en los agroecosistemas lo que favorece o perjudica la entomofauna presente en el cultivo, lo cual puede llegar a promover la presencia de insectos en diversos niveles tróficos que pudieran considerarse plagas (Hernández-López, 2022)

En el cultivo de arándano una de las principales plagas es un complejo de thrips para los cuales se reporta la utilización de *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) de manera preventiva para el control biológico de *Frankliniella spp.* Los ácaros depredadores representan dos terceras partes del comercio mundial de agentes de control biológico. En México se comercializan cinco especies de ácaros fitoseidos *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot), *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans), *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) y *Neoseiulus californicus* (McGregor) y *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor). Se reporta la presencia de seis especies de ácaros fitoseidos en cultivos convencionales de arándano en el estado de Michoacán las cuales fueron: *Amblyseius tamatavensis* (Blommers), *A. limonicus*, *Euseius hibisci* (Chant), *Euseius mesembrinus* (Dean), *Tryphlodromalus peregrinus* (Muma) y *N. californicus* (Villalvazo, 2022).

Estos reportes son una buena referencia y base para la realización de este trabajo de investigación en el cual se busca probar la efectividad de tres ácaros depredadores que se encuentran en el mercado para el control de *S. dorsalis* en el cultivo de arándano en el municipio de Ocotlán, Jalisco, México.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar el establecimiento de ácaros depredadores *A. swirskii*, *A. limonicus* y *Amblyseius cucumeris* sobre el cultivo de arándano y determinar si mantienen a la plaga *S. dorsalis* por debajo de umbrales económicos, como una estrategia de control biológico, en la etapa productiva del cultivo de arándano.

1.1.2 Objetivos específicos

- Comparar la eficacia de soluciones biológicas con ácaros depredadores, para el control de *S. dorsalis* con respecto al control generado por soluciones químicas (convencionales).
- Evaluar el establecimiento de los diferentes fitoseidos en cultivo de arándano.
- Determinar si la presentación comercial de los ácaros influye sobre su establecimiento (botella o sachet).
- Registrar la presencia de insectos benéficos nativos en el lugar de estudio.

1.2 Hipótesis

El uso de soluciones biológicas para el control de *S. dorsalis*, en este caso ácaros depredadores, pueden reducir la población de la plaga a niveles similares a los que se observan con tratamientos convencionales en cultivo de arándano.

Dadas las condiciones climáticas, *A. swirskii* tendrá una ventaja sobre otras especies de ácaro posiblemente pueda establecerse de manera exitosa en el cultivo de arándano.

Al reducir el uso de agroquímicos las poblaciones de insectos benéficos nativos se incrementarán en el cultivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo del arándano

El cultivo de arándano es originario de Norte América, son un grupo de varias especies de arbustos del género *Vaccinium*, que pertenece a la familia de las Ericaceae. Estados Unidos es el principal país productor y consumidor de esta frutilla, con un consumo per cápita de aproximadamente 800 gramos. Actualmente el arándano se cultiva en países como China, Chile, Japón, Argentina, Nueva Zelanda y México por mencionar algunos. México ocupa el sexto lugar en producción de arándano, siendo los estados de Jalisco, Michoacán y Sinaloa los principales estados productores, el crecimiento de este cultivo en la última década ha llegado al sur del país donde estados como Oaxaca han empezado a producir esta frutilla con rendimientos de 1.8 Kg por planta con la variedad Biloxi (Gutiérrez, 2021).

El arándano azul o Blueberry, es una frutilla conocida en casi todo el mundo, se consume en fresco, congelado o en productos derivados. Posee una gran cantidad de antocianinas, taninos y carotenoides, que le confieren su color característico. Al tener presencia de compuestos fenólicos, estos se han estudiado por la aparente relación entre los fitoquímicos presentes en la fruta y su asociación con la prevención de enfermedades, ya que los antioxidantes actúan capturando radicales libres previniendo enfermedades (Gutiérrez, 2021; Muere *et al.*, 2020).

2.1.1 Cultivares y variedades

Los arándanos se clasifican por el tipo de crecimiento asociado a la altura de la planta, a la zona de origen y a las necesidades en horas de frío para florecer y producir. Se encuentran los arándanos highbush o altos (*Vaccinium corymbosum* L.), los lowbush o bajos (*V. angustifolium* Ait.) que cuentan con especies de menos de un metro de altura, con requerimientos de horas frío menores a 550 horas y los

rabbiteye u ojos de conejo (*V. ashei* Reade; sinónimo *V. virgatum* Ait.). Los cultivares de arándanos tienen diferentes características como la época de cosecha, rendimientos, calidad y vida postcosecha de fruta, cantidad de poda requerida, resistencia a plagas y enfermedades, atracción hacia polinizadores, tolerancia a la sequía, calor e inundación y tolerancia al invierno (requerimiento horas frío), actualmente existen cultivares de arándano con casi un continuo rango de requerimiento en horas de frío, desde 150 a 800 h en los southern highbush, de 800 a 1200 h en los northern y de 300 a 600 h en los rabbiteye (Gutiérrez, 2021; Rivadeneira, 2022).

Los arándanos highbush o arándanos de porte alto, involucran a las especies de 1.5 a 7.0 m de altura. Dentro del crecimiento highbush se los puede clasificar a su vez en northern o del norte y en southern o del sur, relacionados a su requerimiento en horas de frío y resistencia al invierno. Los northern highbush se encuentran en zonas más frías del norte de EE. UU., son las variedades de arándano más plantadas en el mundo. Crecen mejor en climas templados en donde las horas de frío totales son 1000 o más. Generalmente son autofértiles, existen variedades como Blue Chip, Aurora, Brigitta, Chandler entre otras. Los southern highbush se encuentran distribuidos en zonas más templadas, con menor requerimiento en horas de frío desde las 150 hasta 500 horas frío. Su fruta es cosechada manualmente, por lo cual el tamaño es muy importante. Entre las variedades de este tipo destacan Abundance, Kestrel, San Joaquín, Suziblue, Biloxi entre otras (Rivadeneira, 2022).

Los arándanos rabbiteye u ojo de conejo alcanzan alturas de 1.5 a 6.0 m, por lo cual pueden considerarse dentro del tipo highbush. Son nativas del sudeste de Estados Unidos, Requieren polinizadores para asegurar una buena producción, los frutos son más firmes que las de los arándanos highbush, con piel más gruesa. Su vida postcosecha es muy buena y generalmente mejor que la de los highbush (Rivadeneira, 2022).

2.1.2 Importancia económica

El cultivo de arándano en México ha crecido exponencialmente su producción en los últimos años debido a sus condiciones edáficas y climáticas ideales para su producción. Gracias a que EE. UU es el principal consumidor le otorga a México ventajas competitivas para su producción y comercialización (Ortiz *et al.*, 2020.; Ruíz-Galván, 2022). Esto ha provocado que haya aumentado la superficie cultivada en la última década pasando de 402 hectáreas en 2010 a 5,836.10 hectáreas cultivadas en 2021, siendo Jalisco (2,930.28 Ha), Michoacán (1,200.49 Ha) y Sinaloa (676.87 Ha) los principales estados productores (Cuadro 1). México es el sexto productor mundial con 66, 481.52 toneladas en 2021 de las cuales el 95% de la producción va a hacia Estados Unidos y el resto hacia 34 países como Japón Países bajos, Canadá, Arabia saudita y Bélgica. El valor de la producción de arándano en México es de más de tres mil millones de pesos, como se describe en el Cuadro 1, donde se muestran los principales 10 estados productores de México, la superficie destinada a este cultivo, el rendimiento y el valor de la producción del cultivo de arándano (SIAP, 2021).

Cuadro 1.- Principales estados productores de arándano en México. Elaborado con datos de (SIAP, 2021).

Estado	superficie sembrada (Ha)	Producción (Toneladas)	Rendimiento (ton/ha)	Valor de la producción (Miles de pesos)
Jalisco	2,930.28	31,911.50	10.89	1,213,089.09
Michoacán	1,200.49	15,490.28	12.90	1,278,276.10
Sinaloa	676.87	9,130.35	13.49	253,760.89
Baja California	350.00	4,814.48	13.89	753,286.98
Puebla	286.14	1,801.64	6.3	43,273.35
Colima	270.54	2,579.86	9.54	151,744.46
Guanajuato	86.69	504.11	5.82	31,894.26
México	16.93	124.01	7.32	2,843.70
Sonora	13.48	81.58	6.05	3,435.23
Nayarit	4.68	43.71	9.34	1,534.17
TOTAL	5,836.10	66,481.52	0.00	3,733,138.23

2.1.3 Clasificación taxonómica

De acuerdo con lo publicado por USDA (2021) y otros autores, la clasificación taxonómica del arándano es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Género: *Vaccinium*

Especie: *V. corymbosum* L.

(USDA, 2021).

2.1.4 Descripción botánica de la planta

El arándano es un arbusto perene, de hoja caduca, perteneciente a la familia Ericaceae, género *Vaccinium*, es un arbusto compuesto por muchas ramas de aspecto leñoso que surgen de las yemas localizadas en la corona de la planta, la corona es el área de transición entre la parte aérea y la raíz, varía en su tamaño dependiendo de la especie de que se trate con anchuras de base de 0.4 a 0.6 m y una anchura de arbusto superior a 1.2 m. su crecimiento es moderadamente vertical. Los tallos alcanzan los 2.0 cm de grosos en plantas de más de tres años con una textura de corteza áspera (Rivadeneira, 2022).

Tiene una raíz fibrosa y superficial, no cuenta con pelos radiculares, por lo tanto, las raíces jóvenes se encargan de la absorción, su estructura es fibrosa, fina y está asociada con micorrizas en simbiosis, lo que favorece la longitud de las raíces. El 80% de raíces se concentra en los primeros 50 cm de suelo por lo cual requiere de suelos porosos y bien drenados, con un alto contenido de materia orgánica. Las

raíces tienen una vida promedio de 115 a 155 días (Valenzuela *et al.*, 2008; Mesa, 2015; Hernández-López, 2022).

Sus hojas son simples y se distribuyen alternadamente a lo largo de la rama, tienen margen entero o aserrado y que varían de 5.0 a 8.0 cm de largo son de forma ovalada con un color característico verde pálido, pero dependiendo del cultivar y época del año puede tornarse rojizas (Gutiérrez, 2021; Hernández-López, 2022).

Las flores se producen en racimo de 6-10 en cada yema normalmente axilares, son de color blanco con ciertas tonalidades rosas. La corola es esférica de color verde, se compone de cinco pétalos y cinco sépalos. El ovario está unido al cáliz, contiene entre cinco y cuatro celdas con uno o más óvulos en cada lóculo. La flor tiene de diez a ocho estambres que están insertados en la base de la corona, La flor de arándano está morfológicamente adaptada para facilitar la polinización cruzada por parte de las abejas. La distancia entre el estigma y las anteras, junto con la forma del estigma de un embudo invertido, reducen la posibilidad de la autopolinización (Ritzinger & Lyrene, 1999).

El fruto es una baya esférica que va de 1.0 cm a 3.0 cm de diámetro. Su color depende de la variedad y puede ser morado, azul o hasta un negro y a medida que maduran pasan por distintos tonos de color hasta llegar a su color característico en la maduración. Algunos frutos tienen hasta 100 semillas al interior del endocarpio. Comercialmente el fruto tiene una cicatriz estilar que se busca que sea pequeña y seca. A su vez la epidermis está recubierta por secreciones serosas conocidas como Bloom que le da una terminación más atractiva, a la vez que funciona como mecanismo de defensa contra luz solar y mantiene una vida de anaquel mayor del fruto (Mesa, 2015; Gutiérrez, 2021; Hernández-López, 2022).

2.1.5 Condiciones edafoclimaticas

El arándano prefiere suelos ácidos con pH entre 4.0 y 5.0 para su desarrollo, con abundante porosidad y bastante materia orgánica, suelos con alto contenido de calcio o fósforo no son buenos para este cultivo. Requiere de una humedad constante, es sensible a terrenos con poco drenaje. Estos arbustos crecen en gran variedad de climas ya que requieren entre 150 a 1,100 horas frío. En etapa de maduración temperaturas superiores a 27°C con vientos producen calentamiento y deshidratación de las bayas. La temperatura es un factor importante en el crecimiento de esta planta, con un óptimo de temperatura de entre 20°C y 25°C. Para el brote de la flor son necesarias temperaturas de 24°C, y los mejores frutos se dan en temperaturas nocturnas de 10°C y diurnas de 26°C. En cultivos a campo abierto se deben evitar lugares con vientos o lluvias fuertes que puedan provocar la caída de flores, frutos y evitar la polinización (Mesa, 2015).

2.1.6 Sistemas de producción

El establecimiento de un cultivo que no es nativo de la región obliga a buscar la manera de acondicionar los sistemas de producción a manera de hacer rentable la producción y hacer un uso más eficiente de recursos. Hoy en día el cultivo de arándano se produce a cielo abierto como bajo cubierta, en suelo o sustrato (Hernández-López, 2022).

A campo abierto: es posible cultivar bajo este sistema en lugares donde las condiciones climáticas son adecuadas, en este sistema no se modifica las características del entorno, se necesita instalar protección contra aves y viento, el cultivo está totalmente expuesto (INTAGRI, 2017).

Bajo cubierta: lo más tradicional son los macro túneles que consiste en una estructura metálica forrada por la parte superior con un plástico blanco con las características necesarias para el cultivo. Este sistema tiene tres objetivos

principales: producir fuera de época, aumentar la producción a través del ambiente controlado y mejorar la calidad de la producción (INTAGRI, 2017).

Nutricional: dentro de los sistemas de producción se pueden mencionar dos por el tipo de manejo nutricional que recibe el cultivo. El convencional que se basa en la planeación de la fertilización con base al tipo de agua, suelo o sustrato, y aplicando fertilizantes químicos, es el más común y popular en el manejo de este cultivo. El manejo orgánico consiste en la integración de prácticas culturales, biológicas y mecánicas, utilizando fuentes orgánicas para suministrar los nutrientes a las plantas, las principales limitantes son la restricción de uso de herbicidas (bajo cubierta no es problema) y la poca disponibilidad de fuentes de nitrógeno orgánico (INTAGRI, 2017).

Establecimiento: debido a que la planta necesita de un soporte que dan las raíces y estas al ser raíces pequeñas y fibrosas que no rebasan más de 50 cm de profundidad y no tienen la capacidad de profundizar en suelos compactos, su establecimiento convencional es difícil pues se necesitan de suelos con alta porosidad, buen drenaje y pH entre 4.4 y 5.5, alto contenido de materia orgánica, baja CE. El otro sistema recurrente es la utilización de sustratos que es un sistema intensivo y tecnificado el cual permite dar las mejores condiciones al cultivo, aquí se tiene varias opciones para sustituir al suelo y donde la calidad del agua determinara la viabilidad del proyecto (INTAGRI, 2017).

2.1.7 Manejo del cultivo

Propagación: se puede propagar por semilla, hijuelos, enraizamiento de estacas o propagación *in vitro*, la técnica más utilizada es la de estacas. Se recomienda adquirir plantas sanas, vigorosas y certificadas libres de patógenos (Gutiérrez, 2021).

Poda: esta práctica es muy necesaria, se realiza con la finalidad de dar forma, permitir la entrada de luz y aire, además de ayudar al cultivo a mantener el equilibrio entre crecimiento vegetativo (crecimiento anual de brotes y la producción), la falta de esta práctica genera exceso de estructuras y reducción de la producción. En los primeros dos años la poda es de formación dejando brotes vigorosos y eliminando yemas florales que esta etapa no son necesarios. Poda de producción esta se realiza en plantas adultas y se busca eliminar cañas débiles improductivas o más ubicadas para estimular el crecimiento de brotes laterales, esta poda se realiza después de la cosecha (INTAGRI, 2017).

Nutrición: para el establecimiento del cultivo de arándano se deben tener en cuenta las condiciones edafoclimaticas como el suelo, clima, luminosidad, algunos otros como disponibilidad y calidad del agua, junto con una nutrición adecuada para obtener una producción de calidad. Para tener una planta balanceada nutricionalmente se utilizan métodos directos e indirectos principalmente el diagnostico químico para evaluar la concentración y contenido de nutrientes durante el ciclo del cultivo. Los requerimientos de fertilización son bajos comparados con los necesarios para otras bayas, requiriendo una conductividad eléctrica menor a 1.0 dSm^{-1} (Hernández-Hernandez, 2014). En el Cuadro 2 se muestra un ejemplo de solución nutritiva para el cultivo de arándano en hidroponía.

Cuadro 2.- Recomendación de solución nutritiva para arándano en hidroponía (INTAGRI, 2017).

Macronutrientes (ppm)							
NH_4^+	NO_3^-	$\text{PO}_4^{=}$	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	CO_3H^-	$\text{SO}_4^{=}$
80	40	70	200	150	40	0.5	2-3
Micronutrientes (ppm)							
	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo	
	2	1	1	0.6	0.1	0.1	

2.1.8 Fenología del cultivo

El ciclo anual del arándano comprende las etapas vegetativa y reproductiva las cuales se ven modificadas por las condiciones ambientales y las prácticas de manejo. La fenología relaciona el crecimiento y/o desarrollo con cambios morfológicos de la planta. El crecimiento y desarrollo son constantes de modo que el establecimiento del cultivo se da entre los primeros dos años después de la siembra, y para el tercero o cuarto obtiene la primera cosecha y hasta el año siete ya se tiene una producción estable (Mesa, 2015).



Figura 1.- Fenología del ciclo productivo del cultivo del arándano. INTAGRI, 2022

El ciclo anual de desarrollo está dividido en dos partes vegetativo y reproductivo. Rivadeneira (2008) propone la siguiente escala fenológica para el cultivo de arándano donde utiliza escalas alfanuméricas modificadas, para la reproductiva (R1 a R9), adaptó la escala realizada por Spiers (1978), mientras que para las etapas

vegetativas (V1 a V5) adaptó la escala realizada por NeSmith *et al.* (1998) (Figura 2).



Figura 2.-Desarrollo fenológico del cultivo de arándano. Tomada de Rivadeneira y Carlazara (2011).

Escala reproductiva (R)

- R1 Yema hinchada diferenciada origina flores
- R2 Yema abierta. Inicio floración
- R3 y R4: Botones de flor. Corola cerrada
- R5: Flor abierta
- R6: Cuaje. Fruto cuajado, caída de corola, división celular del fruto
- R7: Fruto verde 25% de su tamaño final
- R8: Fruto verde-rosado 50% de tamaño final
- R9: Fruto formado, cambiando color

Escala vegetativa (V)

- V1: Punta verde. Yema vegetativa inicia su apertura
- V2: Brotación. Hojas recién formadas, dispuestas en roseta.
- V3: Brote nuevo. Brotes extendiendo entrenudos y hojas expandiendo láminas
- V4: Rama nueva: Brote con entrenudos largos, hojas expandidas, engrosando láminas
- V5: Rama formada. Rama cargadora, con yemas sin diferenciar

2.2 Manejo fitosanitario plagas y enfermedades

Un programa de manejo integrado para plagas y enfermedades es bastante importante en el cultivo de arándano, aquí se busca la aplicación de todas las técnicas disponibles de control de plagas y enfermedades, manteniendo a los plaguicidas como a los demás métodos en niveles que sea económicamente justificables y reduciendo al mínimo los riesgos a la salud humana y al medio ambiente. Un adecuado manejo fitosanitario enfatiza el desarrollo sano del cultivo con los menores daños a los agroecosistemas y favoreciendo los mecanismos naturales de control (Hernández-López, 2022).

2.2.1 Enfermedades

Las principales enfermedades que afectan el rendimiento del cultivo de arándano son:

Pudrición gris de flores y frutos (*Botryotinia fuckeliana*; fase sexual *Botrytis cinerea*): ataca en periodos de lluvia o días nublados durante la floración, provoca daños en flores, frutos, hojas y tallos, la muerte de tallos sucede luego de que una flor se vea afectada y avance hacia la madera, aquí produce lesiones de color café que puede terminar en un anillado necrótico, ocasionando secado de la rama,

afectando brotes nuevos, en flores causa lesiones necróticas que causan una pudrición del racimo floral. En frutos maduros causa ablandamiento de la fruta, liberación de exudados y desarrollo de micelio. Su control se basa en uso de funguicidas químicos preventivos en floración, poda y eliminación de ramas afectadas y evitar el exceso de nitrógeno (INTAGRI, 2019).

Tizón bacteriano (*Pseudomonas syringae*): al inicio de la temporada comienza a necrosar ápices y ramillas que avanza hacia la base, causando manchas con forma de anillo alrededor de los brotes y dejar el tallo necrosado, cuando afecta tallos jóvenes provoca una muerte regresiva similar a *Phomopsis vaccinii*, pero en este casi la necrosis se limita a la corteza, los síntomas en hojas son lesiones necróticas en forma de “v”. La bacteria habita sobre las hojas del arándano y se disemina por lluvia e infecta por alguna herida. Su manejo es a base de antibióticos y productos a base de cobre en épocas de podas, heladas y en etapa de yema hinchada, la eliminación de tallos enfermos ayuda a evitar su diseminación (INTAGRI, 2019).

Tizón de tallo (*Pestalotia vaccinii*): es una enfermedad que solo ataca a tallos nuevos, causando clorosis de follaje y muerte de la rama con o sin partiduras de corteza y un anillado en la base. La enfermedad se presenta principalmente en vivero y huertos nuevos, la principal fuente de inóculo son hojas infectadas que se quedan en el suelo. Su manejo es mediante la eliminación de tallos y hojas infectadas y la aplicación de un funguicida (INTAGRI, 2019).

Monilinia (*Monilia vaccinii-corymbosi*): causa daños a frutos y flores y produce momificación de éstos, se registra como el mayor problema en Norteamérica, a menudo confundido con *Botrytis cinerea* (Maldonado, 2016).

Antracnosis (*Collectotrichum acutatum*): este hongo causa pérdidas importantes, su daño afecta la calidad postcosecha del fruto, genera exudados y la deshidratación y pudrición del fruto (Maldonado, 2017).

Manchas foliares: los hongos relacionados a esta sintomatología son *Septoria albopunctata* y *Gloeosporium minus* que causan tizón y defoliación temprana, afectan también la formación de yemas florales (Maldonado, 2016).

Muerte regresiva (*Phomopsis vaccinii*; fase sexual: *Diaporthe vaccinii*): produce muerte regresiva de ramas con un color negro brillante, también desarrolla canchales superficiales y lisos. La poda es una medida de control donde se eliminan tallos afectados y se aplica un fungicida a base de cobre o algún otro efectivo contra *Botrytis* (INTAGRI, 2019).

Roya (*Thekopsora minima*): se considera la principal enfermedad en vivero, llega a reducir hasta en un 30% los brotes (Maldonado, 2017).

Pudrición de raíces (*Phytophthora cinnamomi*): esta enfermedad se puede presentar desde vivero, provocando muerte de brotes necrosis en la base de la estaca y falta de desarrollo radicular. En cultivos comerciales causa daños a la raíz las cuales toman una coloración negruzca, reduce el tamaño de estas, provoca clorosis y defoliación, muerte de ramas, se observa la presencia de goma a la altura del cuello de la planta y marchitez total de las plantas, la planta presenta mayor aborto floral y produce fruta más pequeña y más ácida. La enfermedad se puede transmitir desde plantas enfermas e inóculo y se puede encontrar en el suelo, el patógeno produce esporas flageladas conocidas como zoosporas que pueden entrar a la planta por heridas. Para su manejo se recomienda evitar exceso de humedad, un buen drenaje, evitar el uso de plantas enfermas de vivero y el uso de fungicidas como metalaxil o fosetil aluminio (INTAGRI, 2019).

Verticilosis (*Verticillium dahliae*): esta enfermedad provoca marchitez y clorosis moderada del follaje seguido de un rápido desecamiento del borde de las hojas durante el verano. El mayor síntoma se produce en verano donde obstruye el sistema vascular (xilema) causando marchitez, al cortar los tallos afectados se observan anillos necróticos. También ocurre pudrición de raíces y desarrollo de

micelio plumizo alrededor del cuello y raíces primarias. Este patógeno tienen la capacidad de afectar gran número de huéspedes por lo que puede estar presente en el suelo, las heridas en raíces y cuello de la planta favorecen la infección por *Verticillium*. esta enfermedad no se controla solo se previene evitando daños en raíces y tallo (INTAGRI, 2019).

Agallas del cuello (*Agrobacterium tumefaciens*): los síntomas causados por este patógeno van desde formación de agallas o tumores en el cuello y raíces hasta clorosis, disminución del crecimiento y muerte de plantas. Su manejo se basa en evitar plantas de vivero con algún síntoma de agalla y evitar daños en el cuello y raíces de la planta (INTAGRI, 2019).

2.2.2 Plagas

En comparación con otras frutas perenes, los arándanos tienen relativamente pocas plagas de insectos, pero cualquier insecto que provoque un daño puede presentar un desafío para la industria.

- **Lepidópteros:** especies como *Chloridea virescens*, *Spodoptera spp.* y *Argyrotaenia spheropa* (enrollador de hojas, son las más comunes en etapas claves del cultivo como brotamiento, floración y fructificación (Amézquita, 2022).
- **Coleópteros:** *Paranomala undulata* y *Cyclocephala spp.* Son especies de coleópteros que causan daños en la raíz, donde la larva se alimenta del sistema radicular (Amézquita, 2022).
- **Hemípteros:** diferentes especies de moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) se presentan alimentándose de brotes del arándano, lo que ocasiona que se merme la capacidad fotosintética de la planta y origina la presencia de fumagina (Amézquita, 2022).

- **Dípteros:** *Anasthropa fraterculus*, *Drosophila suzukii* y *Ceratitis capitata*, las moscas de la fruta son un problema importante, las larvas se desarrollan en el interior del fruto y causan graves pérdida en los rendimientos (Amézquita, 2022).
- **Cicadélidos:** las chicharritas (Homoptera: Cicadellidae) causan daño por succión, obstrucción del flujo vascular y transmisión de fitopatógenos (Pérez, 2019).
- **Thysanopteros:** un complejo de varias especies de thrips (Thysanoptera: Thripidae) conforman el problema más importante de este cultivo, pues los thrips fitófagos se alimentan de flores, frutos y hojas del cultivo de arándano teniendo en cuenta que también son vectores de algunos tospovirus, que causan importantes pérdidas económicas. Que por su diminuto tamaño y su coloración son difíciles de detectar tanto en campo como en material vegetal que pueda venir de otra parte (Ortiz *et al.*, 2020; Villalvazo, 2022).

Los thrips pertenecen al orden Thysanoptera, que cuenta con más de 6,500 especies. Estos insectos se caracterizan por ser de tamaño muy pequeño, pueden ser alados o no, con alas en forma de fleco o plumosas. Las especies más destructoras y de importancia económica pertenecen a los géneros *Frankliniella*, *Scirtothrips* y *Thrips* (Thripidae: Thripinae). *Frankliniella* y *Scirtothrips* son particularmente los más dañinos. En relación con las especies de thrips relacionadas con el cultivo de arándano algunos autores las clasificaron dentro de dos grupos según su comportamiento, aquellas especies que atacan las estructuras foliares y las especies que dañan las partes vegetales. *Frankliniella bispinosa* Morgia y *Frankliniella tritici* Fitch causan daños en yemas y frutos tiernos en cultivares de porte alto en California. *Scirtothrips citri* se reporta en California alimentándose de brotes tiernos provocando crecimiento anormal como torceduras, otras especies de *Scirtothrips* se alimentan principalmente de los tejidos de plantas jóvenes generando un tipo de atrofia, decoloración y deformación de brotes vegetativos.

Otros autores reportan a *Frankliniella vaccini* (Morgan), *Catinathrips vaccinophilus* (Hood) y *Catinathrips kainos* (O'Neil) como especies que se alimentan de hojas. Por otra parte, *S. dorsalis* ha comenzado a ser una especie invasiva en diferentes cultivos comerciales incluyendo el arándano; es un thrips de tamaño muy pequeño con cuerpo generalmente de color amarillo (Villalvazo, 2022).

2.3 *Scirtothrips dorsalis* Hood, 1919

Este thrips es originario del sudeste asiático, no obstante, en la actualidad se encuentra ampliamente distribuido por el mundo, es una plaga cosmopolita que ha sido reportada en países tropicales y de clima templado, es altamente invasiva y peligrosa por ser altamente polífaga. Se reporta que tiene más de 100 especies de plantas hospedantes, las cuales pertenecen al menos a 40 familias, dentro de los cultivos a los cuales amenaza son los cítricos, chile, plátano, algodón, uva, mango, fresa, tomate y arándano; además *S. dorsalis* tiene la capacidad de transmitir un gran número de tospovirus como virus del rizo de la hoja del chile (CLCV), el virus de la raya del tabaco (TSV), el virus de la clorosis del pimiento (CaCV), el virus de la mancha amarilla del melón (MYSV) y el virus moteado de plata de la sandía (WsMoV). No ha aparecido ningún informe que indique que *S. dorsalis* sea capaz de servir como vector de TSWV (Seal & Kumar *et al.*, 2010; Villalvazo, 2022).

S. dorsalis es de tamaño pequeño de menos de 2.0 mm de largo, de color amarillento, con una franja longitudinal oscura, causada por los bordes de las alas anteriores, la cabeza es más ancha que larga (Figura 3), es muy difícil su identificación en campo y a menudo se confunde con otras especies como *Thrips palmi*, la única manera de identificarlo es montarlo en láminas portaobjetos y obsérvalo al microscopio, tiene antenas de ocho segmentos, los dos primeros segmentos basales son de color pálido y los otros seis segmentos son más oscuros, terguitos con manchas oscuras en la parte media, microtrichia presente lateralmente en los terguitos (Cermeli *et al.*, 2009). Esta especie de trips es muy pequeña, como

se puede observar en la figura 4 donde está al lado de *Frankliniella occidentalis*, es de un tamaño menor lo que dificulta su identificación (SENASICA, 2021).



Figura 3.-Hembra adulta de *S. dorsalis*. Foto de Liburd *et al.* 2020, Universidad de Florida, 2020.

Ortiz *et al.* (2020) en un estudio realizado para conocer sobre la población de thysanopteros asociados al cultivo de arándano en Michoacán, México, monitoreando 10 huertos comerciales, encontraron altas poblaciones de *S. dorsalis*. El estudio pasado constituyó el primer reporte de *S. dorsalis* en México. Se tenían reportes de la presencia de este thrips en países del caribe y en Norteamérica por lo que se esperaba una posible introducción a México en materiales infestados como flores, frutas o vegetales.



Figura 4.- *Scirtothrips dorsalis* (Arriba) comparado con *Frankliniella occidentalis* (Abajo). Foto de Equipo I+D, Koppert México, 2023.

2.3.1 Clasificación taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Thysanoptera

Familia: Thripidae

Subfamilia: Thripinae

Género: *Scirtothrips*

Especie: *S. dorsalis*

(Hood, 1919)

2.3.2 Ciclo de vida

Su ciclo de vida (es decir, de huevo a adulto) es corto y suele durar entre 18 y 20 días a una temperatura de 25 a 27 °C, consta de cuatro etapas: huevo, larva, pupa y el estado adulto (Figura5). El desarrollo de su ciclo de vida esta considerablemente influenciado por el tipo de hospedero del que se alimenta. Tiene la capacidad de sincronizar rápidamente su ciclo de vida con el entorno que invaden, por ejemplo, en chile pimienta tarda 11 días en convertirse en adulto y hasta 13.3 días en calabazas a 28°C y en tomate puede necesitar hasta 13.6 días. *S. dorsalis* se desarrolla entre temperaturas de 9.7 °C (límite inferior) y con un máximo de 33°C, necesita 285 grados día para completar su ciclo de huevo a huevo y 265 grados días de huevo adulto (Mejía, 2022).

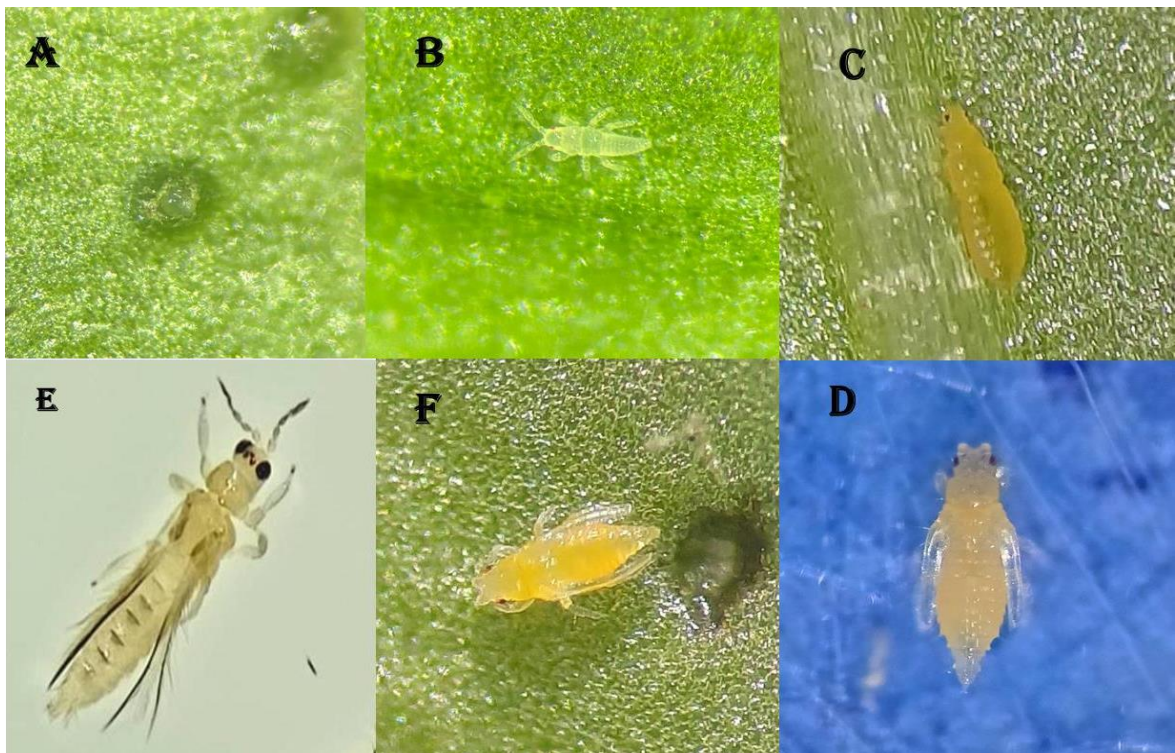


Figura 5.-Ciclo de vida de *Scirtothrips dorsalis*; A) huevo; B) y C) ninfas de primer y segundo instar, respectivamente; D) y F), prepupa y pupa, respectivamente; E), adulto. Fotos de equipo de I+D Koppert México, 2023.

2.3.2.1 Huevos

Las hembras ovipositan dentro del tejido vegetal de la planta utilizando un ovipositor afilado. El huevo tiene forma de riñón. Los huevos suelen eclosionar en 5 a 8 días dependiendo las condiciones climáticas. La copula de *S. dorsalis* no da lugar a la fecundación de todos los huevos, de los huevos fecundados producen hembras y los no fecundados originan machos; La hembra puede colocar entre 60 y 200 huevos a una tasa de 2-4 diarios (Cermeli *et al.*, 2009; Liburd *et al.*, 2020; Mejía, 2022).

2.3.2.2 Larva

La larva de primer instar mide aproximadamente 370 μm , es translúcida y gradualmente cambia a un color amarillo pálido cuando comienza a alimentarse. Tienen patas largas, antenas cortas y ensanchadas constituidas por siete artejos antenales; el segundo instar larval mide aproximadamente 700 μm , con una tonalidad ente amarillo y naranja (Figura 6). Presenta antenas más largas, cilíndricas de siete artejos, palpo maxilar de tres artejos. En total la etapa de larva puede durar entre 8 a 10 días, antes de pupar la larva busca lugares apropiados como ramas o el suelo o lugares donde pueda esconderse (Mejía, 2022; SENASICA, 2021).



Figura 6.- Izquierda pupa y derecha larva de *S. dorsalis*.
Fotos equipo I+D Koppert México, 2023.

2.3.2.3 Prepupa y pupa

La prepupa es de coloración amarillenta, se puede reconocer por las antenas libres dirigidas hacia adelante, tiene dos pares de alas no desarrolladas en el meso- y metatórax, este instar puede durar solo un día. La pupa dura entre 3 a 4 días, con color amarillo y ocelos de color rojo, los brotes de las alas son alargados con antenas cortas. Estos instares no se alimentan, la pupa puede ocurrir en la parte inferior, en la hojarasca, en los rizos de las hojas o en el suelo (Liburd *et al.*, 2020; Mejía, 2022; SENASICA, 2021).

2.3.2.4 Adulto

Es de color blanco amarillo con un tamaño menor a los 2.0 mm, presenta alas en ambos sexos. Presenta ocho artejos antenales, el primero y segundo segmento son pálidos, mientras que los segmentos tres y cuatro ostentan una coloración oscura y aquí se observan los órganos sensoriales de forma de horquilla. Posee una cabeza más ancha que larga de color pálido, con tres pares de setas ocelares y un par de setas postero oculares; el pronoto posee setas antero- angulares, setas antero- marginal más ancha y cerca de 1.5 veces más larga que las cuatro setas postero- marginales. En el abdomen presenta numerosas microtichias, así como crestas antero- costales transversas oscuras en los terguitos y esternitos abdominales, presentan tres setas discales presentes en los campos microtricales laterales de los terguitos abdominales y un par de pequeñas setas situadas medialmente del III al VI terguito abdominal. La peineta postero- marginal es completa en el VIII segmento abdominal. Tiene las patas de coloración pálida. Las alas delanteras están sombreadas más claras distalmente, con la primera vena o hilo de setas completa, mientras que la segunda vena es incompleta con dos o tres setas intermitentes en la mitad distal. (Figuras. 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13). Los adultos viven entre 20 y 25 días a 25 °C (Liburd *et al.*, 2020; Mejía, 2022; SENASICA, 2021).

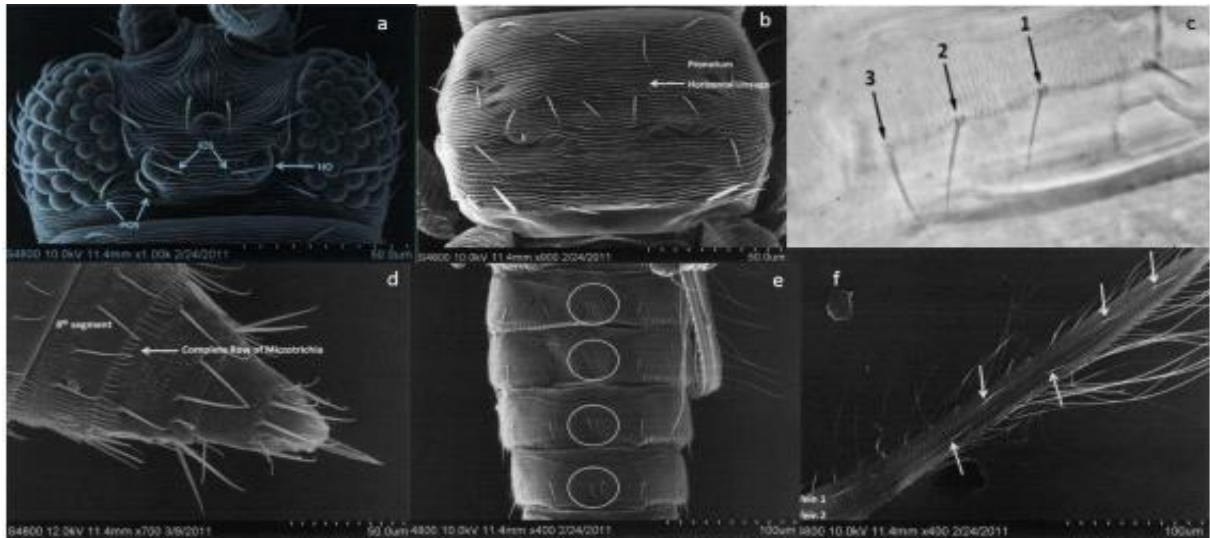


Figura 7.-Características diagnóstico de adultos (macho y hembra) de *S. dorsalis*. A) triangulo ocelar y setas ocelares, b) Pronoto, c) Terguito con setas discales, d) hilera de microtrichias en el VIII segmento abdominal, e) Terguito abdominal III al VI con pequeñas setas presentes en la parte media. F) Ala y venación. Fuente: SENASICA 2021.

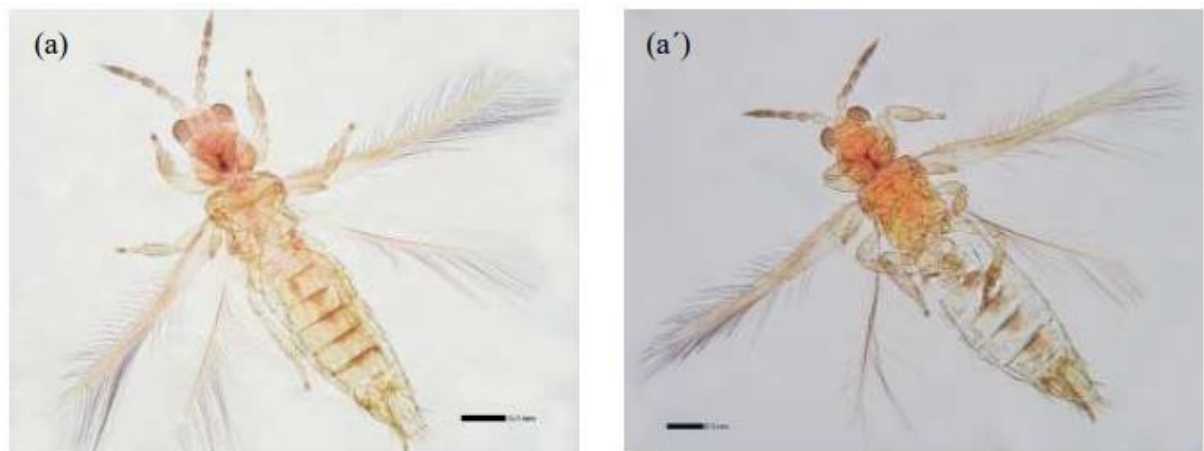


Figura 8.-Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis* en hembras adultas. (a) y (a') presentaron una coloración amarilla. Tomada de Mejía, 2022.

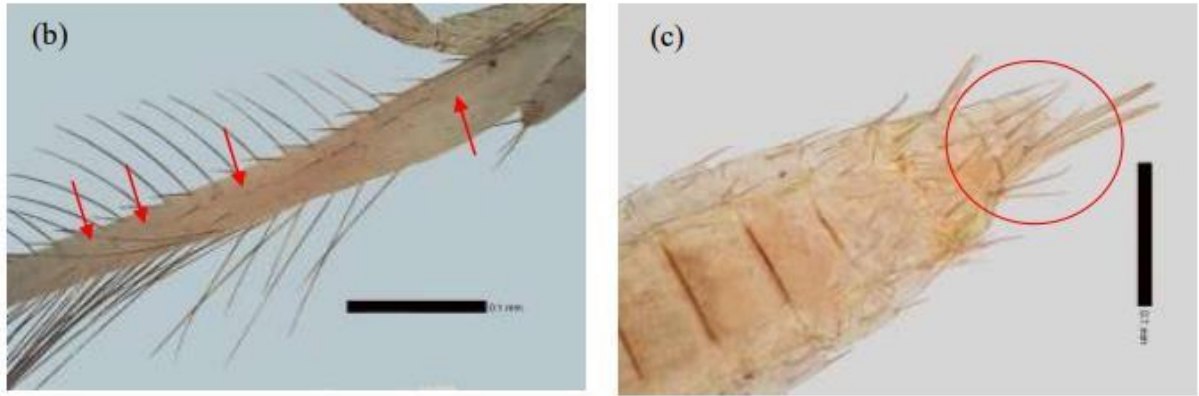


Figura 9.-Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis*. (b) superficie de alas anteriores con microtriquias y con la prime fila de sedas de la primera vena anterior ampliamente interrumpida, (c) segmento terminal abdominal no tubular. Tomada de Mejía, 2022.

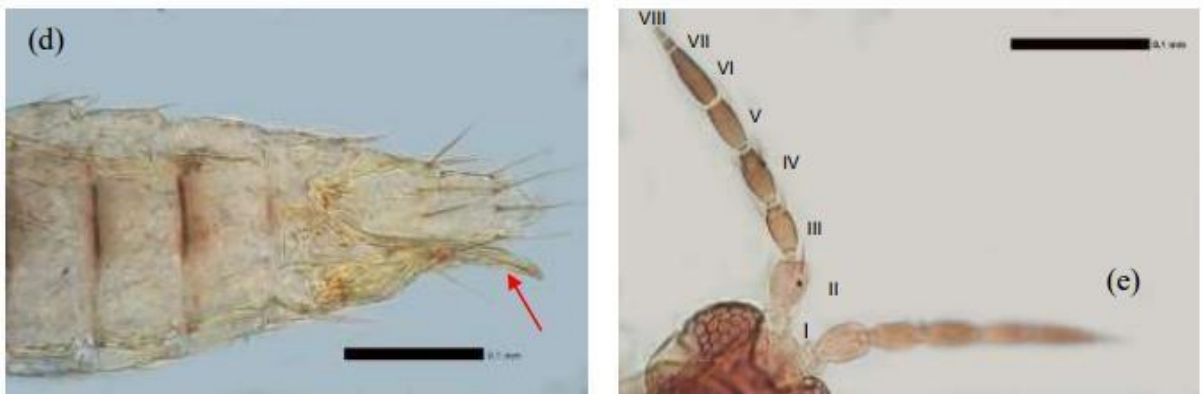


Figura 10.- Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis*. (d) ovipositor bien desarrollada en forma de sierra y girado hacia abajo; (e) ocho segmentos antenales, el segmento antenal VIII no está elongado. Tomada de Mejía, 2022.

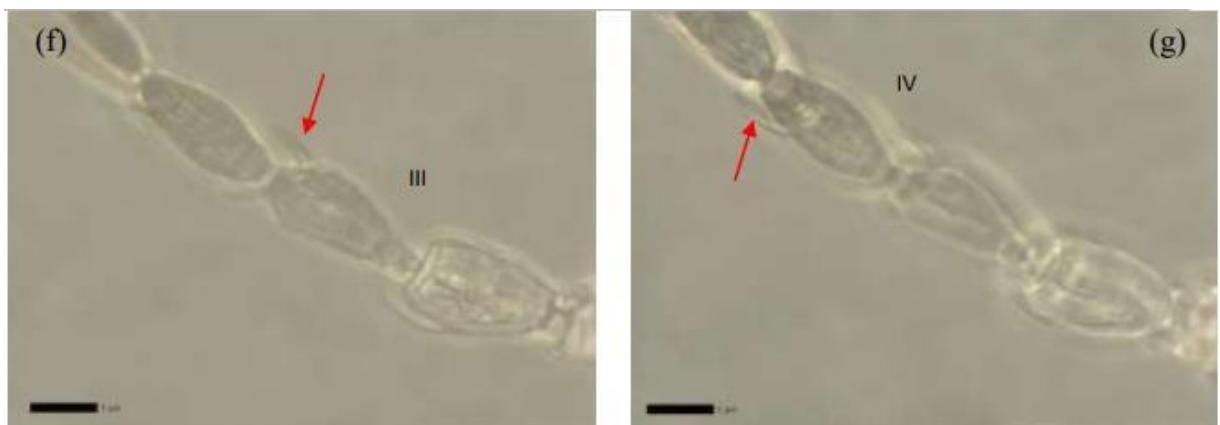


Figura 11.- Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis* en hembras adultas. Se observan los sensores en forma de horquilla o bifurcados en los segmentos III (f) y IV (g). Tomada de Mejía, 2022.

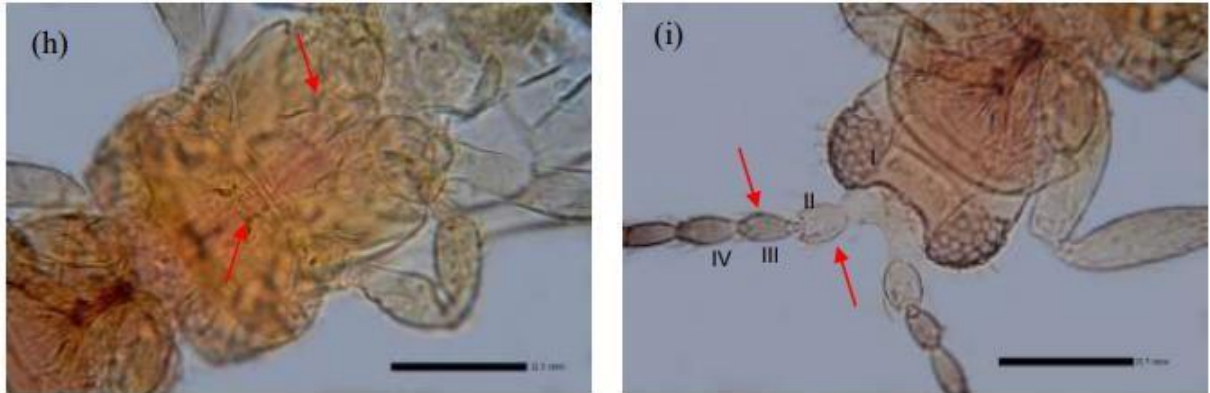


Figura 12.- Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis* en hembras adultas. (h) estructura conocida como furca en forma de lira y la espinula;(i) se observa una coloración clara en los segmentos I Y II y oscura desde el III al VIII. Tomada de Mejía, 2022.

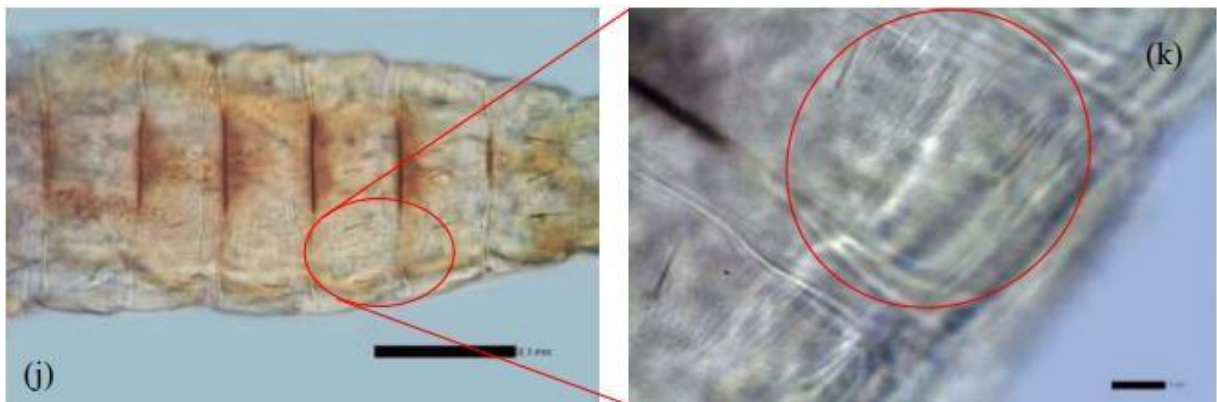


Figura 13.- Estructuras morfológicas de *Scirtothrips dorsalis* en hembras adultas. Superficie lateral de los terguitos abdominales (dorsal (j) y esternitos (Ventral (k) con numerosas microtriquias. Tomada de Mejía, 2022.

2.3.3 Daños

El daño comienza desde el momento que la hembra perfora la epidermis para depositar el huevo (Figura 14), al alimentarse de contenido celular las larvas y los adultos, usan sus partes bucales para perforar las células de la epidermis e insertar un estilete maxilar para eliminar el contenido celular de los tejidos del mesófilo causando, heridas lo que provoca necrosis y muerte de los tejidos que con el tiempo se tornan de color plateado y café claro en el envés, en medida que el daño avanza se presentan daños de color café y altas infestaciones pueden dañar severamente los tallos (Figura 15 y 16). También se pueden encontrar daños en la corola de las

flores, lesiones de color café desde la base del pétalo hasta la parte más apical y pequeñas cicatrices en la superficie del fruto. Esta especie prefiere brotes tiernos para alimentarse y ovipositar (Figura 14), lo que representa un gran riesgo para la industria de los arándanos, aunque aún faltan estudios sobre los niveles de severidad para establecer umbrales de acción para este insecto en el cultivo de arándano en el estado de Jalisco (Mejía, 2022). Los adultos de *S. dorsalis* no son buenos voladores y solo se dispersan en distancias cortas usando sus alas con flecos. Su población inicialmente forma "Focos" en los campos, es decir son gregarios y cuando la cantidad y calidad del follaje disminuyen, se trasladan a plantas adyacentes dentro del campo (Liburd *et al.*, 2020).



Figura 14.- Huevo de *S. dorsalis*. Foto equipo I+D Koppert México, 2023.



Figura 15.- Daños causados por *Scirtothrips dorsalis* en plantas de arándano. a) Daño por oviposición, b) Manchas de color café en haz de hojas, c) Manchas y tejido necrosado en yemas y brotes, d) y e) Daño severo en hojas, brotes. Fotos equipo I+D Koppert México 2023.

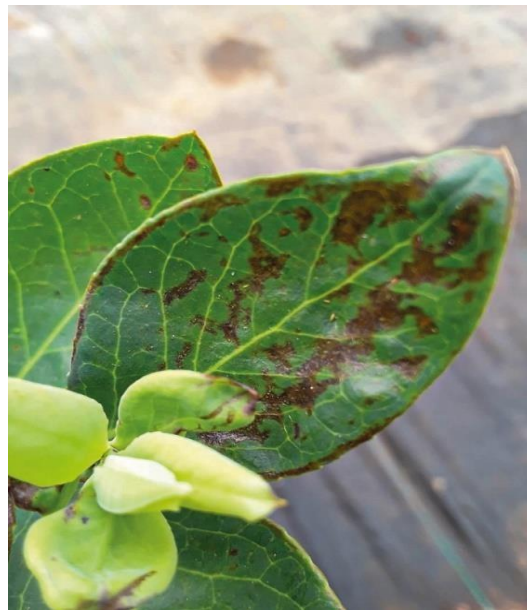


Figura 16.- Daños causados por *S. dorsalis* en hojas. Ocotlán Jalisco. Fotos del equipo I+D Koppert México 2023.

2.3.4 Control

La detección temprana es esencial para un control eficaz de *S. dorsalis*, las poblaciones de *S. dorsalis* tienden a tener una distribución irregular y agregada dentro de un campo, por lo que se deben monitorear ampliamente para estimar con precisión su población en el campo. Un plan de manejo integrado para controlar *S. dorsalis*, incluye controles culturales, biológicos y químicos. El control cultural consiste en eliminar las plantas hospedantes (incluidas las malezas) en o cerca de los campos de producción, donde pueda hospedarse *S. dorsalis* (Liburd *et al.*, 2020). Investigaciones recientes sugieren que la detección oportuna de *S. dorsalis* también puede llevarse a cabo mediante la instalación estratégica de trampas de captura y muestreo en el campo (Koppert, no publicado).

2.3.4.1 Control químico

Dentro de la agricultura en México y diferentes partes del mundo el manejo y control de thrips se basa en el uso de insecticidas químicos de contacto e ingestión y de amplio espectro como los neonicotenoides, espinosinas, piretroides, fenilpirazoles entre otros, que tienen una alta efectividad contra poblaciones de thrips, pero ocasionan otros problemas como contaminación ambiental, riesgo de intoxicación, posible selección de poblaciones resistentes y daños a poblaciones de insectos benéficos.

Seal y Kumar (2010) informa la efectividad de varios insecticidas contra *S. dorsalis*, los materiales más efectivos son abamectina, clorfenpir, dinotefuran, imidacloprid, novalurón, spinosad, spinetoram, tiametoxam, bórax más aceite de naranja. Los ingredientes químicos menos efectivos en el control de *S. dorsalis* son acetamiprid, azadiractina, ciflutrina, deltametrina, dimetoato y otros piretroides.

Mejía (2022), probó varios insecticidas biorracionales para el control de *S. dorsalis* entre los ingredientes activos que probó se encuentran extractos de neem, sales

potásicas de ácidos grasos, oleorresina de *Capcicum annum*, spinosad, extracto de ajo *Allium sativum*. Siendo el mejor desde el inicio de las pruebas Entrust (Spinosad: Spinosyn A y Spinosyn D).

Los insecticidas químicos son el medio principal para controlar las poblaciones de trips del chile en los arándanos. Los insecticidas de riesgo reducido registrados para controlar los trips del chile en el arándano son spinetoram, tolfenpyrad, ciantraniliprol, novalurón, acetamiprid y flupiradifurona. Spinosad se puede utilizar para controlar esta plaga en la producción orgánica de arándanos. En el Cuadro 3 se enlistan los ingredientes activos permitidos para el cultivo de arándano en el manejo de *S. dorsalis* en Florida (Liburd *et al.*, 2020).

Cuadro 3.-Ingredientes activos registrados para el manejo de *S. dorsalis* en arándanos de Florida. Liburd *et al.*, 2020.

Código IRAC ¹	Grupo químico	Ingredientes activos
1B	Organofosforados	Malatión Diazinón
3A	Piretroides	Piretrinas Fenpropatrina Bifentrina
4A	Neonicotinoides	Acetamiprid
4D	Butenólicos	Flupiradifurona
5	Espinosinas	Spinetoram Spinosad
15	Benzoilureas	Novalurón
21A	Fenilpirazoles	Tolfenpyrad
28	Diamidas	Ciantraniliprol
	-	Azadiractina
	-	Cepa <i>Beauveria bassiana</i> GHA
Entomopatógenos	-	<i>Chromobacterium subtsugae</i> cepa PRAA4-1
	-	<i>Metarhizium anisopliae</i> cepa F52v

2.3.4.2 Resistencia de *S. dorsalis*

Se reporta el uso de ingredientes químicos como clorfenpir, spinosad e imidacloprid con un éxito limitado. Algunos otros como novalurón, abamectina metiocarb y la azaradactina no proporcionan un adecuado control contra los thrips. La dependencia de productos químicos para el control de este insecto se ve reflejada en un rápido desarrollo de resistencia a estos ingredientes activos y propicia a que se eleven rápidamente las poblaciones (Dogramaci *et al.*, 2011).

2.3.4.3 Control etológico

Como estrategias de manejo se puede implementar la colocación de trampas cromáticas de color amarillo o azul ya que este no tiene preferencia entre un color u otro como si lo tiene *F. occidentalis* por el azul, se obtienen mejores resultados colocando atrayentes junto con las trampas cromáticas (Zamora-Landa *et al.*, 2023).

2.3.4.4 Control biológico

Schoeller *et al.*, en 2022, probó la utilización de plantas banker de pimientas infestadas de *Amblyseius swirskii* y *Amblydromalus limonicus* para el control de *S. dorsalis* en el cultivo de rosa en florida, obteniendo resultados donde ambas especies lograron reducir las poblaciones de thrips hasta niveles indetectables de 1 thrips por hojas. Se reporta cierta efectividad de los enemigos naturales *Orius insidiosus*, *Amblyseius swirskii* y *Geocoris spp* en el control de *S. dorsalis* (Liburd *et al.*, 2020).

Mejía en 2022 en un estudio para conocer la distribución de thrips en el cultivo de arándano en Jalisco muestreo tres ranchos productores de arándano encontrando a *S. dorsalis* presente en todos, dentro de sus muestreos reporta encontrar ácaros depredadores de los géneros *Euseius spp.*; *Neoseiulus spp.* y *Amblydromalus spp.*

Así mismo como otros agentes de control biológico como lo son *Chrysoperla carnea*, *Orius insidiosus* y el thrips depredador *Franklinothrips vespoformis*.

Se reporta la eficacia de los ácaros depredadores *A. swirskii* y *N. cucumeris* contra *S. dorsalis*, siendo *A. swirskii* más efectivo; así también se probó la depredación de *Orius insidiosus*, siendo un excelente agente de control biológico de esta especie de thrips (Dogramaci *et al.*, 2011).

Seal & Kumar (2010) reporta la reducción significativa de larvas de *S. dorsalis* a los 10 días después de la aplicación de *Beauveria bassiana*, así como la efectividad del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae*.

2.4 Definición de Control biológico

(1919) citado por Barrera (2020) uso por primera vez el término control biológico para referirse a uno de enemigos naturales en la agricultura. El control biológico se divide en control biológico por conservación, por introducción (clásico) y por aumento o incremento. Se diferencia del control natural por la intervención del ser humano. Barrera (2020) se refieren a control biológico como el uso de organismos vivos como agentes para el control de plagas. Se debe evitar confundir con métodos de control biológico a aquellos métodos que utilizan semioquímicos (feromonas, atrayentes y repelentes), la técnica del insecto estéril y las plantas resistentes a plagas (Figura 17).

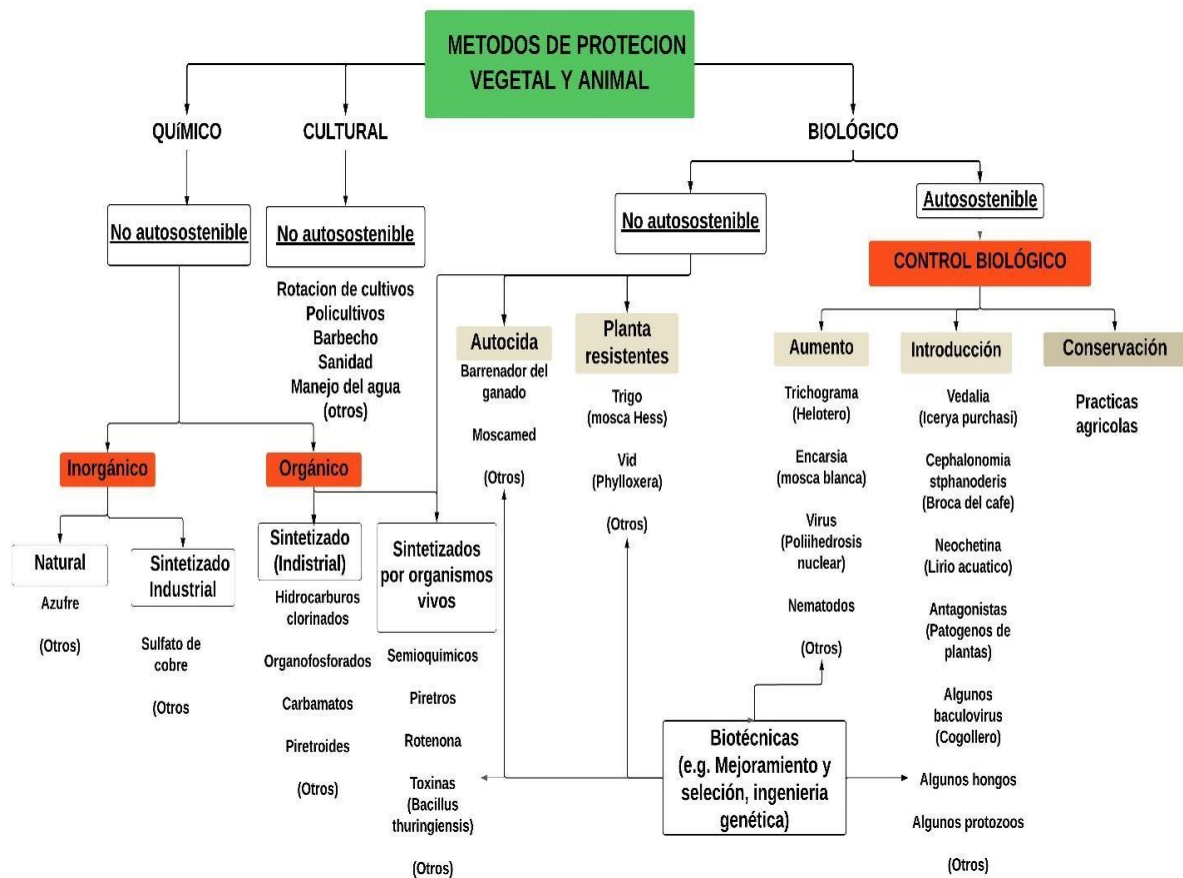


Figura 17.- Métodos de control plagas. Tomada de Barrera, 2020

2.4.1 Ácaros depredadores (Acari: Phytoseiidae)

Se le conoce como depredadores a los individuos que consumen varios organismos durante su vida y buscan activamente su alimento, a los individuos que consume se les conoce como “presa” y por lo general son de menor tamaño. Se clasifican según la cantidad de especies presas que consumen, polívoros son aquellos que tienen un amplio rango de presa, oligóvoros son aquellos con un rango más estrecho y monóvoros a los que son altamente selectivos en sus presas. Los depredadores oligóvoros y monóvoros son excelentes agentes de control biológico (Rodríguez-Vélez *et al.*, 2020).

Los fitoseidos son un grupo de ácaros de vida libre, con un ciclo de vida rápido que va desde los cinco días (ej. *Phytoseiulus* spp.) y en general de siete a diez días. Pasa por los estados de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Son los

depredadores de plagas agrícolas más utilizados, se reportan 2,557 especies a nivel mundial. Se pueden encontrar en todas las partes de las plantas y la densidad de tricomas y domacio influyen significativamente en la cantidad y especies que puedan estar presentes (Villalvazo, 2022).

Las especies de esta familia están clasificadas según sus hábitos alimenticios en 4 grupos:

Tipo I.- especialistas en *Tetranychus spp.*

Tipo II.- Selectivos a especies de la familia Tetranychidae

Tipo III.- Depredadores generalistas.

Tipo IV.- Especialistas en alimentarse de polen y depredadores generalistas

Los ácaros fitoseidos se han utilizado en todo el mundo para el control de diferentes artrópodos plaga, principalmente contra ácaros fitófagos, thrips, y moscas blancas. Se reportan 23 especies distintas utilizadas en control biológico aumentativo, siendo las más importantes *Amblyseius swirskii*, *Neoseiulus cucumeris*, *Phytoseiulus persimilis* y *Neoseiulus californicus*, las cuales representan dos terceras partes del mercado global de artrópodos utilizados en control biológico (Villalvazo, 2022).

En México se encuentran registradas 131 especies de fitoseidos nativos y se comercializan principalmente 5 especies *Amblyseius swirskii*, *Neoseiulus cucumeris*, *Phytoseiulus persimilis* y *Neoseiulus californicus* y *Amblydromalus limonicus* por empresas como Koppert México, Biobest y BioBee principalmente, utilizados para el manejo de plagas en diferentes cultivos como las berries. El principal problema que se ha atacado en berries con ácaros depredadores es araña roja o araña de dos manchas *Tetranychus urticae*. Por ejemplo, en frambuesa *P. persimilis* y *N. californicus* han dado buenos resultados para el control de araña roja, en zarzamora se utiliza principalmente *N. californicus* para este mismo problema y para el caso de arándano azul donde la principal plaga son los thrips se reporta un

buen control de *Frankliniella spp.* Con liberaciones preventivas de *N. cucumeris* (Villalvazo, 2022).

2.5 *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot, 1962)

Es un acaro depredador generalista de tipo III, utilizado comercialmente para el control de larvas de varias especies de trips y consume huevos y larvas de moscas blancas. Estos ácaros perforan su presa con su aparato bucal succionador y absorben su contenido. *Amblyseius swirskii* es más eficaz a temperaturas entre 20 y 32°C (68 y 90°F). No es efectivo a temperaturas por debajo de 18°C/64°F. *A. swirskii* es sensible a una humedad relativa inferior a 60%. En México se comercializa bajo el nombre de Swirski-Mite en diferentes presentaciones. El uso de *A. swirskii* (Figura 18), ha crecido en los últimos años gracias a su tolerancia a altas temperaturas, sus hábitos alimenticios generalistas, puede alimentarse de varias especies plaga de importancia agrícola (Koppert México, 2023).



Figura 18.- *A. swirskii*. Foto tomada de Koppert México.

2.5.1 Clasificación taxonómica

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Cheliceromorpha

Superclase: Chelicerata

Clase: Arachnida

Orden: Gamasides

Suborden: Dermanyssina

Superfamilia: Ascoidea

Familia: Phytoseiidae

Género: *Amblyseius*

Especie: *A. swirskii*

Athias-Henriot, 1962

2.5.2 Características

A. swirskii pertenece a la familia Phytoseiidae, los cuales están caracterizados por tener patas largas con el par delantero en dirección hacia adelante. Tienen pocas setas en la parte trasera. Estos ácaros pueden moverse con rapidez gracias a sus grandes patas. El color de estos ácaros varía desde rojo a amarillo pálido dependiendo de su alimentación. Aquellos ácaros que se alimentan de *B. tabaci* generalmente tienen pigmentación amarilla (Bulnes & Orozco, 2020).

2.5.3 Ciclo de vida

A. swirskii tiene cinco etapas de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. El periodo huevo-adulto puede durar aproximadamente cinco días si la alimentación del ácaro es basada en presas, a una temperatura promedio de 25 °C. Las hembras tienen una longevidad de 107.8 días a 15 °C (Cuadro 4) (Bulnes & Orozco, 2020).

2.5.3.1 Adulto

Los adultos tienen forma de pera, una longitud de 0.5 mm con un cuerpo no segmentado y cuatro pares de patas; los machos pueden ser un poco más pequeños que las hembras. Una vez las hembras alcanzan su estadio adulto (poco tiempo después del apareamiento), el aumento de la tasa de depredación de las hembras incrementa drásticamente. La duración en días de una hembra adulta es de 22-25 días y los machos de 26 a 30 días en temperaturas de 25-30 °C. La tasa

de oviposición o fecundidad de las hembras también es afectada por la temperatura. El ácaro *A. swirskii* tiene una tasa de ovoposición óptima en temperaturas de 25 °C siendo la tasa en esta temperatura de 16.1 ± 0.34 huevos por hembra. Temperaturas arriba o debajo de 25 °C reducen gradualmente la tasa de ovoposición (Bulnes & Orozco, 2020).

2.5.3.2 Huevo

Es de forma ovalada, blanquecina y de aproximadamente 0.15 mm de longitud. *A. swirskii* pone huevos en el envés de las hojas de las plantas, principalmente en la intersección de las venas principales y laterales. Las hembras prefieren poner huevos en los pelos de las hojas (tricomas), cerca de la planta o en el domacio de la planta (pequeños mechones peludos o bolsillos que se encuentran en la superficie inferior de algunas hojas (Bulnes & Orozco, 2020).

2.5.3.3 Etapas inmaduras

Las larvas son de color blanco pálido a casi transparente y solo tienen tres pares de patas. Además, estas suelen tener poca movilidad. El estado larval se transforma en protoninfa con la alimentación. La depredación obligatoria en larvas es una peculiaridad de *A. swirskii*, ya que no es común entre los ácaros fitoseídos. La protoninfa (segunda etapa) y la deutoninfa (tercera etapa) tienen cuatro pares de patas y son más oscuras que las larvas. Estas dos últimas etapas inmaduras de *A. swirskii* sí tienen una alta movilidad al igual que los adultos. La protoninfa mide aproximadamente 0.26 mm de largo y 0.16 mm de ancho y la deutoninfa aproximadamente 0.28-0.34 mm de largo y 0.16-0.19 mm de ancho. La diferencia de tamaño de machos y hembras es visible en estas etapas en estas etapas. *A. swirskii* es capaz de desarrollarse alimentándose de diferentes presas y granos de polen. La duración total del período es de 6-7 días en temperaturas de 25-30 °C (Bulnes & Orozco, 2020).

Cuadro 4.- Promedio de tiempo de desarrollo, longevidad, fecundidad, periodo de pre-oviposición adulto, y periodo total de pre-oviposición de *Amblyseius swirskii* a diferentes temperaturas constantes. Tomado de Bulnes & Orozco, 2020.

	Temperatura (°C)							
	15	18	20	25	30	32	35	36
Duración de huevo (días)	6.0	3.8	3.1	1.7	1.1	1.2	1.8	2.0
Duración de larva(días)	3.0	1.4	1.3	1.0	1.0	0.8	0.9	0.8
Protoninfa (días)	6.9	5.7	3.2	2.3	2.2	1.4	1.6	1.9
Deutoninfa (días)	7.6	6.6	3.3	2.0	1.7	2.1	1.8	2.2
Pre-adulto total (días)	22.1	17.5	10.9	7.0	6.0	5.4	4.6	6.9
Longevidades machos (días)	62.7	46.3	39.2	29.6	26.6	22.2	21.2	16.9
Longevidad hembras (días)	107.8	55.7	44.5	25.8	21.8	14.9	14.5	5.0
Periodo pre-oviposicion adulto (días)	83.4	14.8	8.9	4.5	3.3	2.6	2.5	3.1
Periodo total de oviposición (días)	107.4	32.4	20.3	11.8	9.7	8.2	8.5	10.2
Fecundidad (huevos/hembra)	1.3	2.6	14.9	16.1	14.5	10.1	9.5	3.3
Proporción machos:hembra	59:35	71:23	62:35	69:31	60:39	65:31	58:38	72:22

2.6 *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans,1930)

Es un acaro depredador utilizado principalmente para el control de trips, pero puede sobrevivir alimentándose de polen u otras presas. Como la mayoría de los ácaros depredadores estos perforan su presa con su aparato bucal succionador y absorben su contenido (Figura 19). *Neoseiulus cucumeris* es más eficaz a temperaturas entre 15 y 25°C (59 y 77°F). No es efectivo a temperaturas superiores a 30°C/86°F. *N. cucumeris* es sensible a una humedad relativa inferior a 70%. En México se comercializa bajo el nombre de Thripex (Koppert México, 2023).



Figura 19.- *N. cucumeris* depredando larva de *S. dorsalis*. Foto equipo I+D Koppert México 2023

2.6.1 Clasificación taxonómica

Phylum: Arthropoda

Clase: Arachnida

Orden: Mesostigmata

Familia: Phytoseiidae

Género: *Neoseiulus*

Especie: *N. cucumeris*

(Oudemans, 1930).

2.6.2 Características

N. cucumeris (Oudemans) descrito por primera vez en 1930, es un depredador generalista tipo III, por su amplio rango de huéspedes y capacidad para sobrevivir con polen de las plantas. Es uno de los agentes de control biológico más conocido en el mundo por su acción contra plagas de importancia agrícola como trips, ácaros fitófagos, moscas blancas y demás, su capacidad de sobrevivir con polen en ausencia de presas hace de este acaro uno de los enemigos naturales más adaptables a los diferentes sistemas de producción (Kakkar & Kumar, 2020).

2.6.3 Ciclo de vida

Este ácaro es de cuerpo blando y translucido de color marrón pálido dependiendo de la alimentación, el adulto tiene forma de pera y puede variar entre 0.5-1 mm de longitud. El ciclo de vida desde huevo al adulto puede completarse en de 9 a 12 días a 25°C y los adultos logran vivir hasta 35 días. Los huevos son ovalados, de color translucido y en promedio miden 0.14 mm de diámetro (Figura 20). Las dos etapas ninfales duran entre siete y diez días antes de convertirse de adultos. La supervivencia, fecundidad y longevidad dependen de la dieta del ácaro (Kakkar & Kumar, 2020).

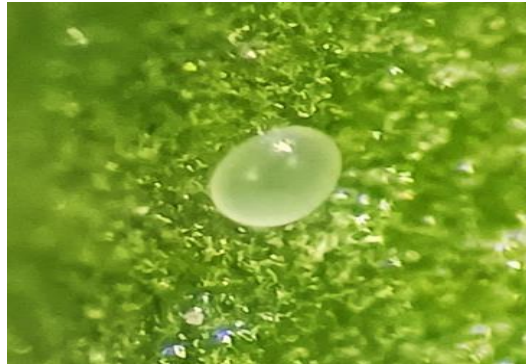


Figura 20.-Huevo de *Neoseiulus cucumeris*. Fotografía equipo I+D Koppert México 2023.

2.7 *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954)

Es un ácaro depredador, utilizado comercialmente para el control de arañas rojas (*T. urticae*); araña roja de los frutales (*Panonychus ulmi*); araña roja de los cítricos (*Panonychus citri*); otras especies de araña roja. perfora su presa con su aparato bucal succionador y absorben su contenido. *N. californicus* (Figura 21), es más efectivo a temperaturas entre 13 y 32°C (55 y 90°F) y es sensible a una humedad relativa inferior a 60%. En México se comercializa bajo el nombre Spical en diferentes presentaciones (Koppert México, 2023).



Figura 21.-Adulto de *Neoseiulus californicus* (McGregor) alimentándose de larva de *S. dorsalis*. Fotografía equipo I+D Koppert México 2023.

2.7.1 Clasificación taxonómica

Phylum: Arthropoda

Clase: Arachnida

Orden: Mesostigmata

Familia: Phytoseiidae

Género: *Neoseiulus*

Especie: *N. californicus*

(McGregor, 1954).

2.7.2 Características

El ácaro depredador *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), tiene características tanto de ácaros depredadores tipo II y tipo III, este acaro prefiere ácaros fitófagos de la familia Tetranychidae, pero también puede alimentarse de otros insectos e incluso polen. Se utiliza principalmente para el control de araña de dos manchas *T. urticae* Koch en varios cultivos en regiones templadas y subtropicales de todo el mundo (Rhodes & Liburd, 2015).

2.7.3 Ciclo de vida

Los huevos de *N. californicus* (Figura 22) tienen forma de balón de fútbol, aproximadamente 0.04mm de longitud y son de color blanquecino pálido, tardan entre 1.5 y 4 días en eclosionar dependiendo de la temperatura. Las larvas tienen solo 6 patas, son de color traslucido y pueden llegar hasta protoninfa sin alimentarse, la etapa larval dura entre 0.5 y 1 día. Las etapas ninfales duran entre 1 a 3 días cada una. Pueden completar su ciclo de vida entre 4 y 12 días dependiendo de la temperatura y fuente de alimento. Los adultos viven aproximadamente 20 días (Rhodes & Liburd, 2015). Las etapas ninfales son idénticas a los adultos solo un poco más pequeñas y no pueden reproducirse. Los adultos son de color naranja pálido y las hembras miden aproximadamente 0.1 mm de longitud y tienen forma ovalada, los machos son ligeramente más pequeños que la hembra (Rhodes & Liburd, 2015).



Figura 22.- Huevo de *N. californicus*. Fotografía equipo I+D Koppert México 2023.

2.8 *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor, 1956).

Acaro depredador generalista para el control de Larvas de varias especies de trips (primer y segundo estadio larvario); Huevos y larvas de mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) y mosca blanca del tabaco (*Bemisia tabaci*). Estos perforan su presa con su aparato bucal succionador y absorben su

contenido. *A. limonicus* es más eficaz a temperaturas entre 13 y 25°C (55 y 77°F). No es efectivo por encima de los 30°C (86°F). *A. limonicus* es sensible a una humedad relativa inferior a 70%. En México se comercializa bajo el nombre de Limonica (Koppert México, 2023).



Figura 23.- *A. limonicus* depredando larva de *S. dorsalis*. Fotografía equipo I+D Koppert México, 2023.

2.8.1 Clasificación taxonómica

Phylum: Artropodos

Subphylum; Chelicerata

Clase: Arácnida

Subclase: Acari

Orden: Mesostigmata

Suborden: Monogynaspida

Superfamilia: Phytoseioidea

Familia: Phytoseiidae

Género: *Amblydromalus*

Especie: *A. limonicus*

(Garman & McGregor, 1956).

2.8.2 Características

Amblydromalus limonicus (Figura 23) es un fitoseido generalista que puede alimentarse de moscas blancas, thrips y ácaros fitófagos usado en cultivos protegidos, aunque también puede alimentarse de polen y se sigue explorando su potencial como agente de biocontrol contra insectos invasores como psílidos. *A. limonicus* fue descrito por primera vez en el género *Amblyseius* por Garman y McGregor. *A. limonicus* requiere de temperaturas moderadas y alta humedad relativa. Las tasas de oviposición se ven alteradas por el ambiente y por las temperaturas, por ejemplo, puede poner 2.8 huevos al día si depreda *T. urticae* y fue de 3.7 a 25°C al alimentarse de *T. vaporariorum*, los huevos de *A. limonicus* son sensibles a la baja humedad relativa. El desarrollo de huevo adulto puede tardar alrededor de 6 días a 22° C en cítricos (Knapp *et al.*, 2013).

2.8.3 Ciclo de vida

El ciclo de vida de *A. limonicus* pasa por las etapas de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. Los huevos son de forma oval de un color blanco y miden aproximadamente 0.14mm de diámetro, una hembra puede colocar entre 3 y 4 huevos al día a una temperatura de 25°C, los huevos son sensibles a la baja humedad relativa, se reporta que a una humedad relativa menor al 70% y a 25°C solo eclosiona el 50% de huevos. Al emerger las larvas solo tienen 6 patas y son de color blanco traslucido; las larvas deben alimentarse al emerger sino al contrario su desarrollo es más lento y la mortalidad se eleva. Las ninfas son más grandes que las larvas y cuentan con ocho patas y son de color blanco amarillento. Los adultos tienen el cuerpo aplanado y alargado y llegan a medir aproximadamente 0.4mm, los machos son más pequeños que las hembras, son muy móviles en busca de sus presas, su color varía dependiendo de la presa de la que se alimentan. Su desarrollo es posible a partir de los 10°C y a esta temperatura el desarrollo de huevo a adulto dura un mes, a 15°C dura 15 días, a una temperatura de 20°C dura 10 días, a 25°C

dura 6 días y a 30°C dura 4 días, en condiciones de temperaturas superiores a los 35 °C los ácaros ya no se desarrollan (Knapp *et al.*, 2003).

2.9 Técnicas de liberación de ácaros depredadores

Una etapa clave en el éxito del control biológico es la liberación, este proceso influye en la persistencia, distribución y abundancia de las poblaciones, combinado con los factores bióticos y abióticos específicos de cada lugar como lo son el clima, arquitectura de la planta, interacción con otras especies, presencia de la plaga, etc.; determinan el éxito de los programas de control biológico. La liberación de ácaros depredadores está basada en dos principios: el consumo de un organismo por otro organismo y el control que no implica erradicación, pero si mantenimiento de un equilibrio natural en el agroecosistema (Villamarin-Romero, 2022; Salas & Salazar, 2023).

Existen varios métodos para la liberación de ácaros depredadores como lo son:

Manual: es el método convencional más usado que consiste en la distribución del ácaro junto con el sustrato directamente sobre la planta, de una manera que la liberación sea uniforme. Este método requiere de cierta cantidad de mano de obra dependiendo de la superficie y cultivo (Villamarin- Romero, 2022).

Mecánico: En el mercado existen sopladores mecánicos adaptados para la liberación de ácaros depredadores, como lo son los distribuidos por Koppert, el “Airbug”, “Airobug” y el “mini-Airbug”. Estos equipos están diseñados para para distribuir de forma rápida y uniforme los ácaros, cuentan con un ventilador especial y un bote dosificador giratorio, que permiten la liberación en diferentes rangos de distancia. Este método de aplicación tiene como desventaja el posible daño a los insectos y posibles alteraciones en dosis de aplicación. Ese método de liberación se recomienda en cultivos con altas densidades o camas donde la liberación manual es más complicada (Villamarin- Romero, 2022).

Sachets: son sobres de lenta liberación, son bolsas de diferentes materiales con dimensiones de 9 cm x 3 cm (Figura 24) Estos contienen 250 ácaros depredadores combinados con un sustrato y alimento para su supervivencia y reproducción. Estos se deben colocar en la planta en un lugar protegido donde no queden expuestos a la luz solar directa. Los ácaros salen por un orificio hacia el cultivo, este método asegura la presencia del acaro depredador por varias semanas mediante la migración (Villamarin- Romero, 2022).



Figura 24.- *A. swirskii* en presentación Ulti-Mite Sachet. Foto de Koppert México.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio

El ensayo se realizó en el rancho “Berry Pride” que se encuentra ubicado en Ocotlán, Jalisco, México con coordenadas geográficas 20.32N, 102.82°W (Figura 25), zona importante para la producción de arándanos. En este rancho, se designó un espacio de media hectárea, donde se tienen establecidas plantas de arándano variedad “Atlas” (jumbo), que se encuentran en su primer ciclo productivo. El área experimental es de seis túneles donde se tiene una densidad de aproximadamente 3,000 plantas (0.6 plantas/m²). La prueba comenzó desde el 08 de marzo del 2023 (semana 10) con los muestreos previos y la colecta de individuos de thrips para su identificación, al 03 de mayo del 2023 con el ultimo muestreo (semana 18).



Figura 25.- Imagen satelital del rancho Berry Pride.

3.2 Unidad y diseño experimental

La unidad experimental consistió en una cama de plantas por túnel (cuatro camas por túnel) la cual se marcó con el tratamiento correspondiente (Figura 26 y 27). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar en donde un túnel fungió como un

bloque completo con cuatro unidades experimentales cada uno. Cada tratamiento se replicó seis veces (seis unidades experimentales en seis bloques).

Con la finalidad de evaluar control y establecimiento de fitoseidos en una zona con alta presión por *S. dorsalis* (mayor a 20 thrips/brote) y una con presión baja por *S. dorsalis* (menor a 20 thrips/brote), se evaluaron en túneles con dos sectores: el sector 5 se consideró como “presión alta” por las altas poblaciones de *S. dorsalis* presentes; en contraste con los túneles del sector 7, que se consideraron como “presión baja”.

El tratamiento testigo consistió en el manejo convencional que lleva la agrícola y consiste en el uso de diferentes agroquímicos. Por confidencialidad acordada con el agricultor, su esquema y calendario de aplicaciones no puede ser compartido en este trabajo de investigación. Dado el riesgo de deriva de insecticidas sobre ácaros benéficos, el tratamiento testigo se evaluó a 10 túneles de distancia de donde se hicieron las liberaciones de ácaros. Por esta razón, este tratamiento no pudo ser evaluado dentro de los bloques en donde se evaluaron los benéficos.



Figura 26.- Unidad experimental, túnel con cuatro surcos o camas donde cada cama es una repetición de cada tratamiento.

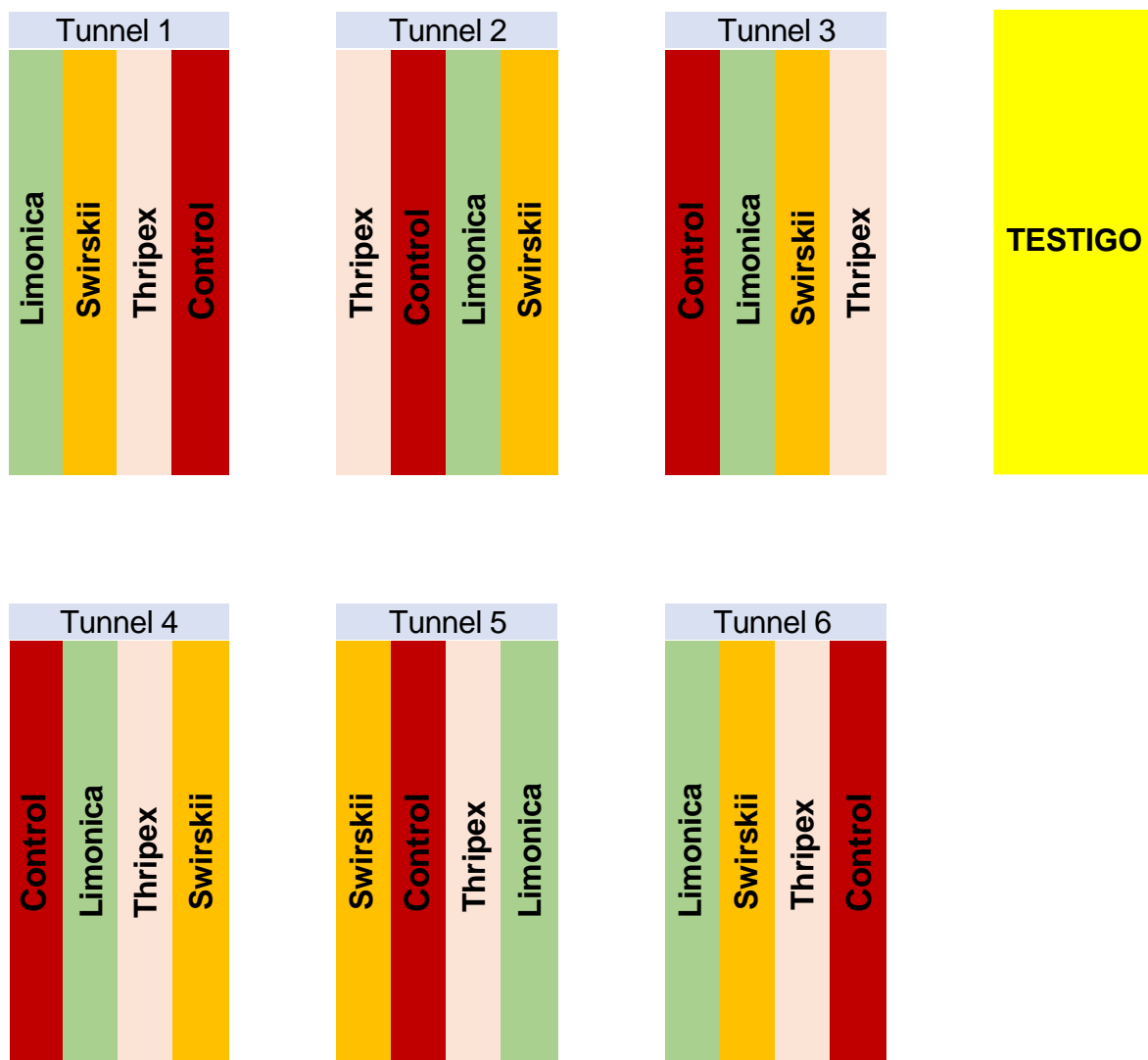


Figura 27.- Representación de los tratamientos por túnel. Cada túnel representa un bloque con cuatro unidades experimentales. Cada unidad experimental representa un tratamiento diferente.

3.3 Tratamientos

Para el ensayo, los ácaros utilizados fueron de la empresa Koppert México, y los tratamientos fueron con base a sus programas y productos comerciales (Cuadro 5 y 6). Los productos utilizados fueron:

- Limonica (Bote con 50,000 ácaros): *A. limonicus*
- Swirski-mite (Bote con 50,000 ácaros): *A. swirskii*

- Swirskii Ulti-mite (Sachet con 250 ácaros depredadores)
- Thripex (Bote con 50,000 ácaros): *A. cucumeris*

Cuadro 5.- Tratamientos y plan de liberaciones

Tratamiento	Dosis/Liberación	Botes/ha	Liberaciones	Total
Limonica	20 ind/m ² (33 ind/planta)	16 Botes/ha	wk12 -14 - 16	60 ind/m ²
Swirski	20 ind/m ² (33 ind/planta)	4 Botes/ha	wk12 -14 - 16	60 ind/m ²
Thripex	20 ind/m ² (33 ind/plantas)	4 Botes/ha	wk12 -14 - 16	60 ind/m ²
Sachet	1 sachet/3 plantas	2000 Sachets/ha	wk12 -14 - 16	0.2 sachets/m ²
Testigo		Manejo del rancho		

Cuadro 6.- Tratamientos y presentación comercial de los ácaros

Tratamiento	Nombre comercial	Especie	Presentación	Contenido
Limonica	Limonica	<i>Amblydromalus limonicus</i>	Botella de 1,000 mL	12,500 ácaros depredadores
Swirskii	Swirski-mite	<i>Amblyseius swirskii.</i>	Botella de 500 mL	50,000 ácaros depredadores
Thripex	Thripex 50	<i>Neoseiulus cucumeris</i>	Botella de 1,000 mL	50,000 ácaros depredadores
Sachet	Swirskii Ulti-mite	<i>Amblyseius swirskii.</i>	Sachet	250 ácaros depredadores.

3.3.1 Liberación

La liberación de los agentes de control biológico se realizó con conos de papel sujetos a una rama de la planta con un clip, colocando 33 puntos de liberación por unidad experimental para los tratamientos con botes; para el tratamiento con Sachets se colocaron 33 por cama aproximadamente una cada tres plantas colocándolo en un punto de la planta donde se observará daño (Figura 28).



Figura 28.- Fotografías de liberación de ácaros depredadores. Izquierda, Sachet colocado en brote con daño. Derecha, como sujetado con un clip para la liberación de los ácaros.

3.4 Muestreo

Para los muestreos de cada cama o unidad experimental se seleccionaron al azar cinco plantas con punto de liberación (cono/sachet) y cinco plantas sin punto de liberación, de las cuales se elegía una rama con daños visibles por thrips, la cual se sacudía por medio de golpeteo sobre una hoja tamaño carta color negro (Figura 29 y 30), por 15 segundos como método estándar (Mejía, 2022) y se registraban los siguientes datos:

- Numero de thrips
- Numero de ácaros (Phytoseiidae)

Se realizó un muestreo inicial antes de comenzar con las liberaciones considerando todas las variables mencionadas anteriormente. Los muestreos fueron semanales durante siete semanas consecutivas, comenzando en la semana 12 (22 de marzo del 2023) hasta la semana 18 (03 de mayo del 2023).



Figura 29.- Muestreo de brote sacudido sobre una hoja negra para facilitar el conteo de thrips y ácaros



Figura 30.- Realización de muestreo.

3.4.1 Muestreo previo

Previo a la liberación de los tratamientos se realizó un muestreo en el predio para identificar si se encontraba alguna especie de ácaros nativo y evitar confusión en los muestreos.

3.4.2 Identificación de *S. dorsalis*

Previo al inicio de la prueba se recolectaron individuos de thrips del predio donde se realizó el experimento en el cultivo arándano (*V. corymbosum* L.) en Ocotlán, Jalisco, México. Las muestras se preservaron en etanol al 70% y contenían individuos de ambos sexos y en diversos estadios, que fueron llevados al laboratorio para su posterior análisis e identificación.

Identificación morfológica: el método de diagnóstico consistió en la revisión bajo microscopio estereoscopio de los individuos de cada muestra, donde se seleccionaron hembras adultas con el morfotipo de *S. dorsalis*. Este morfotipo está caracterizado por el color parcialmente oscuro en las alas anteriores, la coloración pálida en el primer segmento antenal y oscura en los segmentos más distales, y el característico sombreado marrón en los tergitos (Hoddle *et al.*, 2003; Mound & Palmer, 1981) y la comparación de caracteres morfológicos descritos en la literatura. Para llevar a cabo la determinación taxonómica fue necesario seleccionar tres hembras adultas de cada muestra que se encontraran integras. Se realizó un aclaramiento con KOH solución volumétrica 0.1M por 20-25 minutos. Posteriormente se montaron en láminas portaobjetos con glicerina y se cubrieron con un cubreobjetos y se llevaron por unos segundos a una parrilla térmica. Finalmente, en el microscopio compuesto a 10x y 40x, se identificaron los caracteres morfológicos con base en las claves de Hoddle *et al.* (2003) y Mound & Palmer (1981).

3.4.3 Registro de datos climáticos

Los datos climáticos se registraron con la ayuda de un logtag, que se instaló desde el muestreo inicial en el túnel central de la prueba.

3.5 Análisis estadístico

Para determinar si existió un efecto significativo de las liberaciones de ácaros depredadores sobre la reducción del número de thrips por planta, los datos se analizaron con un modelo lineal generalizado con efectos mixtos. En este se consideró el tiempo (semanas experimentales) anidado al bloque (túnel) como factor aleatorio y el tratamiento (especie y presentación de ácaros depredadores) como factor fijo. El número de thrips encontrados por brote fue considerado como variable respuesta. Para evaluar la diferencia entre el establecimiento de los ácaros, se realizó un análisis con los factores anteriormente mencionados en donde se consideró el número de ácaros por brote como variable respuesta. Dada la diferencia en los datos colectados en 'presión alta' y 'presión baja', se optó por realizar dos análisis distintos (uno para cada uno). Posteriormente se realizó una prueba de comparación múltiple con los cuadrados mínimos de cada categoría con la finalidad de conocer si se presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Todo esto se realizó a través del programa estadístico Rstudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Identificación de *Scirtothrips dorsalis*

Las características identificadas en los insectos, correspondieron a la familia taxonómica Thripidae, del género *Scirtothrips* y de a la especie *S. dorsalis*, con cuerpo de color blanco amarillento, de una longitud menor a 2.0 mm (Figura 31). Presentaban ocho artejos antenales, los segmentos I y II son pálidos, mientras que III al VIII eran oscuros. Posee conos sensitivos en forma de horquilla en los segmentos III y IV de las antenas. La cabeza era de coloración pálida, con tres pares de setas ocelares y un par de setas ubicadas entre los ocelos posteriores. El pronoto posee setas anteroangulares, setas antero-marginales y setas discales cortas y aproximadamente iguales en longitud (Figura 32).



Figura 31.- Adulto de *S. dorsalis*. Foto equipo I+D Koppert México

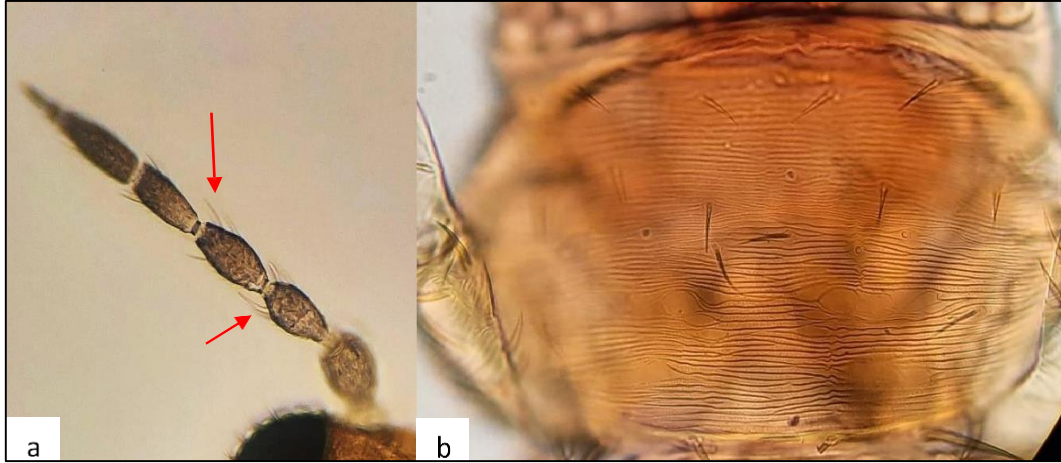


Figura 32.-Cono sensitivo en segmento III y IV (a); Pronoto (b). Fotos equipo I+D Koppert México.

Otras características apreciadas correspondieron al tipo de abdomen con numerosas microtichias, así como crestas antero-costales, transversas oscuras en los tergitos y esternitos abdominales. Los insectos contaban con tres setas discales en los campos microtricales laterales de los tergitos abdominales y un par de pequeñas setas, situadas medialmente del III al VI tergito abdominal.

La peineta posteromarginal era completa en el VIII segmento abdominal. Patas de coloración pálida. Las alas delanteras estaban sombreadas, más claras distalmente, con la primera vena con tres setas en la mitad distal, mientras que la segunda vena era incompleta con dos o tres setas intermitentes en la mitad distal (Figura 33). Estas características corresponden a las mismas reportadas para su identificación por Mejía (2022) y SENASICA (2021) en la ficha técnica para su identificación.

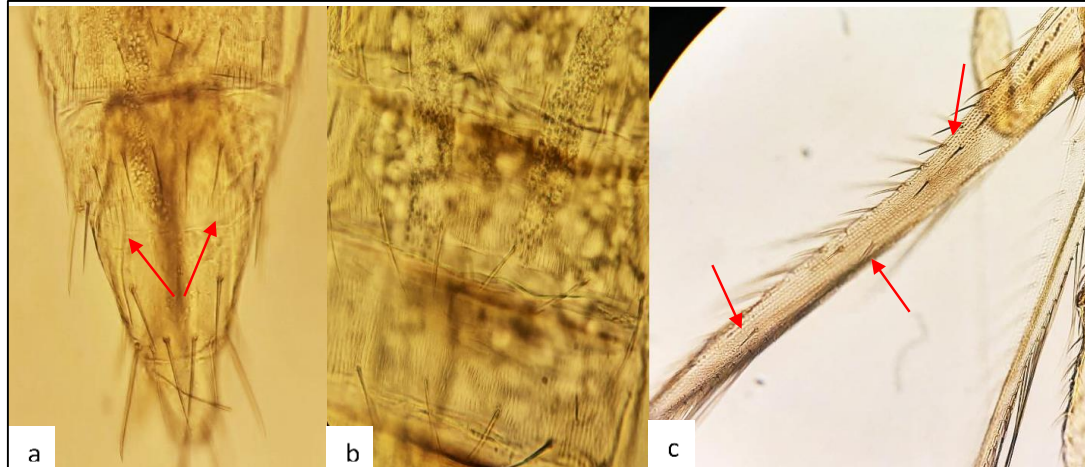


Figura 33.- Hilera de microtrichias en el VIII segmento abdominal (a); Tergito con setas discales (b); Ala y venación (c). Fotos equipo I+D Koppert México

4.2 Efecto de las liberaciones de ácaros depredadores sobre el número de *S. dorsalis* en brotes de plantas de arándano en zona de alta presión.

Durante el muestreo previo a iniciar la prueba, no se encontraron ácaros benéficos nativos a esta región dadas las aplicaciones químicas realizadas como parte de su manejo. Por lo tanto, se asumió que los ácaros observados a lo largo del muestreo pertenecen a las especies liberadas que corresponden a cada tratamiento. Los resultados del análisis estadístico indicaron que las liberaciones de ácaros depredadores tuvieron un efecto significativo sobre los números de thrips por planta registrados a lo largo de la prueba ($P < 0.0001$). De acuerdo con el análisis estadístico tratamiento de *A. swirskii* liberado en Sachet fue el que mostró mejor control de *S. dorsalis*, ya que se encontraron diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento testigo ($P < 0.0001$). Lahiri & Yambisa (2021) reportaron que *A. swirskii* ejerce el mismo control que el plaguicida sintético Spinetoram sobre adultos y larvas de *S. dorsalis* y reduce su daño en plantas de fresa.

Desde el primer muestreo de la prueba el tratamiento Sachet mostraba poblaciones más bajas de *S. dorsalis*, pero fue en la semana 16 donde mayor diferencia se observó respecto al control y a los otros tratamientos (Figura 34), para esta semana las condiciones climáticas fueron favorables para los ácaros como se puede ver en

la Figura 39, las temperaturas se mantuvieron entre 20 y 30°C lo que beneficio a la depredación de thrips por los ácaros. Sin embargo, el número de thrips por brote se incrementó drásticamente en todos los tratamientos en la semana 18, esto pudo deberse a diversos factores como migraciones, emergencia de nuevas generaciones y condiciones favorables. Cabe recalcar que en la misma semana el promedio de ácaros por planta en el tratamiento de Swirski sachet aumento hasta un ácaro por planta (Figura 37). Esto puede indicar que, dada la disponibilidad alta de la presa, el establecimiento del depredador será facilitado por este factor. Esto es un buen indicador que puede explorarse con más detalle haciendo uso de ácaros presa que no son dañinos para la agricultura como lo es el producto Nutari de Koppert México. Se requieren más investigaciones que exploren si se puede utilizar ácaros presa en cultivo de arándano con la finalidad de facilitar el establecimiento de los ácaros.

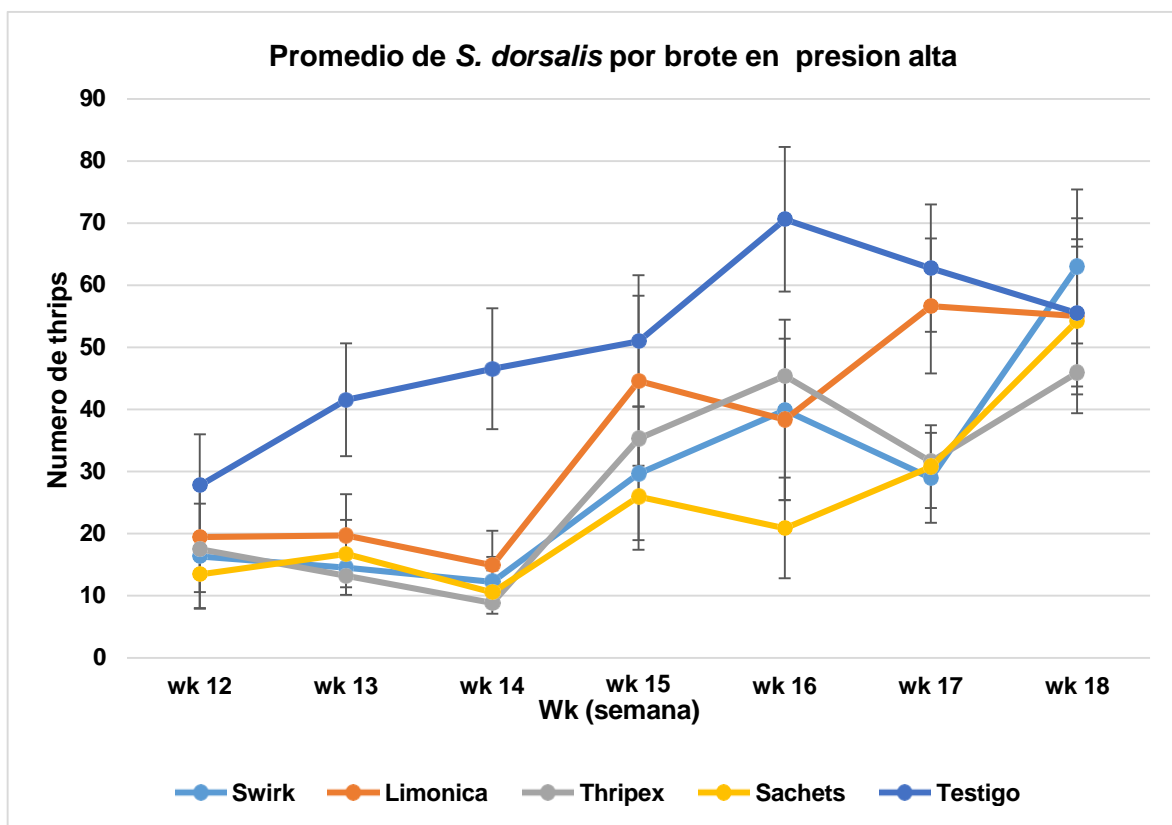


Figura 34.- Promedio de thrips por planta en la zona de “presión alta”, a lo largo de las semanas (wk). La barra corresponde al error estándar.

En la Figura 34 se puede observar como a lo largo de las semanas experimentales el promedio de thrips por planta en el tratamiento Sachet siempre se mantuvo por debajo de los demás tratamientos en casi todos los muestreos. Schoeller *et al.* (2022) reportaron *A. swirskii* y *A. limonicus* como agentes potenciales de control biológico de *S. dorsalis* en el cultivo de rosa utilizando plantas Bankers (pimientos), un cultivo donde se dificulta el establecimiento de los ácaros depredadores por la morfología de las plantas de rosa y la falta de polen, donde redujeron las poblaciones de trips y los daños en las plantas de rosa.

En los dos tratamientos donde se liberó *A. swirskii*, se puede observar que las poblaciones de *S. dorsalis* fueron reducidas en cierta cantidad (Figura 34). El uso de *A. swirskii* ha crecido en los últimos años gracias a su tolerancia a altas temperaturas, este puede ser un factor que influye en el control de *S. dorsalis* por *A. swirskii* en el cultivo de arándano.

A pesar de no lograr un control de la plaga en un 100%, *A. swirskii* presentación sachet fue el que redujo en mayor nivel la población de *S. dorsalis*, demostrando que es un potencial agente de control biológico que podría ser utilizado dentro de un programa de manejo integrado de *S. dorsalis* en donde se consideren más estrategias de manejo, por ejemplo, el uso de agentes entomopatógenos.

4.3 Efecto de las liberaciones de ácaros depredadores sobre el número de *S. dorsalis* sobre brotes de plantas de arándano en la zona de baja presión

El resultado del análisis estadístico de datos de la zona del experimento con presión baja, indicó que las liberaciones de ácaros depredadores no tuvieron un efecto significativo sobre los números de thrips por planta registrados a lo largo de la prueba ($P < 0.0001$). El análisis estadístico demostró que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual se comprobó con una prueba de comparación múltiple con los cuadrados mínimos de los tratamientos, donde el resultado fue la agrupación de todos los tratamientos en un mismo grupo (A).

Como se puede observar a lo largo de la prueba en los registros semanales (Figura 35), que al haber una población baja de individuos de *S. dorsalis* en las plantas de arándano, no se pudo observar una diferencia significativa entre tratamientos por lo que se piensa que a los ácaros les costó mayor trabajo su establecimiento por la poca disponibilidad de presas, por lo que sería viable aportar una fuente de alimento extra a los ácaros depredadores, que puede ser polen o algún otro ácaro o en su defecto plantas Bankers para el establecimiento de los agentes de control biológico.

A lo largo de la prueba las poblaciones de *S. dorsalis* se mantuvieron siempre similares, solo en la semana 16 se observa un despunte en las poblaciones de *S. dorsalis* en el tratamiento *swirskii* (Figura 35). Un efecto importante en las poblaciones de *S. dorsalis* dentro de agrícolas grandes, es la migración de las poblaciones de una zona a otra, la preferencia entre diferentes variedades y la realización de actividades culturales como deshierbe provocan migraciones de las poblaciones de *S. dorsalis* de una zona a otra.

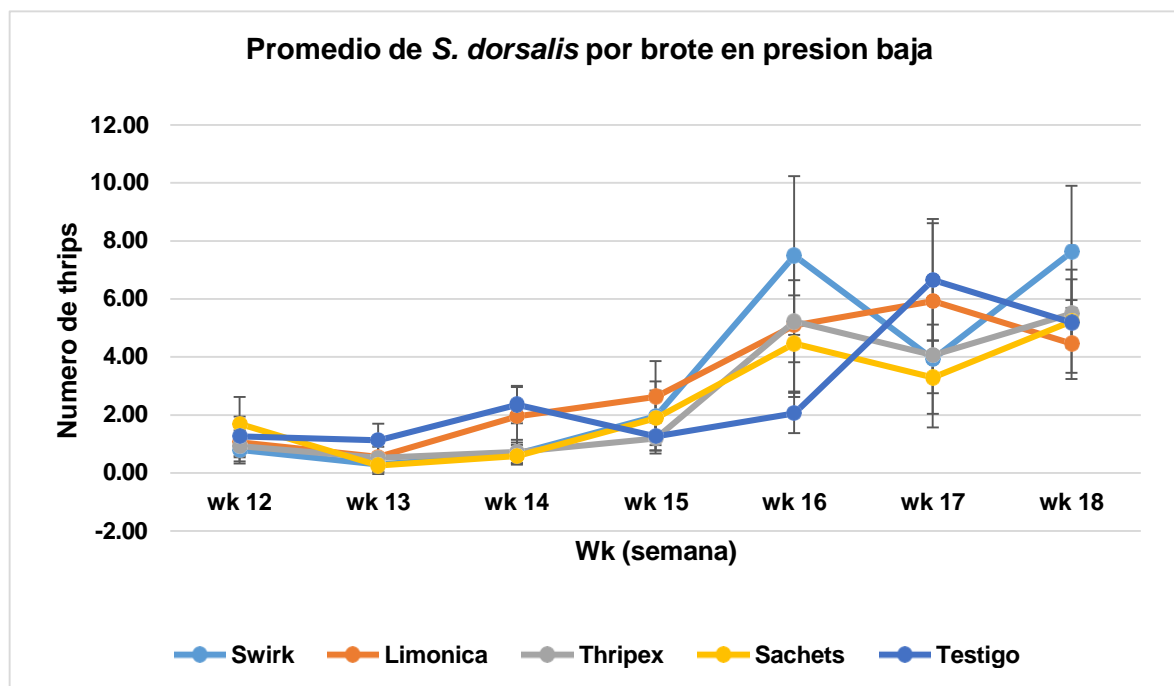


Figura 35.- Promedio de thrips por planta en zona de “presión baja” (sector 7) a lo largo de las semanas experimentales (wk). La barra corresponde al error estándar.

A. swirskii puede completar el periodo huevo-adulto en aproximadamente cinco días si la alimentación del ácaro es basada en presas, a una temperatura promedio de 25 °C (Bulnes & Orozco, 2020). Y al haber muy pocas presas, lo más probable es que no se logró un buen establecimiento al no haber generaciones subsecuentes. El haber tan poca disponibilidad de alimento fue el factor que mayor efecto tuvo sobre el nulo efecto de las especies de ácaros sobre las poblaciones de *S. dorsalis*.

4.4 Establecimiento de los ácaros depredadores en la zona de presión baja

El análisis estadístico de los datos recabados a lo largo de la prueba sobre el establecimiento de los ácaros, indicaron que las liberaciones del ácaro *A. swirskii* en presentación de Sachet mostro diferencias significativas en su establecimiento en plantas de arándano variedad "Atlas" ($P < 0.0001$). Los tratamientos de Limonica (*A. limonicus*) Swirskii-Bote (*A. swirskii*) y Thripex (*A. cucumeris*) no mostraron diferencias significativas contra el control ($P = 0.6603$), ($P = 0.2545$), ($P = 0.0281$). Lo anterior indica que en efecto la presentación en Sachet posee grandes ventajas comparada con la versión de bote, para el cultivo de arándano

Como se puede observar en la (Figura 36), a lo largo de las semanas donde se realizó el muestreo en el tratamiento Sachet es donde mayor número de ácaros se encontraban por planta de arándano, alcanzando 0.6 ácaros por planta en la semana 13, que aunque resulta una población baja de ácaros nos demuestra que *A. swirskii* tiene capacidad de establecerse sobre plantas de arándano, y nos confirma que la presentación Sachet otorga ventajas competitivas para su establecimiento aun en plantas con baja población de thrips y con condiciones ambientales no tan favorables ya que según lo reportado por Knapp *et al.* (2003) *A. swirskii* presenta tolerancia a altas temperaturas alcanzado a sobrevivir y reproducirse a temperaturas de 36°C.

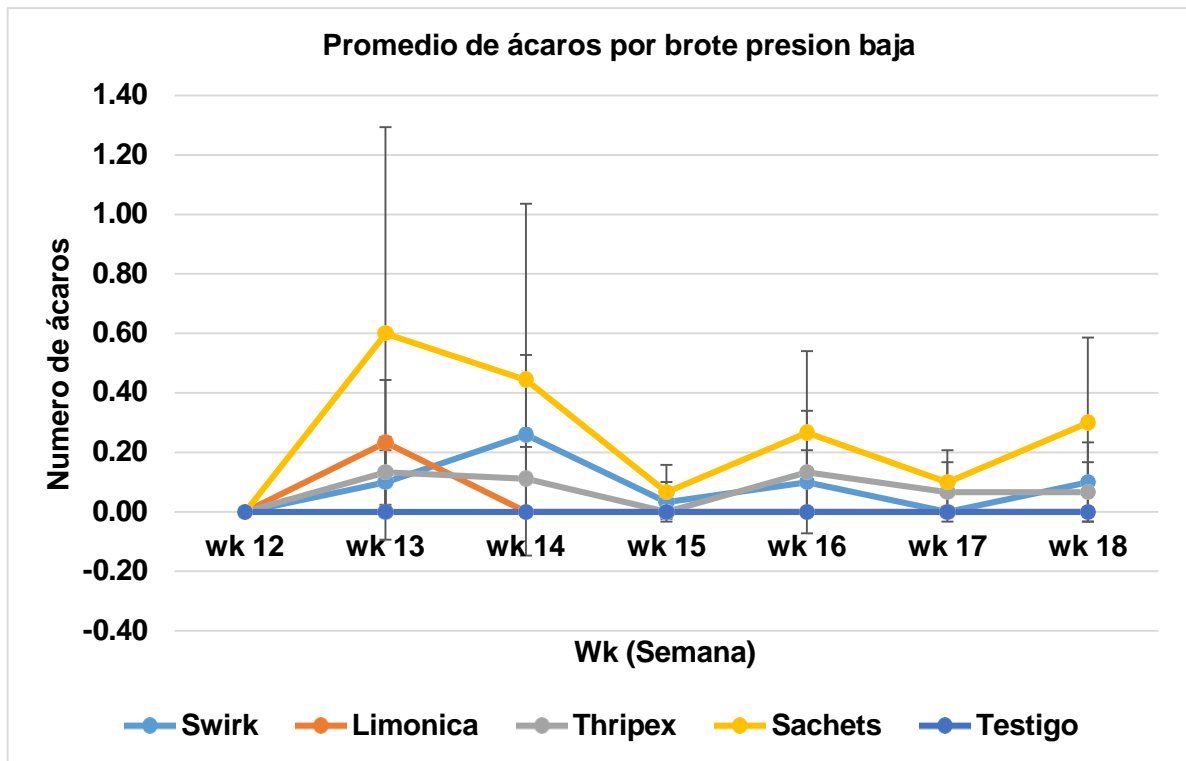


Figura 36.- Promedio de ácaros por planta a lo largo de las semanas experimentales (wk) en sector 7 (presión baja). La barra corresponde al error estándar.

4.5 Establecimiento de los ácaros depredadores en la zona de presión alta

Los resultados del análisis estadístico demostraron que solo el tratamiento de *A. swirskii* – Sachet demostró diferencias altamente significativas en el establecimiento de su población en plantas de arándano con una alta presión de *S. dorsalis* respecto al control y al tratamiento Limonica. Ningún otro tratamiento mostro diferencias estadísticas significativas lo que nos confirma que la presentación de Sachet otorga ventajas para el establecimiento de *A. swirskii*. A lo largo de las semanas donde se realizó el muestreo en el tratamiento Sachet es donde mayor número de ácaros se encontraban por planta de arándano, alcanzando poblaciones de un ácaro (Figura 37), lo que nos demuestra que *A. Swirskii* es el acaró que mejor establecimiento mostro sobre plantas de arándano donde se tenían altas poblaciones de thrips y con las condiciones ambientales presentadas a lo largo de la prueba.

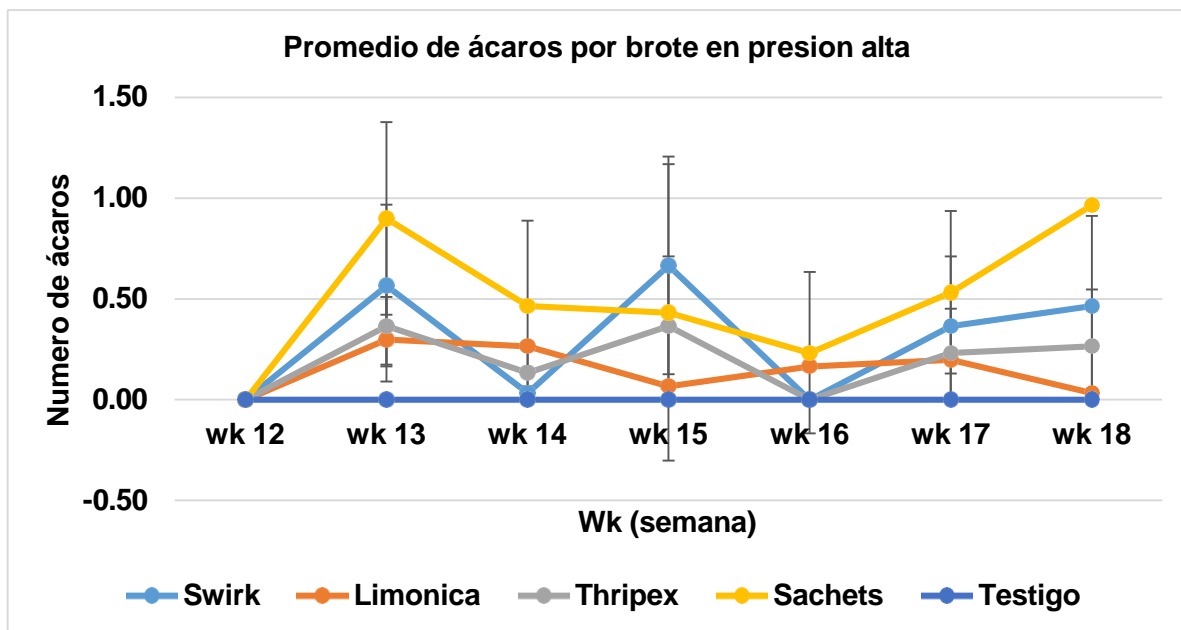


Figura 37.- Promedio de ácaros por planta a lo largo de las semanas experimentales (Wk), en el sector 5 (Presión alta). La barra corresponde al error estándar.

4.6 Poblaciones de insectos benéficos

El uso de control biológico para la reducción de plagas incluye la disminución de aplicaciones con insecticidas, así como el uso de productos más amigables con el medio ambiente, esto trae consigo muchas ventajas para los cultivos y mucho más en cultivos a campo abierto o macro túneles como en este caso. Una de ellas es la aparición y establecimiento de insectos benéficos nativos en el cultivo, lo cual esto aumenta y ayuda a la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas.

En el transcurso de la prueba se pudo observar la aparición de insectos benéficos en el cultivo como lo fueron larvas y adultos de *Hippodamia sp.* los cuales son voraces depredadores de varias especies de pulgones; parasitoides de mosca blanca pertenecientes a la familia Aphelinidae como lo es *Eretmocerus sp.*; como momias de pulgones parasitadas por *Aphidius sp.*, huevos de *Chrysopa sp.*, thrips de predadores del género *Franklinothrips*. También es importante considerar que estas aplicaciones amigables o bien reducción de aplicación de moléculas de amplio espectro, también significa proveer a los polinizadores un ambiente menos dañino

y con menor riesgo de intoxicación. En este caso, utilizan colmenas de abejas melíferas para llevar a cabo la polinización del cultivo (Figura 38). Lo anterior puede también influir en tener más sano con frutos de mayor tamaño y calidad. Hernández-López (2022) en un estudio de diversidad en cultivo de arándano comparando manejo convencional y orgánico en el estado de Guanajuato, encontró que para los cultivos de arándano bajo manejo orgánico se encontró mayor diversidad de artrópodos benéficos con respecto al cultivo bajo un manejo convencional, donde a pesar de encontrar una mayor diversidad de artrópodos en su mayoría corresponden a especies consideradas plagas. A su vez Arellano Gonzales (2014) en un estudio de diversidad realizado en cultivo de arándano comparando el manejo orgánico y convencional reporta una mayor diversidad de familias benéficas para los cultivos bajo manejo orgánico, mientras que para la parte bajo un manejo convencional la mayoría de los artrópodos colectados corresponden a insectos plaga o considerados dentro de la categoría “amenaza”.

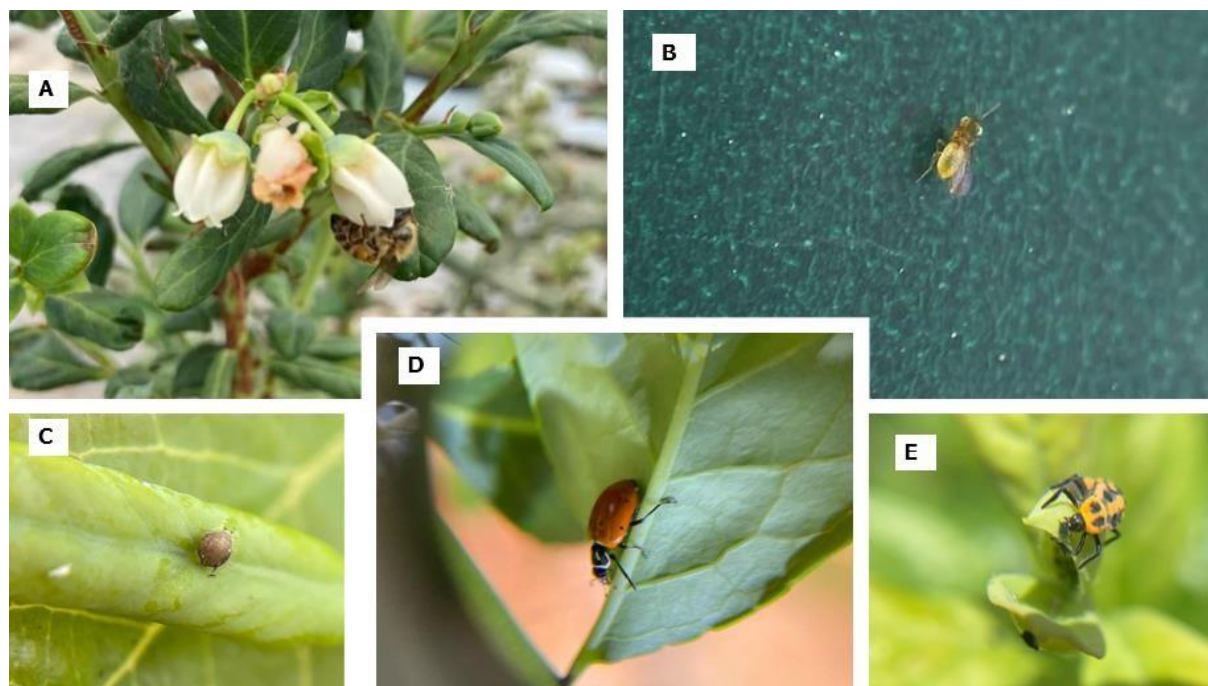


Figura 38.-(A) Abeja polinizando, (B) adulto de *Eretmocerus* sp. (C) Momia de pulgón parasitado por *Aphidius* sp. (D y E) Adulto y larva de *Hippodamia* sp. Fotos de Gerardo Arias Equipo I+D Koppert Mexico. 2023.

La aparición de insectos benéficos nativos en el cultivo es una ventaja que ofrece a aplicación de técnicas de control biológico, los insectos forman parte importante de los agroecosistemas, ayudan en el equilibrio de los ecosistemas, a mayor diversidad de insectos mayores insectos benéficos dentro del cultivo. Lo cual se ve reflejado en un cultivo más sano y vigoroso.

4.7 Condiciones climáticas

Las condiciones ambientales que se tuvieron durante el desarrollo de la prueba fueron las siguientes, el 31% del tiempo la temperatura osciló entre los 10 y 20°C, temperaturas por debajo de los 10°C se registraron en menos del 6% del tiempo y temperaturas entre 20 y 30°C, se mantuvieron presentes el 34% del tiempo de la prueba. Temperaturas mayores a 30°C se registraron en promedio el 29% del tiempo (Figura 39).

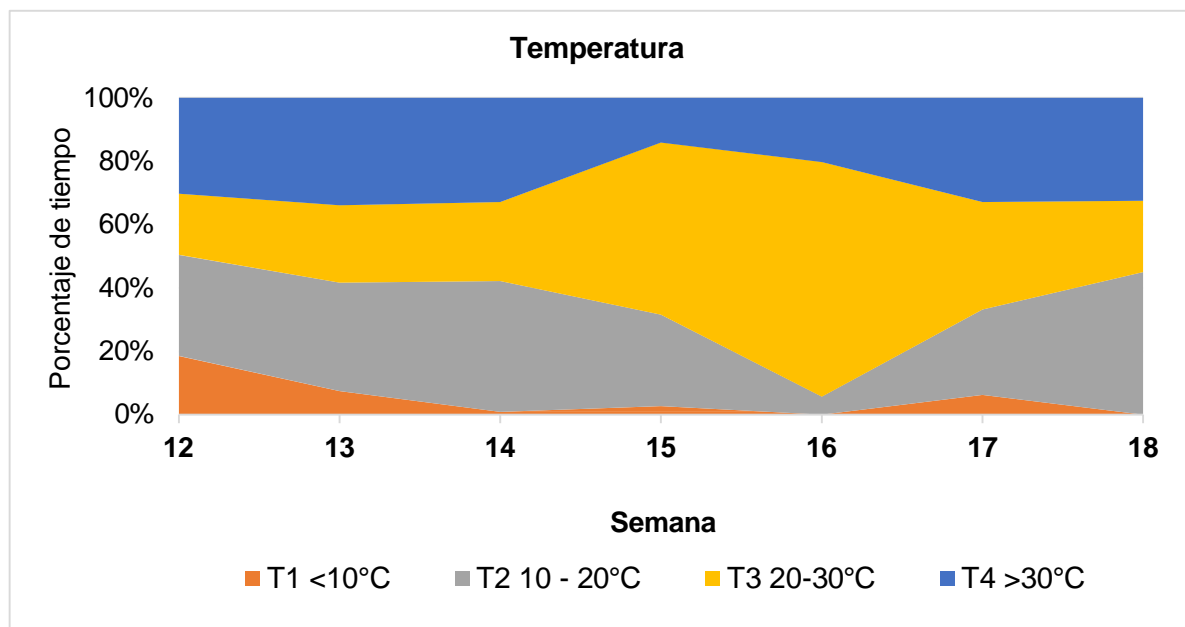


Figura 39.- Porcentaje de tiempo por rangos de temperatura presentes durante el desarrollo del experimento.

Las temperaturas a lo largo de la prueba rebasaron los 30°C en casi un 30%, lo cual no es tan favorable para los ácaros, por ejemplo *A. limonicus* es más eficaz a

temperaturas entre 13 y 25°C (55 y 77°F) y no es efectivo a temperaturas por encima de los 30°C (86°F); para *A. swirskii* y *N. californicus* se reporta que la máxima temperatura a la que son efectivos es de 32°C.

A lo largo de la prueba la humedad relativa en un 44% del tiempo se mantuvo entre el 30% y 60%, otro 17% del tiempo de la prueba la humedad se mantuvo entre 60 y 80% de humedad relativa y el 35% del tiempo la humedad se mantuvo en valores de menos de 30%, mientras que el tiempo que la humedad estuvo arriba del 80% fue solo el 5% (Figura 40).

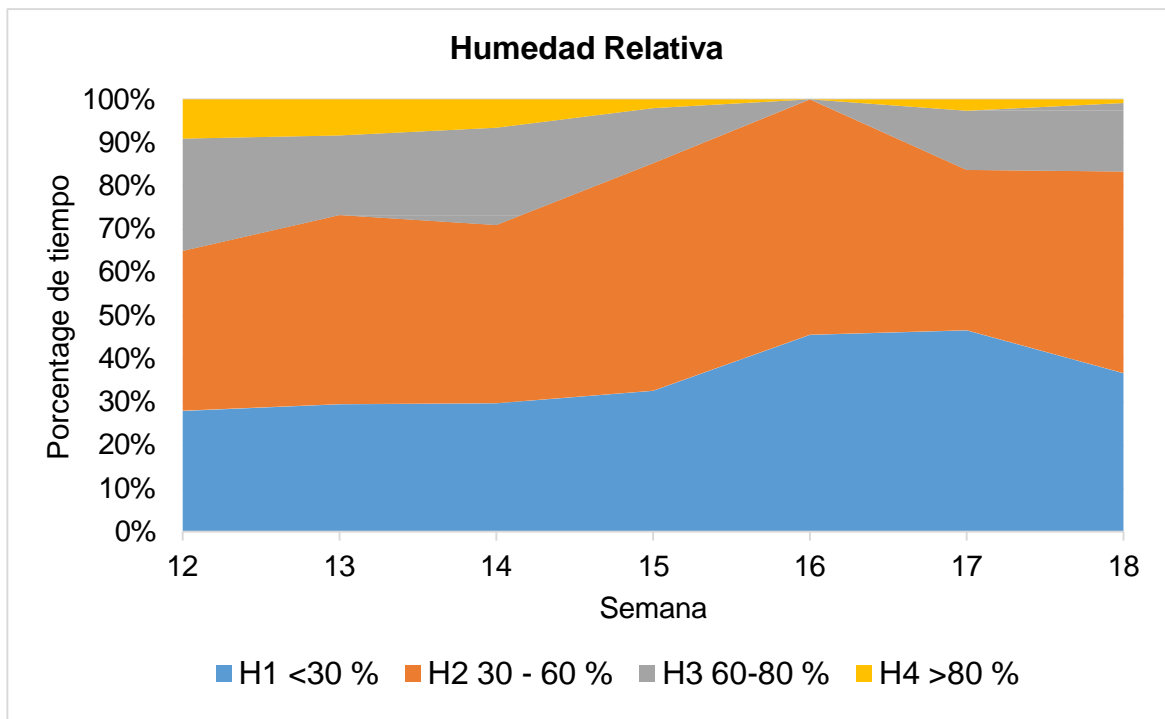


Figura 40.- Porcentaje de tiempo por rangos de humedad relativa (HR) presentes a lo largo de la prueba.

La humedad relativa es otro factor que puede afectar el desarrollo de los ácaros depredadores, pues se reporta que *A. swirskii* es sensible a una humedad relativa menor al 60%, *A. limonicus* es sensible a humedades menores al 70% al igual que *N. cucumeris* que también se ve afectado a humedades menores al 70% (Koppert México).

V. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de la prueba podemos concluir lo siguiente:

El ácaro *A. swirskii* liberado en presentación Sachet, fue el tratamiento en donde se encontraron poblaciones menores de thrips por planta. Esto sugiere que, en comparación con el resto de ácaros evaluados, esta especie puede ser considerada dentro del manejo integrado de *Scirtothrips dorsalis* en el cultivo de arándano en temporadas donde las condiciones climáticas sean similares a las que se presentaron durante este experimento.

De acuerdo con lo observado durante esta investigación, la presentación 'sachet' de *Amblyseius swirskii* tiene una mejor influencia sobre el establecimiento del ácaro a la que se observó con la presentación de 'bote'.

El uso de ácaros depredadores podría ser una excelente opción para el manejo de *S. dorsalis*, siempre y cuando se realice dentro de un programa de manejo integrado de plagas en el cultivo de arándano. La combinación con otros métodos de control como lo son el trampeo, el uso de atrayentes alimenticios, el uso de agentes entomopatógenos podría representar una buena opción para programa de manejo biológico de *S. dorsalis* en el cultivo de arándano, sin embargo, se requieren más estudios para confirmar lo anterior.

La reducción de aplicaciones de insecticidas químicos favorece a las poblaciones de insectos benéficos nativos, a lo largo de la prueba se pudo observar la presencia de insectos nativos benéficos como lo fueron larvas y adultos de *Hippodamia sp.*, parasitoides de mosca blanca pertenecientes a la familia Aphelinidae como lo es *Eretmocerus sp.*, como momias de pulgones parasitadas por *Aphidius sp.*, huevos de *Chrysopa sp.*, thrips de predadores del género *Franklinothrips*.

VI. LITERATURA CITADA

- Amézquita Zegarra G. (2022). Manejo integrado de plagas en el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) bajo condiciones del Valle de Huarmey Ancash. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina
- Arellano González, F. (2014). Diversidad de artrópodos en cultivos de arándano bajo manejo convencional y orgánico en la Región Metropolitana. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147853>
- Barrera J F. (2020). Conceptos, alcances e implicaciones del control biológico. En Arredondo Bernal H C, Tamayo Mejía F, Rodríguez del Bosque L A. (eds), en Fundamento y practica del control biológico de plagas y enfermedades, 15-40.
- Bulnes D R, & Orozco J. (2020). Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión de Literatura.
- Cermeli M, Perozo J & Piñango L. (2009). *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera, Thripidae) nuevo insecto plaga del algodón (Gossypium hirsutum L.) en Venezuela. *Entomotropica*, 24 (2), 85-88.
- Dogramaci M, Arthurs S, Chen J, McKenzie C, Irrizary F & Osborne L. (2011). Management of chilli thrips *Scirtothrips dorsalis* (Tysanoptera: Thripidae) on peppers by *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). *Biological Control - BIOCONTROL*. 59.10.1016/j.biocontrol.2011.09.008.
- Gutiérrez Durón S. (2021). Evaluación de Productos Bioestimulantes por Etapa Fenológica y Determinación de Áreas Agroecológicas Aptas Para el Cultivo de Arándano Azul en el Estado de Aguascalientes. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Hernández López E A. (2022). Diversidad de Insectos en el Cultivo de Arándano Azul *Vaccinium corymbosum* Bajo Manejo Convencional y Orgánico en Abasolo, Guanajuato, México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <https://doi.org/10.1111/jen.13066>

- Hernández-Hernández D. (2014). Estudio Nutritional de Arándano Azul (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi en Los Reyes, Michoacán. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados.
- Hoddle M S, Mound L A, & Paris D L. (2012). Thrips of California 2012. https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/thrips_of_california/Thrips_of_California.html
- Huang Wy, Zhang Hc, Liu Wx. (2012). Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. J. *Zhejiang Univ. Sci. B* 13, 94–102 (2012). <https://doi.org/10.1631/jzus.B1100137>
- INTAGRI. 2017. El Cultivo de Arándano. Serie Frutillas Núm. 17. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 10 p.
- INTAGRI. 2019. Manejo de enfermedades en arándanos. Serie fitosanidad, núm. 119. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 12p.
- INTAGRI-Capacitación agrícola (26 de septiembre del 2022). [Ciclo fenológico del arándano]. Facebook. Recuperado el 16 de septiembre de 2023 de <https://www.facebook.com/Intagrinet/posts/554411122305374/>
- Jiménez-Bonilla V, & Abdelnour-Esquivel A. (2013). Identificación y valor nutricional de algunos materiales nativos de arándano (*Vaccinium spp*). Tecnología en Marcha. Volumen 26, n°2. Pág 3-8. Abril-junio 2013. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7103/Identificacion_val_or_nutricional_algunos_materiales.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kakkar G, Kumar V, McKenzie C, & Osborne L. (2020). Cucumeris Mite (Suggested Common Name) *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Arachnida: Mesostigmata: Phytoseiidae). EDIS. 2017. 5. 10.32473/edis-in1158-2016. DOI: [10.32473/edis-in1158-2016](https://doi.org/10.32473/edis-in1158-2016)
- Knapp M, Van der End S, Klapwijk J, Moerman E, Van Schelt & De weert S. (2003). Conocer y reconocer, la biología de las plagas y enfermedades y de sus soluciones naturales, 70-71.
- Knapp M, van Houten Y, Hoogerbrugge H. & Bolckmans K. (2013). *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) como agente de biocontrol: revisión de la literatura y nuevos hallazgos. *Acarologia*, 53(2), 191-202.

- Lahiri S, & Yambisa A. (2021). Efficacy of a biopesticide and predatory mite to manage chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae) in strawberry. *The Florida Entomologist*, 104(4), 322-324.
- Liburd O, Panthi B. & Phillips D. (2020). Chilli Thrips on Blueberries in Florida. EDIS. 2020. 4. 10.32473/edis-in1298-2020.
- Mackenzie C, Osborne L & Maruniak J. (2012). *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae): Scanning Electron Micrographs of Key Taxonomic Traits and a Preliminary Morphometric Analysis of the General Morphology of Populations of Different Continents. *Florida Entomologist*. 94.B 941-955. 10.1653/024.094.0431.
- Maldonado Cruz E. (2017). Aislamientos de *Botryosphaeria* asociados al tizón del tallo de arándano y su patogenicidad, en Michoacán, Jalisco y Colima (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados.
- Mejía Mandujano M. (2022). Distribución estacional de Trips (Thysanoptera: Thripidae) en arándano en Sayula, Jalisco, México (Tesis Doctoral). Colegio de Postgraduados. Recuperado de: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/5018>
- Mesa P A. (2015). Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/6675>.
- Montiel Frausto L B, & Vásquez López A. (2021). *Botrytis cinerea*, agente causal de muerte de retoños de *Vaccinium corymbosum* L. CV. Biloxi en Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44(2), 261-261.
- Mound L A, & Palmer J M. (1981). Identification, distribution and host-plants of the pest species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae). *Bulletin of Entomological Research*, 71, pp 467-479 doi:10.1017/S0007485300008488
- Muere J, Jones R, Ogden E, Ehlenfeldt M, & Rowland L. (2020). Characterization and Analysis of Anthocyanin-Related Genes in Wild-Type Blueberry and the Pink-Fruited Mutant Cultivar 'Pink Lemonade': New Insights into Anthocyanin

- Biosynthesis. *Agronomy*. 10. 1296. 10.3390/agronomy10091296. Kumar V., Sello D., Schucter D.,
- Orga P J. (2021). Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en contenedores en Villacurí, Ica. (Tesis). Universidad Nacional Agraria L Molina. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4981/orga-porras-julian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ortiz J A, Infante F, Rodriguez D, & Toledo-Hernandez R A. (2020). Discovery of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) in blueberry fields of Michoacán, México. *Florida Entomologist*, 103(3), 408-410.
- Pérez Mejía F A. (2019). Cicadélidos (Hemiptera: Cicadellidae) asociados a arándano (*Vaccinium spp.*) en tres municipios del estado de Jalisco, México (Tesis de maestría). Colegio de Postgraduados.
- Productos para el control de plagas. (2023). Koppert México. Disponible en: [Productos para el control de plagas | Koppert México](#). (Consultado septiembre 2023).
- Red agrícola, página web. Visitada mayo 2023. *Scirtothrips dorsalis*, el invasor voraz que acecha al arándano - Redagrícola Colombia (redagricola.com).
- Rhodes E M. & Liburd O E. (2015). Nombre común: un ácaro depredador Nombre científico: *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Arachnida: Acari: Phytoseiidae). Universidad de Florida. Página web. *Neoseiulus californicus* (McGregor) (ufl.edu)
- Ritzinger R & Lyrene, P M. (1999). Flower Morphology in Blueberry Species and Hybrids. *HortScience* 34: 130-131.
- Rivadeneira M F. (2008). Etapas fenológicas en arándano durante las campañas 2006-2007. Buenos Aires. Argentina. Recuperado en mayo del 2023 de: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/10196/course/section/1617/2-Arandano-Etapas_Fenologicas.pdf
- Rivadeneira M F. (2022). Características botánicas, variedades, poda y manejo del cultivo en arándano. En Namesny A, Conesa C, Martín Olmos L & Papasseit P. (eds), en *Cultivo, poscosecha, procesado y comercio de berries*, 203-221.

- Rivadeneira, M & Carlazara G. 2011. Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos, Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina.
- Rodriguez Vélez B, Sarmiento Cordero M A, Rodriguez Vélez J M, Mendoza Ramirez M, Lomeli Flores J R. (2020). Artrópodos depredadores y parasitoides de artrópodos plaga. En Arredondo Bernal H C, Tamayo Mejía F, Rodríguez del Bosque L A. (eds), en Fundamento y practica del control biológico de plagas y enfermedades, 97-139.
- Ruíz Galván I. (2022). Identificación y biología de lepidópteros en frutillas (Tesis Doctoral). Colegio de Postgraduados. Recuperado de: <http://193.122.196.39:8080/xmlui/handle/10521/4923>
- Salas Araiza M D & Salazar Solís E. (2003). Importancia del uso adecuado de agentes biológicos de control. Acta universitaria, 13 (1), 29-35.
- Schoch C L, et al. NCBI Taxonomy: a comprehensive update on curation, resources and tools. Base de datos (Oxford). 2020: [baaa062](https://doi.org/10.1093/nar/nzab006). PubMed: [32761142](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32761142/) PMC: [PMC7408187](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC7408187/).
- Schoeller E N, McKenzie C L, & Osborne L S. (2022). Chilli thrips rose management using an *Amblyseius swirskii* or *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) pepper banker plant. *Journal of Applied Entomology*, 146(10), 1281-1292. Doi: <https://doi.org/10.1111/jen.13066>
- Seal D R, & Kumar V. (2010). Biological response of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), to various regimes of chemical and biorational insecticides. *Crop Protection*, 29(11), 1241- 1247.
- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2021). Ficha técnica para el diagnóstico de *Scirtothrips dorsalis*. Tecámac, México. Hernández Zetina D. A.
- SIAP, El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2021). Consultado en abril del 2023.
- Torres Huerta D. (2018). Evaluación de la disponibilidad del nitrógeno, en forma de amonio en el cultivo de arándano cv. 'Biloxi', en condiciones hidropónicas.

- Tesis de maestría. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo.
http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/6606
- USDA, (2021). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Plants database. Conservación de Recursos Naturales. Recuperado mayo 2023 de: <https://plants.usda.gov/home/plantProfile?symbol=VACO>
- Valenzuela Estrada L R, Vera Caraballo V, Ruth L E, Eissenstat D M. (2008). Root Anatomy, Morphology, and Longevity among Root Orders in *Vaccinium corymbosum* (Ericaceae). *American Journal of Botany* 95 (12): 1506-1514.
- Villalvazo Valdovinos R. (2022). Abundancia y diversidad de fitoseidos (Acari: Phytoseiidae) asociados a zarzamora (*Rubus sp.*), frambuesa (*Rubus idaeus L.*) y arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) en Michoacán, México (Tesis Doctoral). Colegio de Postgraduados.
- Villamarín Romero W P. (2022). Optimización de la liberación, establecimiento y almacenamiento del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) (Tesis de maestría) Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4a2f47e1-3e87-40ec-9785-fb01155e62f3/content>
- Zamora Landa Á I, Estrada Virgen M O, Lemus Soriano B A, Morales Hernández M, Martínez Magaña M, & Cambero-Campos O J. (2023). Primer Reporte de *Scirtothrips dorsalis*. Causando Daños al Cultivo de Vid en Jalisco, México. *Southwestern Entomologist*, 48(1), 283-286.
DOI:[10.3958/059.048.0129](https://doi.org/10.3958/059.048.0129)