

MAESTRÍA EN AGROBIOTECNOLOGÍA

**Distribución temporal de la artropofauna presente en
arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) en Los Reyes,
Michoacán**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

PRESENTA:

Ing. Mario Abraham Gutiérrez Macías

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Mayra Ramos Lima

CODIRECTOR DE TESIS:

Dr. Jesús Alberto Acuña Soto

Los Reyes de Salgado, Michoacán a 13 de octubre de 2023



La presente tesis titulada “Distribución temporal de la artropofauna presente en arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) realizada por el alumno Mario Abraham Gutiérrez Macías, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido APROBADA por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN AGROBIOTECNOLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR



DIRECTORA DE TESIS: _____

Dra. MAYRA RAMOS LIMA



ASESOR EXTERNO: _____

Dr. JESÚS ALBERTO ACUÑA SOTO



ASESOR 1: _____

MC. YOLANDA RUIZ SUÁREZ



ASESOR 2: _____

MC. PEDRO SANDOVAL ESTRADA

Los Reyes de Salgado, Michoacán, a 13 de octubre del 2023

SINTESIS CURRICULAR

Mario Abraham Gutiérrez Macías se graduó de la carrera de Ingeniería Agrónoma, de la especialidad Fitomejoramiento, en la Facultad de Agrobiología “Presidente Juárez”, de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, con promedio de 9.2 en 2007; en estos momentos labora en la empresa Driscoll’s Operaciones SA de CV, como Gerente de Operaciones de Los Reyes. Ingresó en la Maestría en Agrobiotecnología en febrero del 2020, desde ese momento y hasta la fecha ha sido un estudiante disciplinado y constante lo que le permitió obtener un promedio de 99.0. Realizó la investigación para su tesis con una gran dedicación, cumplió con la difícil tarea de la identificación de los grupos taxonómicos que se presentaron en su estudio, así como el análisis ecológico y estadístico de los resultados, demostrando dominio del tema y buscando solución a las interrogantes que se presentaron. Durante el período en que cursó la maestría participó como ponente y autor en el 8vo Congreso de Ciencia y Tecnología Agropecuaria auspiciado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas y como coautor en el XVI Congreso Internacional de Investigación Científica celebrado en Santo Domingo, República Dominicana, con la publicación de las memorias correspondientes. Mario se ha destacado por la constancia y el interés, lo que le ha permitido cumplir con todos los requisitos exigidos para obtener el grado de Maestro en Agrobiotecnología y además, ser de los primeros titulados de su generación. Debido a su promedio, es candidato a la titulación con Mención Honorífica.

AGRADECIMIENTOS

- A la Dirección General y a la Subdirección de Investigación y Posgrado del Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, que me apoyaron en los trámites administrativos y con ello hicieron posible que este trabajo y el proceso de obtención del Grado, se realizara con éxito.
- Al proyecto de investigación “Distribución temporal de fitoácaros en arándanos (*Vaccinium corimboosum* L.)” financiado por el Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes, por el soporte técnico y financiero a mi tesis.
- A los miembros del Comité Tutorial: MC. Yolanda Ruiz Suárez y MC. Pedro Sandoval Estrada, cuyas sugerencias y criterios acertados fueron muy útiles en el desarrollo de la investigación.
- A mi asesora, Dra. Mayra Ramos y coasesor Dr. Jesús Alberto Acuña Soto, sin cuyas oportunas recomendaciones no hubiera sido posible la culminación de la investigación.
- A mis compañeros de grupo, por el apoyo y la amistad.
- A la Empresa Driscoll’s por el apoyo y flexibilidad en tiempo y espacio para poder realizar esta maestría.
- A los productores Gabriel Barragan y Luis Manuel Garcia, por facilitarme sus huertos y colaboración para realizar esta investigación.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a mis padres: el Ing. Mario Gutiérrez Tovar y la Sra. Lilia Merced Macias Ochoa, ya que sin su apoyo no hubiera llegado hasta aquí, por sus consejos, por confiar en mí en todo momento y motivarme a seguirme superando.

A mi esposa Marcela Edith Avalos Mora, por su cariño, por motivarme, por confiar en mí y apoyarme de manera incondicional siempre.

A mis hijos Jose Fernando, Jaquelin Alessandra, Jairo Josiel y Mario Isaac por ser mi gran motivación para seguirme desarrollando profesionalmente y ser ejemplo para ellos.

A mi hermano Mario Isaac Gutiérrez Macias (+), quien siempre me apoyo de manera incondicional, a quien le prometí que realizaría este posgrado.

ÍNDICE		Página
	INTRODUCCIÓN	1
	JUSTIFICACIÓN	3
	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
	HIPÓTESIS	4
	OBJETIVOS	5
CAPÍTULO I	MARCO TEÓRICO	7
	I.1. Generalidades del cultivo del arándano	7
	I.2.1 Ciclo del cultivo y etapas fenológicas	10
	1.3. Principales plagas del arándano	12
	1.3.1.. Generalidades de los ácaros como plaga	14
	I.4. Importancia de los estudios ecológicos	19
CAPÍTULO II	MATERIALES Y MÉTODOS	25
CAPÍTULO III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
CAPÍTULO IV	CONCLUSIONES	54
CAPÍTULO V	RECOMENDACIONES	56

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Rama con yemas normales (A) y abortadas (B)	4
Figura 2. Crecimiento vegetativo del arándano.....	11
Figura 3. Crecimiento reproductivo del arándano	11
Figura 4. Adulto de <i>Tetranychus</i> sp. y presencia de sus huevos	15
Figura 5. Aborto en yemas florales de arándano producido por <i>A. vaccinii</i>	16
Figura 6. Localización satelital de las huertas en estudio	25
Figura 7. Vista general de las huertas; GB Islas (A), Loma (B)	26
Figura 8. Muestreo en huertas de arándanos	26
Figura 9. Microfotografía y estereofotografía de <i>Scirtothrips dorsalis</i>	31
Figura 10. Estereofotografía de <i>S. dorsalis</i> en la inserción de frutos y daños en las hojas.....	32
Figura 11. Huevos de Chrysopidae observados en hojas de arándanos	32
Figura 12. Larva y huevo de <i>E. consors</i>	33
Figura 13. . Quelíceros edentados y lisos de <i>E. consors</i>	34
Figura 14. Placa ventrianal de <i>E. consors</i> (♀)	34
Figura 15. Espermateca de <i>E. consors</i> (♀)	34

Figura 16.	Aparato empodio-ambulacral del tarso I ♀ y edeago de <i>T. ludeni</i> ♂.....	36
Figura 17.	Placa dorsal de opistosoma de la hembra de <i>B. yothersi</i>	37
Figura 18.	Espermateca de <i>B. yothersi</i>	37
Figura 19	<i>B. yothersi</i> colectado de las hojas de arándanos	38
Figura 20	<i>Tarsonemus</i> sp. ♀ registrado en arándanos (A microfotografía y B foto al estereomicroscopio)	39
Figura 21	Ácaros de la familia Iolinidae	40
Figura 22.	Ácaros de la Superfamilia Acaroidea: <i>Tyrophagus</i> sp.	40
Figura 23.	Distribución temporal de artrópodos en relación con la temperatura y humedad relativa medias y precipitaciones acumuladas en la huerta en la huerta GB Islas.	44
Figura 24.	Gráfico Bi-plot para las variables evaluadas en la huerta GB Islas.....	47
Figura 25	Distribución temporal de artrópodos en relación con la temperatura y humedad relativa medias y precipitaciones acumuladas en la huerta en la huerta Loma.....	48
Figura 26.	Gráfico Bi-plot para las variables evaluadas en la huerta Loma.....	50

LISTA DE CUADROS

	Página
Tabla 1. Artrópodos registrados en las dos huertas de arándanos en estudio	30
Tabla 2. Riqueza específica (S) de los taxones de ácaros y H' (Diversidad de Shannon Weaver) para cada huerta.....	41
Tabla 3. Valores de las componentes principales para la huerta GB Islas.....	46
Tabla 4. Valores de las componentes principales para la huerta Loma.....	49

RESUMEN

La incidencia de plagas en el cultivo del arándano limita y disminuye la cantidad y calidad de las cosechas, dentro de las plagas que pueden atacar a este cultivo se destacan los microorganismos y los artrópodos particularmente dañinos como los enrolladores de hoja, áfidos, trips, escamas, piojos harinosos, drosófilos y ácaros, los que se presentan prácticamente durante todas las etapas del cultivo. En varias huertas de arándanos en Los Reyes, se han detectado aborto de yemas de particular importancia; en la campaña correspondiente al año 2019, se registraron pérdidas en los volúmenes de cosecha, producto de este síntoma. No se hallaron estudios precedentes que describan la distribución temporal de artropofauna presente en el cultivo, asociado a este síntoma, lo que constituyó el objetivo general del mismo. Para ello, se identificaron los artrópodos presentes en un ciclo fenológico del cultivo en dos huertas de arándano y se describieron las relaciones ecológicas que se establecieron entre las mismas, en las diferentes fases fenológicas y variables del clima. Se halló un total de 7 taxones diferentes de artrópodos en las dos huertas estudiadas, de ellos los ácaros *Tetranychus ludeni* Zaher y *Brevipalpus yothersi* Baker constituyen nuevos informes para el cultivo, para México. El registro de *B. yothersi* es de gran importancia para la fitosanidad del cultivo por el daño directo que produce, por la acción tóxica de su saliva y porque está reportada como vector de numerosos virus de plantas. En el análisis de las relaciones ecológicas se determinó que se registra una mayor riqueza de especies en Loma, ya que en la misma se detecta a *T. ludeni* y *Tyrophagus* sp. que no fueron hallados en GB Islas. Tanto en GB Islas, como en Loma, la distribución temporal de los artrópodos señaló que *S. dorsalis* es un taxón dominante, que se registró desde los primeros brotes vegetativos. Cuando se incrementaron las precipitaciones por encima de 40 mm disminuyó la población de este insecto, pero una vez que el periodo lluvioso termina, el trip incrementa de nuevo su nivel poblacional. *B. yothersi* aumentó su nivel poblacional de manera importante cuando el cultivo entra en la fase fenológica de floración y mostró un comportamiento similar al de *S. dorsalis* con respecto a las lluvias. El análisis general de la distribución temporal permitió establecer un modelo de pronóstico preliminar de las plagas basado en la fenología del cultivo y las lluvias acumuladas, con toma de decisiones desde la etapa vegetativa para *S. dorsalis* y a partir de la floración para *B. yothersi*, y considerar además la incidencia de las precipitaciones. Aunque no se registró aborto de yemas, se considera que la incidencia de *S. dorsalis* y *B. yothersi* pudieran ser la causa de este problema fitosanitario en arándanos.

ABSTRACT

The pest incidence in blueberries orchard limits and decreases the quantity and quality of the crops. Within the pests that can attack this crop, microorganisms and particularly harmful arthropods such as leaf rollers, aphids, thrips, scales, mealybugs, drosophilids and mites, which are present practically during all the phenological stages of the crop. In several blueberry orchards in Los Reyes, bud abortion of particular importance has been detected; In the campaign corresponding to the year 2019, losses in harvest volumes were recorded as a result of this symptom. No previous studies were found that describe the temporal distribution of arthropofauna present in the crop, associated with this symptom, which constituted its general aim. For this, the arthropods present in a phenological cycle of the crop in two blueberry orchards were identified and the ecological relationships established between them were described, in the different phenological phases and climate variables. A total of 7 different taxa of arthropods were found in the two orchards studied, of which the mites *Tetranychus ludeni* Zaher and *Brevipalpus yothersi* Baker constitute new reports for the crop, for Mexico. The registration of *B. yothersi* is of great importance for the plant protection of the crop due to the direct damage it produces, due to the toxic action of its saliva and because it is reported as a vector of numerous plant viruses. In the analysis of the ecological relationships, it was determined that a greater richness of species is recorded in Loma, since *T. ludeni* and *Tyrophagus* sp. that were not found in GB Islands. Both in GB Islands and in Loma, the temporal distribution of the arthropods indicated that *S. dorsalis* is a dominant taxon, which was recorded from the first vegetative shoots. When rainfall increased above 40 mm, the population of this insect decreased, but once the rainy season ends, the thrips increases its population level again. *B. yothersi* increased its population level significantly when the crop enters the phenological phase of flowering and showed a behavior similar to that of *S. dorsalis* with respect to rainfall. The general analysis of the temporal distribution made it possible to establish a preliminary pest forecast model based on crop phenology and accumulated rainfall, with decision-making from the vegetative stage for *S. dorsalis* and from flowering for *B. yothersi*. and also consider the incidence of rainfall. Although bud abortion was not recorded, it is considered that the incidence of *S. dorsalis* and *B. yothersi* could be the source of this phytosanitary problem in blueberries.

INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) se ha incrementado de forma exponencial, tanto en la cantidad de área dedicadas a esta frutilla, como en el aumento del consumo, producción y exportación. El cultivo empieza a tener auge México en el 1996 y el crecimiento en la última década se valora en un 800%. La producción de arándanos en el 2020 fue de 50 293 t, lo que significa un incremento por quinto año consecutivo y se señala que, en los últimos 10 años, la tasa media anual de crecimiento ha registrado un 25.1% (SADER, 2020).

Michoacán, con su diversidad de producción agrícola y de condiciones agroclimáticas ha posibilitado el desarrollo comercial de diversos frutales de exportación, entre los que sobresalen las berries (arándanos, zarzamoras, fresas y frambuesas), estas representan un porcentaje significativo de la superficie cultivada. Esto ha permitido el desarrollo de una Cadena Agroalimentaria representada por todos sus actores: investigadores, certificadoras, viveros, pasando por asesores y productores, hasta llegar a las industrias exportadoras del producto final. En este contexto, existe un incentivo para la participación de todas las especialidades científicas requeridas en la cadena, de manera tal que se pone a disposición de los productores, técnicos y profesionales la información entregada por investigadores en variedades, control de plagas, entre otros resultados, con el fin de proporcionar el soporte técnico para el desarrollo y fortalecimiento de la Cadena Agroalimentaria de Berries del estado (FMC, 2009).

En el estado de Michoacán, la superficie sembrada de arándanos es de 761 h, lo que equivale a un 16% del total de la superficie cultivada y se encuentra distribuida en los municipios de Tangancícuaro, Salvador Escalante y Los Reyes siendo este último el principal productor, seguido por los municipios de Tangancícuaro y Salvador Escalante, respectivamente (SIAP, 2019).

Como parte integrante de la cadena agroalimentaria, se ha reconocido que las bayas de arándano son muy nutritivas, ricas en fibra y libre de grasas y sodio. El aporte calórico que realizan cuando se consumen es relativamente bajo, aproximadamente de unas 30 calorías/100 g; cuentan con un buen contenido de provitamina A, vitaminas C, E y magnesio, poseen sales minerales dentro de la composición como el potasio, el fósforo y calcio, las cuales se encuentran en una proporción de 80, 12 y 10 mg/100 g; a esto se une que contiene diversas sustancias que le confieren sus grandes propiedades curativas, tales como taninos, flavonoides y antocianos, entre otros (FICHA ARÁNDANOS, 2015).

En este sentido, Cardoso (2021) ha aseverado que una de las propiedades más significativas que poseen los arándanos es su elevado contenido en antioxidantes, unas sustancias que previenen el envejecimiento celular y aportan múltiples beneficios para la salud, puesto que neutralizan los radicales libres.

Como cualquier otra especie vegetal cultivada, la incidencia de plagas en el arándano limita y disminuye la cantidad y calidad de la cosecha. Dentro de las plagas que pueden atacar a este cultivo se destacan los microorganismos que producen el tizón de punta, tizones en general, manchas foliares, royas, antracnosis, momificación del tallo, pudrición de raíz, cáncer bacteriano y virus. Además, hay artrópodos particularmente dañinos como los enrolladores de hoja, áfidos, thrips, escamas, piojos harinosos, mosquita midge y ácaros, los que se presentan prácticamente durante todas las etapas del cultivo (Larraín *et al.*, 2007).

En cuanto a los ácaros, el criterio sobre el verdadero papel de estos organismos en el cultivo es controvertido. Por ejemplo, Ayala-Ortega (2014) señaló que las especies de ácaros *Oligonychus ilicis* (Mc Gregor) y *Tetranychus urticae* (Koch) han aprovechado las nuevas condiciones que provee la agricultura intensiva y se han convertido en un problema fitosanitario en arándano, es así que ocasionan daños mecánicos, como lesiones en el mesófilo de las hojas, las que se decoloran y posteriormente se necrosan, además señaló que limitan la actividad fotosintética de la planta y consecuentemente disminuye la producción. Otros autores indican que el eriófido *Acalitus vaccinii* (Keifer) (Cromroy y Kuitert, 2017) es una plaga que provoca graves daños en las yemas y consecuentemente, en los niveles de cosecha. Por su parte, Bucio *et al.* (2016) indicaron en su estudio que las poblaciones fueron bajas y no registran daños asociados.

En varias huertas de arándanos en Los Reyes, se han detectado aborto de yemas de particular importancia; en campañas anteriores este síntoma se había observado de manera puntual y aislada, pero en la correspondiente al año 2019, se registraron pérdidas en los volúmenes de cosecha, producto de este síntoma.

De manera empírica, se ha relacionado a la presencia de ácaros el aborto de yemas florales, asociándolo con sintomatologías similares que se muestran en otras especies de frutillas, con otros taxones de ácaros y en otras latitudes; se ha valorado que *A. vaccini*, especie cuarentenada para México, pudiera estar vinculada a este síntoma, no se ha considerado que otra plaga pudiera ser la causa de este problema fitosanitario.

En Los Reyes, no se han realizado estudios precedentes que describan la artropofauna presente y lo vinculen con los síntomas antes descrita en el cultivo, por lo que el estudio de su biodiversidad y la descripción de las relaciones ecológicas que entre ellas se establecen, en relación con las fases fenológicas y las variables del clima, resultarían elementos de base imprescindibles elementos de base para evaluar su posible asociación con el aborto de flores y posteriormente elaborar un programa para su manejo y toma de decisiones fitosanitarias.

JUSTIFICACIÓN

En observaciones generales en campo sobre la presencia de la artropofauna en arándanos en la localidad de Los Reyes, se ha encontrado que hay yemas florales que no logran abrir y muestran daños desde los primeros días de brotación, esto reduce significativamente el rendimiento esperado por planta.

Un elemento de soporte fundamental que pudiera ofrecer datos relevantes para solucionar esta problemática, sería la ejecución de estudios de la distribución temporal de la artropofauna en general y de los fitoácaros en general, sobre la base de la identificación de las especies presentes, relacionadas con las fases del ciclo fenológico del cultivo, además de la descripción de las relaciones ecológicas que se establecen entre ellos, en cada momento. Para esto se tendrán en cuenta los sistemas de vida, la dinámica de las poblaciones y las escalas ecológicas (Sharov, 1996).

Para la ejecución de este estudio, se tuvo en cuenta que la distribución temporal de los artrópodos, de forma general, está gobernada por un complejo proceso de interacciones exógenas (denso-independientes) y endógenas (denso-dependientes), las cuales repercuten en la regulación poblacional; si bien estos instrumentos se emplean en el análisis poblacional de las especies fitófagas mundialmente, los estudios de distribución temporal aplican estas útiles herramientas, que también sirven de base para definir el patrón de dispersión de una plaga, tal como señalaron Orenstein *et al.* (2003).

También se tuvo en consideración que los sistemas de vida de las poblaciones tienen un entramado complejo que requieren del conocimiento de los atributos esenciales que les son inherentes. Estos atributos, como son las fluctuaciones poblacionales en el tiempo (distribución temporal) y su relación con las variables fenológicas, climáticas, entre otras son herramientas que permiten establecer medidas precisas para la elaboración de programas de control y manejo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la región de Los Reyes, en los últimos años se han detectado yemas florales de arándano que no brotan, en la mayoría de las variedades y que inicialmente “parecen” sanas. Los daños en yemas van de moderado a grave, siendo la variedad A-1 (variedad registrada por Driscolls) la más afectada. Paralelamente, se ha observado la presencia de ácaros y otros artrópodos en las yemas y se ha relacionado ese aborto, con ese hallazgo, aún sin confirmar la especie involucrada. En la Fig. 1, se pueden observar ramas con yemas normales y abortadas.



A

B

Figura 1. Rama con yemas normales (A) y abortadas (B) (fuente: fotografía propia).

Uno de los inconvenientes de los ácaros como plaga es su pequeño tamaño, el productor detecta que ha tenido un problema fitosanitario con estos, cuando ya los daños son visibles e irreversibles y en muchas ocasiones cuando los ácaros no están presentes, por lo que son necesarias investigaciones taxonómicas y ecológicas que pueden ayudar a esclarecer cuáles especies están presentes y el momento en que inician sus poblaciones para posteriormente, hacer la toma de decisiones fitosanitarias. Un estudio de distribución temporal puede ser muy útil para lograr estos objetivos.

HIPÓTESIS

Si se describe la biodiversidad de la artropofauna presente y se explican las relaciones ecológicas que se establecen entre los taxones durante un ciclo fenológico sobre arándano, se podrá explicar su distribución temporal como base para la toma de decisiones fitosanitarias.

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir la distribución temporal de la artropofauna en cultivares de arándanos en huertas de Los Reyes.

Objetivos específicos

1. Describir la biodiversidad de la artropofauna durante un ciclo fenológico del cultivo de arándanos en dos huertas en Los Reyes.
2. Explicar las relaciones ecológicas que se establecen entre los taxones registrados en relación con las fases fenológicas y las variables del clima.

CAPÍTULO I

I. MARCO TEÓRICO

I.1. Generalidades del cultivo del arándano

Berries, frutas suaves, frutos rojos o bayas, son los nombres que se les da a un conjunto integrado por varias frutas entre las que se encuentran las fresas, zarzamora, frambuesa, arándano y otros. Son frutos de suma importancia por su alto contenido de antioxidantes, entre los que destacan diversos tipos de flavonoides, los cuales están altamente relacionados con el desarrollo de la capacidad intelectual juntamente con los ácidos grasos omega-3 y la vitamina B. México es uno de los países productores de frutos suaves, año tras año se incrementa el número de hectáreas cultivadas con fresas, zarzamoras, frambuesas, arándanos y otros (Cruz-Esteban y Garay-Serrano, 2017).

Como respuesta a la demanda creciente de las *berries* en el mundo, tanto los productores como la industria han desarrollado proyectos de diversificación geográfica de cultivos en entidades del país con características climáticas óptimas, calidad de suelos y oportunidad de ofrecer las frutas en periodos estacionales diferentes. En estas condiciones, empresas nacionales y extranjeras han invertido en México, con lo que se ha consolidado como un actor importante en la producción mundial de frutillas. Cabe señalar que este tipo de cultivos, por su alto valor, potencia la rentabilidad de pequeñas superficies, por lo que la integración de pequeños productores es viable y, bajo esquemas de uniones y asociaciones, se puede contribuir al desarrollo de pequeños productores y a un mayor posicionamiento de México en el comercio mundial de frutillas (SAGARPA, 2017).

Según estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera para el 2017 México se convirtió en el tercer productor mundial de arándano y fresa, cuarto productor mundial en frambuesa y el primero en producción de zarzamora. El estado de Michoacán es uno de los mayores productores y exportadores de frutillas, lo que representa un componente importante en su economía y, por ende, en la de México (SIAP, 2017).

El arándano, mora azul o *blueberry* es una planta recientemente domesticada y en los últimos años la superficie cultivada de esta especie ha incrementado notablemente como resultado de la alta demanda del fruto por sus excelentes propiedades organolépticas y nutritivas. Es una planta que se caracteriza por tener una alta vida productiva de alrededor de 20 años o más con buen manejo y bajo condiciones óptimas de clima y suelo (INTAGRI, 2017).

Constituyen un grupo de especies nativas del Hemisferio Norte, que pertenecen al género *Vaccinium* de la familia de las Ericáceas; representa una de las especies de más larga domesticación, cruzamientos y mejoras genéticas, lo que ha posibilitado que los arándanos cultivados se establezcan en climas fríos, cálidos y mediterráneos y su oferta se extiende durante todo el año. De las variedades cultivadas, la de mayor importancia es el arándano “Alto” (*highbush*), que representa más del 80% de las especies cultivadas, le sigue la variedad especie “Ojo de Conejo” (*rabbiteye*), con una proporción de alrededor del 14%. El arándano Alto fue la que primero se introdujo a cultivo, es una planta originaria de la costa este de América del Norte y que bajo condiciones de cultivo puede alcanzar alturas de hasta 2,5 m. Debido al largo proceso de mejoramiento al que este cultivar ha sido sometido, que se inició en 1906, es el tipo de arándano que muestra la fruta de mejor calidad en cuanto a tamaño y sabor (González *et al.*, 2017).

El cultivo se desarrolla con éxito en México, Estados Unidos y Canadá en el continente americano y en los países de Europa como Alemania, Bulgaria, Dinamarca, España, Rusia, Francia, Italia, Letonia, Lituania, Noruega, Holanda, Polonia, Portugal, Rumania, Suecia, Suiza, Ucrania y Uzbekistán. Se cultiva en 23 países alrededor del mundo de los cuales Estados Unidos es el líder, con una producción que supera las 200 toneladas anuales (201 032 toneladas en el 2011) representando más de 50% de la producción total del 2011, seguido por su vecino Canadá con 112 363 t y posteriormente Francia (9 379 t), Polonia (8 595 t), México (6 704 t), Alemania (6 608 t) y Holanda (5 722 t), principalmente (FAO, 2013).

En México, el arándano se produce solamente en ocho estados y son Jalisco y Colima los más importantes, ya que sus producciones superan el 70% del total nacional, seguido de Baja California, Michoacán, Puebla, Sinaloa, Sonora y Estado de México (SIAP, 2017).

Aunque el arándano no es tan consumido en México, ha adquirido mucha fama y una gran demanda, razón por lo que, en 2018, el país se convirtió en el tercer mayor productor mundial, con una superficie sembrada de 3 652 ha, con un nivel productivo que alcanzó un rendimiento de 22 t /ha. Los estados que registran mayor rendimiento son Jalisco, Michoacán y Baja California. Este cultivo se produce bajo la modalidad convencional y de agricultura orgánica (TecnoAgro, 2019).

Este crecimiento se ha observado en México, impulsado principalmente por las bondades de estar cerca del mercado de Estados Unidos y por la diversidad climática. Las condiciones climáticas y la

cercanía con el mercado demandante hacen del arándano un cultivo altamente rentable en México (INTAGRI, 2017).

El arándano es un arbusto que varía en su tamaño dependiendo de la especie de que se trate, posee raíces fibrosas y superficiales que se benefician en gran manera de la asociación con micorrizas. El fruto es una baya cilíndrica de 0.5 a 1.5 centímetros de diámetro de color azul a negro cubierto por una capa cerosa; su atractivo comercial está dado por sus propiedades organolépticas y nutritivas. La planta se ha adaptado a diversos climas, pero es indispensable que estos lugares tengan un clima con suficientes horas frío (400 a 1200) para el buen desarrollo del cultivo. Después de completar su necesidad de frío la planta rompe el estado de reposo y se vuelve sensible a las bajas temperaturas (Undurraga y Vargas, 2013).

Desde el punto de vista de sus propiedades para la salud humana, se ha señalado que se trata de una especie ampliamente utilizada en la medicina tradicional desde la antigüedad hasta la actualidad. Ya sea en infusión, su jugo o su fruto, su poder curativo es ampliamente reconocido y se basa en sus propiedades antidiarreicas, hipoglucémicas, antibacterianas, antiinflamatorias, antioxidantes y astringentes, entre otras. Desde tiempos muy antiguos, especialmente entre las tribus indígenas americanas, se han utilizado los arándanos para la prevención y el tratamiento de enfermedades. Sus propiedades curativas se resumen a continuación (Anónimo, 2017):

- Refuerzan el sistema inmunológico
- Son ricos en vitaminas B, C y minerales como el hierro
- Contiene antioxidantes taninos y antocianinas
- Aportan propiedades antiinflamatorias, anti infecciosas y antibióticas
- Limpian y ayudan a mantener saludables las vías urinarias
- Son útiles en caso de diarreas
- Cuidan la salud del corazón disminuyendo las probabilidades de sufrir enfermedades cardiacas
- Ayudan a prevenir el cáncer
- El jugo de arándano contiene sustancias benéficas que sirven en la medicina naturalista

- Combaten las bacterias, no permiten que se peguen en la pared del intestino o de las vías urinarias
- Mejoran la salud de los dientes y de encías
- Ayudan a eliminar toxinas
- Disminuyen el ácido úrico y son recomendables para la limpieza de los riñones
- Su contenido carece de grasas, sodio y colesterol.

I.2.1. Ciclo del cultivo y etapas fenológicas

El desarrollo y el crecimiento son importantes de modo que el cultivo del arándano se da entre el primero y el segundo año después de la siembra, posteriormente las primeras cosechas son realizadas en el tercer y el cuarto año, sin embargo, la estabilidad de la cosecha se obtiene a los 7 años de edad (Carrera, 2012).

Meyer y Prinsloo (2003) han referido que el ciclo anual del desarrollo del cultivo del arándano que se ha presentado en Norteamérica, se encuentra dividido en varias fases que se suceden en relación a las estaciones que existen (Fig. 2):

- Desarrollo vegetativo, que es el crecimiento de los ápices vegetativos y acumulación de carbono y de reservas de nutrientes;
- Botón floral de iniciación, cuando se da inducción a la floración y la transición de los ápices de vegetativo a reproductivo;
- Floración, cuando se llevan a cabo procesos biológicos como la polinización y fertilización;
- Fructificación, es el desarrollo del fruto, junto con el crecimiento de estructuras vegetativas y el crecimiento y la maduración de las estructuras reproductivas.



Figura 2. Crecimiento vegetativo del arándano (fuente: Rivadeneira y Carlazara, 2011).

Rivadeneira y Carlazara (2011) han descrito que el crecimiento del cultivo del arándano se encuentra dividido en dos partes, el primero es el vegetativo y el segundo es el reproductivo, estos investigadores han logrado especificar cuatro etapas del crecimiento vegetativo donde el primero es considerado como la yema vegetativa, el segundo es el brote caracterizado por entrenudos cortos, el tercero es el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y finalmente el cuarto es una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos (Fig. 2).

Meyer y Prinsloo (2003) consideraron seis etapas de crecimiento para el cultivo del arándano: primero se va a obtener una yema hinchada que dará como resultado las flores, después la yema se abrirá, dando inicio a la etapa de la floración, posteriormente saldrá la flor con la corola abierta, más adelante habrá caída de la corola y cuaje del fruto y finalmente estará el fruto verde (Fig. 3).



Figura 3. Crecimiento reproductivo del arándano (fuente: Rivadeneira y Carlazara, 2011).

I.3. Principales plagas del arándano

Aunque hay más de 300 especies de especies identificadas que inciden en el arándano en el mundo, solo unas pocas revisten importancia económica y constituyen problemas crónicos con requerimiento de control todos los años. Las plagas más severas son aquellas que atacan a los frutos, a las yemas o que amenazan la sobrevivencia de la planta (Larraín *et al.*, 2007).

García y García (2003) enumeraron a los principales microorganismos que dañan el arándano y que se describen a continuación:

- *Phytophthora cinnamomi* Rands provoca la pudrición radicular. En la parte aérea se observa un amarillamiento de nervaduras en las hojas maduras, el que continúa hasta cubrir toda la hoja y posteriormente se observa defoliación. En las raíces hay presencia de goma a la altura del cuello de la planta, con formación de canchales, muerte de la corteza y la lesión puede abarcar todo el cuello de la planta. En las raíces, se observa muerte de raicillas y raíces las cuales toman una tonalidad negruzca.
- *Botrytis cinerea* Pers, este se caracteriza por una pudrición húmeda, de color pardo-marrón que posteriormente, en condiciones de alta humedad, se cubre con masas de esporas grises de aspecto algodonoso, precisa de alta humedad ambiental, zonas con neblina permanente y rocíos abundantes. La infección se favorece con temperaturas entre los 15 a 24 °C y presencia de agua sobre la superficie del tejido.
- *Alternaria* sp., hongo que se incrementa con una humedad sobre la hoja mayor a 10 horas y temperaturas entre 18 a 28°C.
- *Colletotrichum* sp., se ha identificado que produce la enfermedad conocida como Antracnosis. Este hongo puede afectar a ramas, hojas y flores, pero los daños más graves los provoca en los frutos. En este caso, se requiere un análisis y tratamiento particular de la enfermedad, ya que los frutos pueden ser asintomáticos en la planta y producir grandes pérdidas en post-cosecha. La infección tiene lugar durante la floración, manifestándose el daño en el momento de la recolección. Se reconoce por un hundimiento sobre el fruto y la formación de esporas color salmón.
- También hay enfermedades producidas por bacteriosis, como es el caso de *Agrobacterium tumefaciens* (Smith y Townsend), que ataca el sistema radicular debilitando la planta y produciendo incluso, su muerte. En la base de las cañas, o en las raíces principales de plantas las afectadas se pueden apreciar unas agallas o tumores. Cuando se infectan plantas de más

de dos años de edad, las hojas adquieren prematuramente un color rojizo, volviéndose luego marrón-amarillentas a medida que la enfermedad avanza. Además, se han detectado numerosas virosis y micoplasmosis (Farr *et al.*, 1989).

Dentro de los artrópodos plaga, Prado (2011) mencionó a 17 especies, entre insectos y ácaros asociados al arándano, los principales se describen a continuación:

- Mosca de alas manchadas o mosca de la fruta (*Drosophila suzukii* Matsumara), este díptero es un insecto polífago que vive de forma óptima a una temperatura de 20°C, aunque temperaturas inferiores inverna en estado de adulto, aun con clima mediterráneo puede ser activa durante todo el año. Daña la fruta sana al comienzo de la maduración a diferencia de la mosca del vinagre común, que lo hace sobre fruta caída, sobre madura o en mal estado, cuando la fruta esta recién picada los síntomas pasan inadvertidos y se deben examinar minuciosamente para observar la picadura; practica un orificio donde deposita los huevos, las larvas se desarrollan en su interior alimentándose de la pulpa y se observa un colapsamiento alrededor de la zona de alimentación del fruto, el cual acaba pudriéndose (Torres Pérez, 2017).
- *Aphis gossypii* Glover esta es una especie extremadamente polífaga, prefiere las regiones más cálidas, se encuentra entre las principales plagas que afectan a los cultivos hortícolas, siendo los principales vectores de virus de plantas tanto en sistemas naturales como en cultivados. Ocasiona el debilitamiento de la planta por la succión del contenido celular de los órganos de la planta, provocan deformación de hojas y segregan gran cantidad de melaza, instalándose a continuación el hongo negrilla (*Capnodium* sp.) (Torres Pérez, 2017).
- *Rhagoletis mendax* Curran, esta mosca es específica de las plantas del género *Vaccinium*, el cual incluye arándanos cultivados comercialmente, arándanos silvestres y arándanos rojos, se alimentan dentro de la fruta, haciendo que no se pueda comercializar, se nutren dentro de la baya, y como consecuencia esta se suaviza y se cae de la planta; a veces los síntomas del ataque larval no son visibles hasta que la fruta ha sido cosechada o hasta que está en posesión del consumidor (Burkness y Hutchison, 2018).
- Piojos algodonosos, son insectos que pertenecen al orden Hemiptera y a la familia Pseudococcidae, a la cual corresponden unas 2 200 especies alrededor del mundo. El nombre común de la cochinilla harinosa deriva de la secreción de cera blanca, en polvo o harinosa; se encuentran distribuidas principalmente en regiones tropicales y subtropicales, se

manifiestan como un debilitamiento en la planta, también se puede observar decoloraciones de las hojas, acompañadas de necrosis en los bordes, lo que puede afectar todas las etapas fenológicas del cultivo y causar pérdidas de la cosecha (Palma Jiménez *et al.*, 2019).

- Trips, Torres Pérez (2017) ha reconocido como una plaga importante en el arándano el llamado comúnmente trips de las flores (*Frankliniella occidentalis* Pergande); es uno de los insectos del orden Thysanoptera de mayor peligrosidad en el mundo, ya que produce importantes pérdidas económicas, en cualquier caso las generaciones se superponen, aumentando su población con la temperatura y desarrollándose de forma óptima a (20-25°C); se alimentan del polen de las flores, incidiendo negativamente en la polinización y provocando aborto de flores, succiona el contenido celular de hojas y frutos provocando con sus picaduras decoloraciones, manchas y deformaciones. Recientemente otra especie de trip fue registrada en arándanos, de Michoacán, *Scirtothrips dorsalis* que se reporta como una plaga de gran importancia económica a nivel mundial que se registra en más de 225 especies de plantas en 72 familias y se desconoce cómo o desde dónde se ha introducido esta plaga a México, aunque por lo general, los materiales infestados, como propágulos, flores, frutas y verduras, han sido el principal medio de transporte (Ortiz *et al.*, 2020).
- Ácaros, constituyen una de las plagas más significativas en el cultivo (Larraín *et al.*, 2007; Prado, 2011; Bucio *et al.*, 2016). Estos últimos autores identificaron cinco especies asociadas a arándanos en Michoacán, dentro de ellas, de hábitos fitófagos, de hábitos diversos y depredadores de la familia Phytoseiidae. Otros autores han coincidido al referirse a *Tetranychus urticae* (Koch) como una especie que se presenta con determinada frecuencia en el cultivo a nivel mundial y que provoca una fuerte clorosis en las hojas (Torres, 2015). Weibelzahl y Liburd (2013) refirieron que *Acalitus vaccinii* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) es la especie de ácaro más importante en el arándano, esta se alimenta de los brotes florales y de la fruta en desarrollo, además que transmite toxinas que producen ampollas y deja el tejido rugoso, afectando la producción.

I.3.1. Generalidades de los ácaros como plaga

Los ácaros son el grupo más heterogéneo de los arácnidos, poseen un cuerpo poco segmentado exteriormente, con apéndices articulados y exoesqueleto quitinoso. Su ubicación taxonómica es la siguiente (Krantz y Walter, 2009):

Phyllum: Arthropoda
Subphyllum: Chelicerata
Clase: Arachnida
Subclase: Acari

Los ácaros que viven sobre las plantas cultivadas pueden ser clasificados en tres grupos dependiendo de sus hábitos alimenticios. El grupo más numeroso lo constituyen los ácaros saprófagos y micófagos. Se alimentan de restos de materia orgánica de origen animal o vegetal que se encuentran en las hojas, así como del micelio de hongos o de la melaza producida por algunos homópteros. Su interés agrícola es nulo, salvo por el hecho de que pueden servir de alimento para determinados ácaros depredadores. En este grupo se incluyen familias como los tideidos (Tydeidae), tarsonémidos (Tarsonemidae) y acarídidos (principalmente, familia Acaridae) (Pérez y Mancebón, 2016).

Los ácaros constituyen una de las plagas más significativas en el cultivo del arándano (Larraín *et al.*, 2007; Prado, 2011; Bucio *et al.*, 2016). Estos últimos autores identificaron cinco especies asociadas a arándanos en Michoacán, dentro de ellas, de hábitos fitófagos, de hábitos diversos y depredadores de la familia Phytoseiidae. Otros autores han coincidido al referirse a *Tetranychus urticae* (Koch) como una especie que se presenta con determinada frecuencia en el cultivo a nivel mundial y que provoca una fuerte clorosis en las hojas (Torres, 2015) (Fig. 4).



Figura 4. Adulto de *Tetranychus* sp. y presencia de sus huevos (fuente: Alvarado, 2021)

Sobre esta especie, se ha señalado que es una de las plagas más importantes y difíciles de controlar en la producción de arándano, a su vez ha sido una de las más estudiadas a nivel mundial debido a sus capacidades de causar daño en un periodo corto de tiempo, las hojas presentan síntomas como moteados, amarillamientos y telaraña cuando la infestación es avanzada (INTAGRI, 2017).

El ácaro del brote de arándano (BBM) *Acalitus vaccinii* (Keifer) (Acari: Eriophyidae) está informada como una plaga importante en el cultivo. Hasta la fecha, se señala que este ácaro daña a todas las variedades comerciales de arándano, así como a cultivares nuevos. Basado en la lesión típica, ninguna variedad parece ser inmune al ataque de esta especie. Se ha estimado que más del 60% de la cosecha se puede perder como resultado del daño de ácaros y trips (Cromroy y Kuitert, 2001).

Por su parte, Weibelzahl y Liburd (2013) también registraron que *A. vaccinii* es la especie de ácaro más importante en el arándano, esta se alimenta de los brotes florales y de la fruta en desarrollo, además que transmite toxinas que producen ampollas y deja el tejido rugoso, afectando la producción, uno de sus principales síntomas es el aborto de las yemas (Fig. 5).



Figura 5. Aborto en yemas florales de arándano producido por *A. vaccinii* (fuente: SENASICA, 2016).

Los ácaros en México, se han convertido en un problema serio como plaga de diversos cultivos tales como arándano, zarzamora, frambuesa, entre otros, causando pérdidas económicas considerables a los productores. Su detección y manejo es complicado debido a que son organismos muy adaptables a las condiciones del medio ya que pueden fácilmente generar resistencia a los agroquímicos utilizados para su control. El reconocimiento de las especies asociadas a los diferentes cultivos es complejo, por lo que es relevante conocer los principales aspectos taxonómicos y biológicos (Equihua *et al.*, 2007).

La diversidad de los ácaros se ve también reflejada en las relaciones que establecen con otros seres vivos (animales, plantas y hongos) entre las que destacan la foforesis, el comensalismo y el parasitismo. Ésta última es el tipo de simbiosis más común y en algunos casos produce graves daños en la agricultura y la ganadería, así como enfermedades en el hombre. Otra gran parte de las especies conocidas es de vida libre, adoptando un amplio espectro de hábitos alimentarios. Algunos ácaros tienen una función fundamental en el ecosistema al ser depredadores de otros invertebrados que son plagas en cultivos agrícolas. Otros son saprófagos, alimentándose de los tejidos de plantas o animales muertos; finalmente, otros son microbívoros que se alimentan de hifas de hongos, algas, protozoos o bacterias, participando en el reciclado de nutrientes en los suelos forestales (Krantz, 2009).

El estudio de los ácaros a diferencia de lo que ocurre con el resto de los arácnidos e incluso con varios grupos de artrópodos presenta dificultades metodológicas tanto en su recolecta como en su procesamiento para microscopía, provocando una mayor inversión de tiempo en el trabajo faunístico taxonómico. Aunado a esto, el número de acarólogos en México es reducido si se compara con el de entomólogos, por citar un ejemplo. Aun así, los ácaros representan un objeto de estudio con un potencial impresionante en estudios sobre biodiversidad para México, no sólo por el hecho de que las estimaciones sobre el número de especies nuevas por describir sean atractivas, sino también por el conocimiento generado por los niveles jerárquicos en que se pueda manejar su diversidad ecológica, derivada de su asociación con microhábitats específicos dentro de hábitats generales, como es el caso del suelo (Palacios-Vargas e Iglesias, 2004), de los ambientes subterráneos (Hoffmann *et al.*, 2004), los acuáticos (Rivas y Hoffmann, 2000) o asociados con algún grupo particular de organismos como con anfibios y reptiles (Paredes-León *et al.*, 2008), con aves (Pérez, 1995) y con mamíferos (Vargas *et al.*, 1995; Whitaker y Morales-Malacara, 2005).

Dada la dificultad en el estudio de estos ácaros, la laboriosidad que este requiere y el hecho de que se siguen encontrando nuevos taxones, incluso a nivel de familia, se puede aseverar que la diversidad conocida de estos animales es muy escasa en relación a la que con toda probabilidad existe. Hallan (2005) en el único catálogo mundial existente hasta el momento, aunque de forma incompleta, reporta 887 géneros y 8280 especies actuales y dos géneros y cinco especies fósiles. Aunque se continúa con los estudios taxonómicos que amplían el conocimiento de éstos, el mayor esfuerzo se ha realizado en el estudio de aquellas familias relacionadas con la agricultura. De la familia

Phytoseiidae se cuenta con varios catálogos y bases de datos mundiales, como por ejemplo el de Prasad (2013) y la base de datos de Demite *et al.* (2014).

Una de las plagas más importantes y difíciles de controlar en la producción de arándano es el ácaro conocido como “araña de dos puntos” (*T. urticae*); esta plaga ha sido una de las más estudiadas a nivel mundial debido a sus capacidades de causar daño en un periodo corto de tiempo, las hojas presentan síntomas como moteados, amarillamientos y telaraña cuando la infestación es avanzada (INTAGRI, 2017b).

El ácaro del brote de arándano (BBM), *Acalitus vaccinii* (Keifer) está informada como una plaga importante de arándanos. Hasta la fecha este ácaro daña a todas las variedades comerciales de arándano, así como a cultivares nuevos. Basado en la lesión típica, ninguna variedad parece ser inmune al ataque de ácaros. Se ha estimado que más del 60% de la cosecha se puede perder como resultado del daño de ácaros y trips (Cromroy y Kuitert, 2001).

Keifer describió esta especie en 1941 y encontró ácaros del brote de arándanos en muchas especies de arándanos cultivados y silvestres. Los primeros enfoques hacia su control fueron discutidos por Bailey y Bourne (1946). El daño de la alimentación en primavera produce un enrojecimiento del tejido de los brotes a principios de la temporada, hasta un daño muy característico en el que el desarrollo de la hoja y el fruto se inhibe. Las generaciones de verano causan un crecimiento vegetativo reducido que impacta en el cultivo del año siguiente y en infestaciones severas, el crecimiento de las plantas puede ser completamente inhibido, lo que reduce severamente el rendimiento. En las plantaciones de arándanos de Carolina del Norte y Georgia, hay un manejo activo post-cosecha de esta plaga con acaricidas (Rufus y Dariusz, 2003).

Este ácaro ataca los brotes, los que abortan en el tallo y luego no se expanden ni florecen. La alimentación de este ácaro causa protuberancias en la base de las yemas del fruto, formando una roseta, los frutos cuando se forman, son de apariencia áspera y resultan malformados. Además, la base del tallo de la fruta suele estar ampollada, conservando el color rojo de la fruta no madura. También los daños se asocian con un crecimiento retardado de las hojas. En La Florida, las observaciones indicaron que la pérdida de brotes es el principal daño por la alimentación de esta especie (Cromroy y Kuitert, 2001).

Pertenecientes a la Familia Phytoseiidae, se han señalado en arándano a las especies *Amblyseius herbicolus* (Chant) y *Amblyseius andersoni* (Chant) en España (Miñarro *et al.*, 2005). Bucio-Soto

et al. (2016) registraron en la localidad de Zirimicuaro, Ziracuaretiro, Michoacán cinco especies pertenecientes a cuatro familias. De la familia Phytoseiidae: *Typhlodromalus peregrinus*, de Tetranychidae a *Panonychus ulmi*, de Tydeidae a *Tydeus (Afrotydeus) ca. meyeriae* y dos especies de Tarsonemidae *Tarsonemus* sp. y *Hemitarsonemus* sp. y señalaron que las poblaciones de ácaros fueron bajas durante todos los meses muestreados.

I.4. Importancia de los estudios ecológicos

La modificación de los ecosistemas como consecuencia de las actividades humanas es reconocida como una de las principales causas directas de pérdida de la diversidad biológica. Si la transformación es total y abarca una extensa área una porción considerable de la biota puede desaparecer. Sin embargo, en la mayor parte de los casos esto no ocurre, pues la alteración de los ecosistemas naturales no siempre es total y con frecuencia el resultado es un mosaico compuesto por remanentes del hábitat original en medio de una matriz de ambientes antrópicos (Escobar y Chacón de Ulloa, 2000).

El proceso de fragmentación de los hábitats naturales incluye mucho más que cambios en el tamaño, forma y aislamiento de los parches de hábitat, contempla su reemplazo por otros ambientes, la alteración de los límites, la distribución y el contexto de los parches de hábitat. Estos cambios se manifiestan de manera distinta dependiendo de la escala espacial que se considere y en términos generales, la persistencia de las especies en los ambientes naturales depende en gran medida de la intensidad y la frecuencia de la perturbación y del arreglo espacial de los hábitats naturales y derivados de la actividad humana (Forman, 1995).

El tema de estudios de la distribución temporal son las variaciones experimentadas por las poblaciones a través del tiempo, además de evaluar su estructura de clases por edades y cociente sexual. Desde un punto de vista práctico, el conjunto de ecuaciones matemáticas de la distribución temporal no ha alcanzado el ajuste requerido para predecir o simular los ecosistemas naturales dada la incidencia que poseen en la práctica agrícola tanto las variables ambientales como las bióticas. En resumen, la distribución temporal confiere conceptos de importancia en Ecología a la vez que aporta las bases de la existencia y la permanencia de organismos vivos y de sus relaciones intra e interespecífica, además resulta de inmensa utilidad para estimar el crecimiento poblacional de una única especie (Ramírez- González, 2005).

Si se efectúan muestreos de una misma población en diferentes momentos, Ramírez- González (2000a) ha planteado que generalmente se obtienen distintos valores de su densidad, lo que se explica por las siguientes razones:

- En primer lugar, debe considerarse la estructura propia de las poblaciones (estructura de clases por edades, proporción de sexos, tasas de mortalidad y natalidad, las que conducen a cambios en las densidades poblacionales.
- Adicionalmente, los organismos se movilizan alrededor de sistemas abiertos y por tanto, tienen un “ir y venir” en las áreas demarcadas por la investigación, convirtiéndose constantemente en emigrantes e inmigrantes del área en estudio. La entrada o salida de individuos de determinada edad, sexo puede cambiar sustancialmente la abundancia de especies en un área específica
- Durante el proceso de sucesión, en el cual las especies se acomodan paulatinamente sobre un sustrato, se reemplazan aquellas especies generalistas de alta tasa de reproducción y pioneras en la colonización por especies especialistas de menor tasa de reproducción, pero a su vez, competitivamente más fuertes. La sucesión constituye una de las fuentes de cambio poblacional más importantes, en aquellos ecosistemas donde el medio ambiente es “relativamente constante” lo que conduce a la biocenosis a un estado de clímax o persistencia.
- Otro motivo por el cual las poblaciones experimentan variaciones en el tiempo son los ritmos o cambios ambientales, por ejemplo, el día y la noche, las fases fenológicas del cultivo o el ciclo anual. Estos constituyen los tres principales ritmos a los cuales las especies han debido amoldarse a través de respuestas fisiológicas, de comportamiento o ambas, que se arraigan en su estructura genética, conformando ritmos endógenos útiles para atenuar estos cambios ambientales. Características como alimentación, locomoción, mudas, hibernación, estivación, reproducción y migración, entre otras, se generan en los organismos vivos como respuesta a una mayor o menor cantidad de luz, temperatura o lluvias.

Adicionalmente, las variaciones de la densidad de una especie están relacionadas con los cambios en las abundancias o distribución de sus presas, comensales, competidores, e incluso depredadores. De otra forma, las perturbaciones sobre una especie cualquiera están potencialmente en capacidad

de desordenar la biomasa de alguna otra especie de ese sistema, o incluso de sistemas adyacentes, las especies menos representativas, bien sea de niveles tróficos superiores o calificadas como “raras” corren mayor riesgo de quedar extintas (Altieri y Nicholls, 2007).

La dinámica de la biodiversidad en los agroecosistemas está generalmente influenciada por la diversidad de la vegetación, la permanencia de diversos cultivos, la intensidad del manejo y el grado de aislamiento del agroecosistema de la vegetación natural y recientemente la sequía es un factor que también hay que tener en cuenta dados los procesos de cambio climático que enfrentan los agroecosistemas (Cortés, 2016). Estos aspectos pueden repercutir a su vez en la dinámica de los ensambles de plagas y enemigos naturales, cuya colonización, establecimiento y crecimiento poblacional estarían en función del grado de modificación del paisaje (Knapp y Řezáč, 2015).

Debido a esta dinámica fluctuante del paisaje y la alta variabilidad temporal de los cultivos, la distribución temporal de muchas especies de artrópodos es inestable en el tiempo, factor que condiciona las acciones de control y manejo tanto de plagas como enemigos naturales en los agroecosistemas. Una primera aproximación para estudiar estos procesos a escala local es el estudio de los patrones de diversidad y la distribución de la riqueza de estos organismos dentro de los paisajes agrícolas productivos, aspectos poco estudiados de forma general en ácaros (Pizarro-Araya *et al.*, 2019).

Por otra parte, la relación planta-artrópodo es una de las interacciones fundamentales para el conocimiento de los ecosistemas terrestres, son diferentes los factores que pueden modificar la estructura de la comunidad de artrópodos asociados a plantas, entre los cuales están: la estacionalidad climática, la disponibilidad de recursos, la heterogeneidad espacial, el tamaño del hábitat y el aislamiento con fuentes de colonización. La estacionalidad climática, por ejemplo, está relacionada con la fenología de las plantas, produciendo una variación en la disponibilidad de recursos para los fitófagos, lo que ocasiona cambios en la estructura de la comunidad de los artrópodos que se alimentan de las plantas (López-Gómez, 2009).

Los cambios espaciales y temporales en la disponibilidad de recursos determinan la distribución y abundancia de las especies y, además, está directamente relacionada con los niveles de abundancia y biomasa de la fauna que los utilizan. A pesar de que las plantas pueden ser un recurso constante para los herbívoros, su disponibilidad puede estar limitada por la gran variación que presentan tanto en tiempo como en espacio. Los ambientes con una alta heterogeneidad espacial ofrecen una mayor

variedad de microhábitats que promueve el establecimiento de una gran variedad de especies con distintos requerimientos (Begon *et al.*, 2006).

Otro elemento fundamental en el control de plagas es el estudio de la Biodiversidad en los agroecosistemas, este es un tópico cada vez más importante dentro de las discusiones de sustentabilidad, sin embargo, la importancia de mantener la diversidad de los ecosistemas se reconoce desde hace muchos años más (Neumann y Starlinger, 2001).

Aunque el término diversidad es ampliamente utilizado, existen varias propuestas para definirlo, de manera tal que el concepto de “diversidad biológica” se entiende como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprendiendo la diversidad de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. El ajuste de índices de diversidad de especies constituye una herramienta para describir la estructura de la diversidad de especies (Magurran, 1989).

Así se definen varios tipos de diversidad: la alfa-diversidad es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad concreta del paisaje en cuestión, la beta-diversidad es la tasa de cambio en especies de dos comunidades adyacentes y refleja por lo tanto la diferencia de composición de las dos comunidades y en última instancia la heterogeneidad del paisaje y la gamma-diversidad es la diversidad intrínseca de un paisaje, e integra las componentes alfa y beta de la diversidad. Estima la variedad de especies en una zona determinada, incluyendo todas las comunidades que se encuentran en ella, se calculan a través de índices, lo que se interpretan considerando los aspectos intrínsecos de las localidades (Ferriol y Merle, 2012).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Los valores de índices como el de Shannon-Weaver, constituyen datos de notable interés y de aplicación práctica en la valoración de las comunidades de especies en los ecosistemas (Magurran, 1989).

Por lo tanto, lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad. Los índices más usados para medir la diversidad en términos de riqueza

específica son: riqueza de especies, índice de Margalef e índice de Menhinick (Corral-Rivas *et al.*, 2002).

Debido a estos problemas generados por la homogenización de los cultivos y la intensificación en el uso de agrotóxicos, se ha incrementado la valoración del uso adecuado de la biodiversidad como aspecto indispensable para restablecer el control biológico o natural; la investigación juega un papel fundamental en este objetivo mediante el diseño de sistemas agrícolas diversificados que aumenten los sinergismos entre los componentes clave del agroecosistema (Hidalgo y Acevedo, 2012).

CAPÍTULO II

II.-MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en dos huertos de arándano, denominados GB Isla y Loma, ubicados en el municipio de Los Reyes, Michoacán, situados en las coordenadas 19.605410N-102.500880W a 1 290 msnm (GB Islas) y en 19.576955N-102.472501W a 1300 msnm Loma, distantes 7 km uno del otro, una imagen satelital de las huertas se muestra en la Fig. 6.

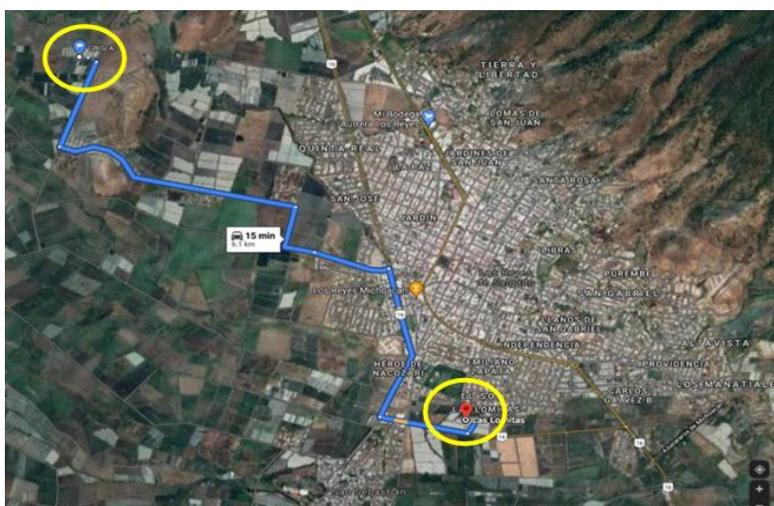


Figura 6. Localización satelital de las huertas en estudio (fuente: Google maps)

En ambos huertos, se lleva un manejo convencional, en el cual se realizaron actividades típicas como: poda de fin de temporada, fertilización y estimulación en prefloración. Estos huertos tienen una superficie de aproximadamente 4 ha, son plantaciones de 4 años de edad, el marco de plantación es de 0.50 m entre plantas y 2.20 m de distancia entre hileras, con un total de 9 090 plantas/ha, en cada huerta. El criterio de selección de estas huertas se realiza sobre la base que en GB Islas se ha presentado el aborto de las yemas antes descrito y en Loma no. Una vista general de las huertas, se muestra en la Fig. 7.



A



B

Figura 7. Vista general de las huertas; GB Islas (A), Loma (B) (fuente: fotografía propia).

En ambas huertas se realizaron muestreos cuatro semanas después de la poda, esta se efectuó en 30 de marzo 2021 y la primera muestra se tomó el 27 de abril del 2021. Las muestras se tomaron cada 15 días a partir de esa fecha, mediante el método de colecta directa (Krantz y Walter, 2009).

De cada huerta se seleccionaron 15 surcos ubicados en el centro del área y de ellos en un esquema de cinco de oros se seleccionaron 20 plantas, cuatro en cada punto, se tomaron 5 órganos /planta, para un total de 100 por cada huerta; para la selección de los órganos se trató de tomar de 30 a 33% de los órganos presentes, según la fase fenológica predominante en el momento del muestreo (Fig. 8).



Figura 8. Muestreo en huertas de arándanos (fuente: fotografía propia).

Las muestras se colocaron en bolsas de plástico selladas Ziploc ® para ser llevadas al laboratorio. Una vez allí fueron almacenadas bajo refrigeración a 4 °C para mantener el material en óptimas condiciones. Al siguiente día, se separaron todos los órganos de las ramas y posteriormente se revisaron íntegramente: las hojas por el haz y envés y todas las partes de las yemas y flores.

Con ayuda del microscopio estereoscopio se realizó el conteo de todos los artrópodos y con una aguja entomológica, se colectaron y se colocaron en vidrio reloj con ácido láctico 50%. Esos vidrios reloj se colocaron en una estufa por dos horas a 45 °C, para facilitar la decoloración y posteriormente proceder al montaje. Para la identificación de las especies de ácaros, se utilizó un microscopio óptico con objetivos de 40 x y las claves de Lindquist (1986), Denmark *et al.* (1999) y Chant y McMurtry (2007) y de las especies de trips se solicitó el apoyo del Dpto. de Investigación de Driscolls de Ciudad Guzmán.

Se calculó la Diversidad α , para ello se consideraron los siguientes índices, determinados separadamente para cada huerta:

- Riqueza específica (S): el número de especies presentes (S) obtenido por el censo de los taxones en cada una de las huertas.
- Índice de diversidad de Shannon-Wiener, mediante la expresión:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde: p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i ésima dividido entre el número total de individuos de la muestra.

En ambos agroecosistemas, se tomaron las temperaturas media, mínima, máxima y humedad relativa media promediándolas de muestreo a muestreo, mientras que para las precipitaciones se tomó el valor acumulado de 15 días de muestreo a muestreo. Se aplicó un análisis Multivariado de Componentes Principales en cada huerta, para evaluar estadísticamente la relación entre las poblaciones de los artrópodos más abundantes y las variables climáticas. Las fases fenológicas fueron incluidas en el análisis como efectos fijos siendo estas:

1. Brotación
2. Vegetativa
3. Yemas -Botón rosado

4. Floración

5. Fructificación

Las variables climáticas fueron tomadas diariamente de la Estación Meteorológica de Driscolls (Los Reyes), la cual se encuentra ubicada a 1.5. km equidistante de las áreas de estudio. En este análisis, además de incluir estas variables en términos bilineales, se construyó para una mejor interpretación, un gráfico Bi-plot, el mismo se realizó con las facilidades que ofrece el sistema estadístico INFO Stat/Professional Version 2020.1 (2020).

CAPÍTULO III

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una relación de los artrópodos registrados se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Artrópodos registrados en las dos huertas de arándanos en estudio.

CLASE INSECTA	Familia Thripidae	Familia				
		Chrysopidae				
	<i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	(solo huevos)				
SUBCLASE		Superfamilia Tetranychoida	Superfamilia	Superfamilia	Superfamilia	
ACARI			Tarsonemoidea	Tydeoidea	Acaroidea	
	Familia	Familia	Familia	Familia Tarsonemidae	Familia Iolinidae (no	Familia Acaridae
	Phytoseiidae	Tetranychidae	Tenuipalpidae		identificado)	
	<i>Euseius consors</i>	<i>Tetranychus ludeni</i>	<i>Brevipalpus</i>	<i>Tarsonemus</i> sp.		<i>Tyrophagus</i>
	De Leon	Zacher	<i>yothersi</i>			<i>sp.</i>
			Baker			

Vale señalar que en los primeros muestreos se hallaron fundamentalmente insectos, en este caso *Scirtothrips dorsalis* Hood (Fig. 9) considerado en los últimos tiempos como una plaga importante, de reciente aparición en el cultivo, que provoca daños de significación (Ortiz *et al.*, 2020). Inicialmente, se valoró que fuera *Franquiniella* spp, no obstante, está fundamentado que este es un género que se presenta en botones y flores, por lo que al registrarse en la fase fenológica vegetativa, se solicitó apoyo en la identificación taxonómica y resultó la especie antes mencionada.



Figura 9. Microfotografía y estereofotografía de *Scirtothrips dorsalis* en arándanos (fuente: fotografía propia).

Dentro de las características taxonómicas de *S. dorsalis* se señala su pequeño tamaño, coloración amarilla, antenas oscuras y rayas oscuras en la parte inferior del abdomen. Presenta conos de sentido bifurcados en los segmentos antenales III y IV, los antenómeros I-II son pálidos y III a IX son oscuros; hay tres setas discales en los márgenes laterales de los tergitos abdominales, con la seta pronotal posteromarginal II casi una vez y media la longitud de I o III, un peine posteromarginal completo en el tergito VII más tres setas ocelares entre los ocelos posteriores (Hoddle *et al.*, 2008).

Este tisanoptero es originario del sur de Asia, pero en los últimos años se ha dispersado de forma impresionante, de manera tal que ya se reporta en los cinco continentes (Kumar *et al.*, 2013). También se ha señalado que *S. dorsalis* representa un complejo de especies de tres o más especies disparejas que son morfológicamente similares, pero genéticamente distintas (Dickey *et al.*, 2015), aspectos que no fueron abordados en este estudio, ni se hallaron registros de datos en las especies de México, lo que puede constituir una recomendación para investigaciones futuras, sobre la base de la importancia que estos insectos están representados en el arándano.

En este estudio, se observaron hojas con daños significativos en la superficie foliar por el envés asociadas a poblaciones particularmente elevadas de este trip, desde el inicio de la fase vegetativa y posteriormente durante todas las etapas fenológicas del cultivo (Fig. 10) ; se ha reportado que el daño por alimentación característico consiste en que los insectos se alimentan de las hojas jóvenes, atrofian el crecimiento general de la planta y pueden inducir el aborto de la fruta (Gilbert, 1986) además. se ha señalado que cuando esta especie se presenta en altas poblaciones, como en este estudio, este proceso puede provocar la desecación y muerte de la planta (Skarlinsky, 2003).



Figura 10. Estereofotografía de *S. dorsalis* en la superficie foliar y daños en las hojas (fuente: fotografía propia).

También se hallaron huevos de *Chrysophidae*, identificados por el pedúnculo característico, no se observaron larvas ni adultos de este taxón y siempre los huevos estaban eclosionados (Fig. 11), por lo que no fue posible realizar la identificación taxonómica de este insecto.



Figura 11. Huevos de *Chrysophidae* observados en hojas de arándanos (fuente: fotografía propia).

Los integrantes de la Familia Chrysopidae son de hábitos depredadores y están muy bien considerados como agentes de control biológico en muchos agroecosistemas a nivel mundial, ya que ejercen un control natural de numerosas especies de plagas (CANNA, 2019), este constituye un registro de notable interés para esta investigación, ya que es un servicio ecosistémico gratuito con que cuenta el cultivo del arándano. Por otra parte, Hoddle y Robinson (2004) y Salamanca *et al.* (2010) registraron una actividad positiva de especies de Chrysopidae en el control de especies de trips.

Dentro de los ácaros que se registraron, se halló a la especie de Phytoseiidae *Euseius consors* De Leon, 1962, todos los ejemplares colectados fueron hembras. En la Fig. 12, se muestra una larva y un huevo de esta especie. Además, se observaron los chelíceros reducidos, edentados (sin dientes) y lisos (Fig. 13), placa dorsal lisa con ligeras estriaciones en la parte anterior y Z1 presente, la placa esternal muestra una proyección posterior; la placa ventrianal en forma de copa, característica de las especies del género *Euseius*, se observa un par de poros prominentes y setas preanales alineadas (Fig. 14); la morfología de la spermateca se muestra en la Fig. 15, el cérvix es alargado en forma de letra “s”, coincidente con la descrita en las claves utilizadas.



Figura 12. Larva y huevo de *E. consors* (fuente: fotografía propia).



Figura 13. Quelíceros edentados y lisos de *E. consors* (fuente: fotografía propia).



Figura 14. Placa ventrianal de *E. consors* (♀) (fuente: fotografía propia).

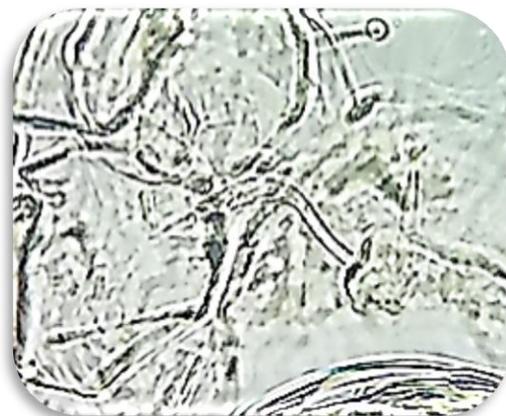


Figura 15. Espermateca de *E. consors* (♀) (fuente: fotografía propia).

El género *Euseius* posee alrededor de 187 especies descritas (Moraes *et al.*, 2004), pero solo de unas pocas se han realizado ensayos para evaluar su efectividad como control biológico (González, 2008). Estudios desarrollados en huertos de aguacate de Málaga, España indican la potencialidad de estos biorreguladores con adición de polen, para el manejo de ácaros plaga, aprovechando las características de ser especies polenófagas, tal y como ha sido referido también para ácaros del género *Euseius* (Broufas y Koveos, 2000). Por otra parte, Muma (1971) aseveró que las especies del género *Euseius* se alimentan facultativamente de un gran número de insectos y ácaros y esta característica puede resultar interesante para su sobrevivencia, en ausencia de su alimento principal. Este constituye el primer reporte de esta especie para el cultivo en México; ha sido registrada anteriormente en aguacate en el país (Ramos *et al.*, 2021).

Para este estudio es de gran valor el hallazgo de esta especie, en primer lugar, porque es un ácaro control biológico, que puede ejercer su papel en la protección fitosanitaria del cultivo, es una especie de tipo generalista, es decir que puede permanecer en el campo en ausencia de la plaga, ya que posee otras alternativas de alimentación, como pueden ser huevos y estadios inmaduros de insectos, polen, entre otros, la importancia radica en que es común en muchos productores liberar ácaros controles biológicos, con el objetivo de obtener producciones inocuas, no obstante, las especies que se comercializan, generalmente no coinciden con las que naturalmente están en el cultivo, lo que puede causar en un control de plagas no lo suficientemente satisfactorio, para su precio. Este es un aspecto que deberá considerarse si realmente se desea aplicar un control biológico exitoso y económicamente sostenible.

En estudios precedentes de biodiversidad de ácaros en agroecosistemas, generalmente se plantea que los depredadores se presentan en forma de “complejo de especies” (Escalera, 2018), mientras que, en este estudio, se halló solo una especie y huevos de otra. Las diferencias observadas pudieran estar dadas por las prácticas fitosanitarias que en las mismas se realizan. No obstante, este resultado puede tomarse como punto de partida para incrementar, mantener y manejar a los controles biológicos de este importante cultivo, lo que debe ser objeto también de investigaciones futuras.

De la Superfamilia Tetranychoidae, se registraron dos especies: *Tetranychus ludeni* Zacher (Tetranychidae) y *Brevipalpus yothersi* Baker (Tenuipalpidae).

T. ludeni Zacher se caracteriza porque las setas de la placa dorsal se extienden más allá de las bases de la siguiente línea de setas. El estilóforo es redondeado anteriormente, las estrías dorsales poseen el patrón característico de diamante entre las setas e1 y f1, seguido de un patrón longitudinal

irregular. Las setas dúplex del tarso I están separadas, las uñas empodiales son pequeñas, el aedeagus posee una “cabeza curva” con punta puntiaguda. En la figura 16, se muestran las particularidades del aparato empodio-ambulacral del tarso I de la hembra de *T. ludeni*, característico para el género *Tetranychus* y el eedeago, que identifica a esta especie.



Figura 16. Aparato empodio-ambulacral del tarso I ♀ y eedeago de *T. ludeni* ♂ (fuente: fotografía propia).

T. ludeni ha sido informado en diferentes plantas hospedantes, fundamentalmente en Solanaceae, se conoce comúnmente como el “ácaro del frijol”, específicamente en México se ha señalado sobre zarzamora (Ayala, 2014). Este es el primer registro en el cultivo de arándanos.

B. yothersi además de tener todas las características del complejo *phoenicis*, muestra en el prodorsum la cutícula central con areolas fuertes, cutícula sublateral con reticulación que forma células grandes en la parte posterior pero débilmente reticulada en sentido anterior; la cutícula sublateral es reticulada con células regulares, las células se vuelven longitudinalmente alargadas hacia las setas h1-h1. En la placa ventral, la cutícula es uniformemente verrugosa con verrugas pequeñas individuales. Placa genital con una cutícula uniformemente verrugosa a verrugosa-reticulada, con células grandes (Fig. 17). La espermateca tiene un conducto largo, estrecho y contorneado que termina en una vesícula oval esclerotizada con estípote distal grueso (Fig. 18), según describieron Beard *et al.* (2015).

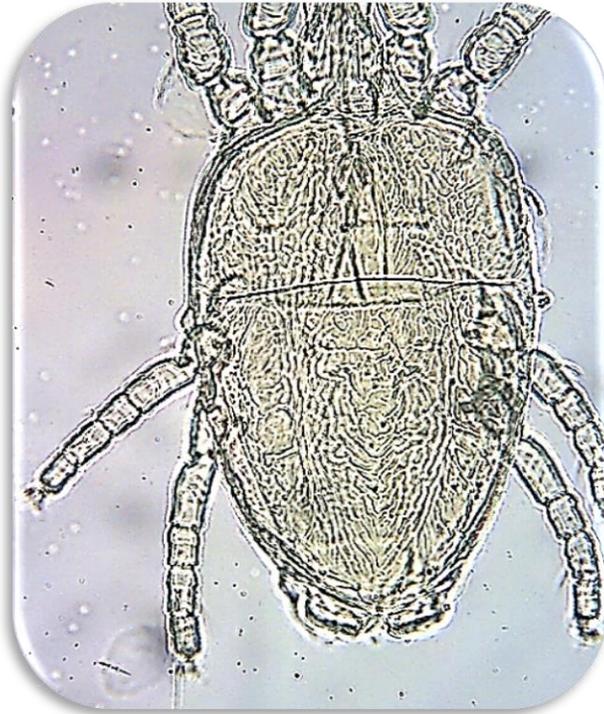


Figura 17. Placa dorsal de opistosoma de la hembra de *B. yothersi* (fuente: fotografía propia).



Figura 18. Espermateca de *B. yothersi* (fuente: fotografía propia).

B. yothersi ha sido informado en numerosas plantas hospedantes, Mena *et al* (2016) lo señalan en papaya (*Carica papaya* L.), cítricos (*Citrus* sp.), zapote (*Matisia cordata* Bonpl.), Mango (*Mangifera indica* L.), vid (*Vitis vinifera* L.), maracuyá (*Passiflora edulis* Sims), guanábana (*Annona muricata* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), guayaba agria (*Psidium araca* Raddi), guácimo

(*Guazuma ulmifolia* Lam.), árbol del pan (*Artocarpus altilis* (Parkinson), samán (*Samanea saman* (Jacq) y totumo (*Crescentia cujete* L.). En este estudio se presentó con particular abundancia, pero en el momento de la floración e inicios de la fructificación, en ambas huertas, incluso formando pequeñas colonias sobre el envés de las hojas. En la Fig. 19, se muestra a esta especie sobre la superficie foliar de arándano, con su característica coloración rojiza.



Figura 19. *B. yothersi* colectado de las hojas de arándanos (fuente: fotografía propia).

Este constituye el primer informe de esta especie en arándanos para México y vale señalar que los ácaros *Brevipalpus* y en especial la especie *B. yothersi* es tan importante tanto por el daño directo que produce, al provocar lesiones en las hojas y frutos, por la acción tóxica de su saliva y porque está reportada como vector de numerosos virus de plantas, esta posiblemente sea el mayor problema fitosanitario que implica la presencia de este ácaro. Roy *et al.* (2015) encontraron que la especie *B. yothersi* está fuertemente asociada con el complejo CiLV y confirmaron que es vector de varios virus, como el virus de la leprosis citoplasmático (CiLV-C), el virus de la leprosis citoplasmático tipo 2 (CiLV-C2), el virus de la leprosis nuclear (CiLV-N) y el hibiscus green spot virus 2 (HGSV-2). Este hallazgo posee una relevancia particular para la fitosanidad del arándano y valorando los síntomas y daños que produce en otros cultivos, como es el caso de los cítricos, pudiera ser la causa del aborto de yemas observado, en unión con daños de los trips, elemento que deberá ser comprobado en investigaciones futuras.

En los últimos años, la investigación en materia de Fitosanidad ha registrado la acción de complejos de especies que actúan de forma sinérgica en el agroecosistema, con las consecuencias negativas en la productividad del cultivo. Ejemplos de complejos de especies han señalado Ramírez-Salinas y Castro-Ramírez (2000) y Vera *et al.* (2018) en diferentes grupos taxonómicos. En este caso hay dos especies diferentes, que pudieran estar involucradas en el aborto de las yemas, al analizar los daños de las mismas por separado. El hecho de su registro en el cultivo constituye un elemento de vital importancia para la sanidad vegetal del mismo y sus interacciones deberán ser valoradas en investigaciones futuras.

Además, se observaron ácaros Tarsonemidae, del género *Tarsonemus* sp. , en la Fig. 20, se observa un microfotografía y una estereofotografía de este taxón.

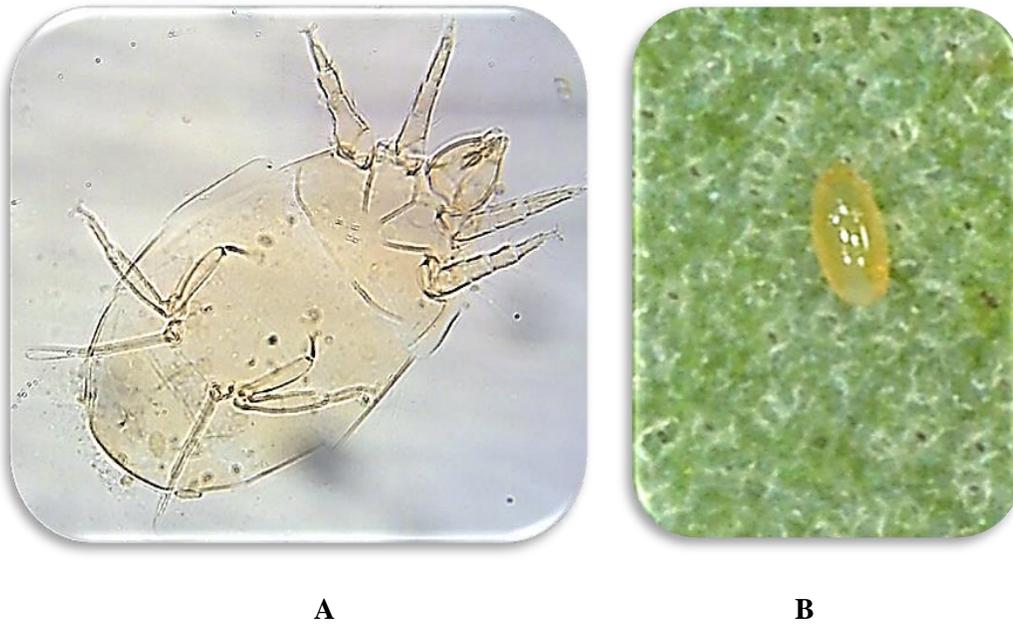


Figura 20. *Tarsonemus* sp. ♀ registrado en arándanos (A microfotografía y B foto al estereomicroscopio) (fuente: fotografía propia).

Dentro de las características de este ácaro, se observa que el gnatosoma de la hembra es capsulado y circular, los palpos son muy reducidos; el escudo prodorsal de la hembra muestra un par de botridias capitadas. Se considera que los *Tarsonemus* han desarrollado relaciones complejas con insectos, otros ácaros y plantas, dentro del género se señalan 77 especies, muchas de ellas fungívoras y otras de vida libre, las que pueden tener hábitos foréticos o no (Krantz y Walter, 2009).

Perteneciente a la Superfamilia Tydeoidea, se registraron ácaros posiblemente de la Familia Iolinidae (Fig. 21).

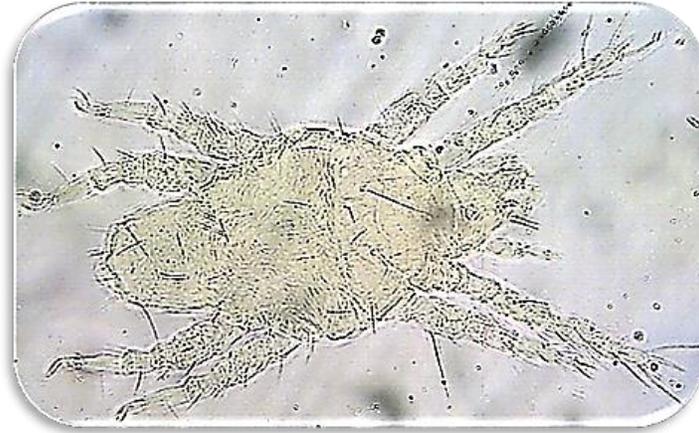


Figura 21. Ácaros de la familia Iolinidae (fuente: fotografía propia).

También, en ambas huertas fueron registrados ácaros de la Superfamilia Acaroidea, (Fig. 22), pertenecientes al género *Tyrophagus*. Los ácaros de esta familia se han reportado como de vida libre aunque algunas especies están asociadas a los insectos, se registran en casi todas las clases de hábitats, en la corteza de árboles o en nidos, presenta formas saprófagas, graminívoras, micófagas y litófagas, se alimentan de todos los tipos de sustancias orgánicas y frecuentemente infectan conservas, semillas, granos y productos almacenados en general, también causan daños apreciables en cultivos de laboratorio y en crías de insectos (Moreno, 2015) por lo que una vez que concluya su proceso de identificación será muy importante definir su papel en este agroecosistema.



Figura 22. Ácaros de la Superfamilia Acaroidea: *Tyrophagus* sp. (fuente: fotografía propia).

En resumen, se reportan de 7 taxones diferentes de artrópodos entre las dos huertas, de ellos constituyen nuevos informes para el cultivo en México, los ácaros de la Superfamilia Tetranychoida *Tetranychus ludeni* Zaher y *Brevipalpus yothersi* .

En la Tabla 2 se muestra la Riqueza específica (S) de los taxones registrados y el valor de H' (Diversidad de Shannon Weaver) para cada huerta.

Tabla 2. Riqueza específica (S) de los taxones de ácaros y H' (Diversidad de Shannon Weaver) para cada huerta.

Huertas	S (Riqueza específica)	H'(Diversidad de Shannon Weaver)
GB Islas	5	0.74
Loma	7	1.31

Se registra una mayor riqueza de especies en Loma, ya que en la misma se detecta a *T. ludeni* y a *Tyrophagus* sp. que no fueron hallados en GB Islas. La diversidad fue mayor también en Loma, aunque no superó el valor de “2” que es considerado como el mínimo de la diversidad para este índice, lo que refleja que en ambas huertas la diversidad de especies es baja.

A pesar de esto, las diferencias observadas en cuanto a la estructura de la comunidad de los artrópodos en las diferentes huertas deben estar dadas por las características estructurales propias de cada una, no obstante, este resultado puede tomarse como punto de partida para manejar a los artrópodos presentes, así como a los controles biológicos autóctonos, quienes pueden prestar el servicio ecosistémico gratuito de biorregulación en estos agroecosistemas. El hecho que los índices ecológicos tengan valores muy similares, está relacionado con la cercanía de las huertas, ya que uno de las funciones del cálculo de la diversidad alfa es precisamente relacionar la biodiversidad con los parámetros ambientales.

En este sentido, Ferriol y Merle (2012) han planteado que la biodiversidad presente en los sistemas de producción, a través de flujos de energía, nutrientes y de sinergias biológicas, cumple funciones en el reciclaje de nutrientes, en la regulación de procesos, en la regulación de la abundancia de organismos indeseables y en la detoxificación de productos químicos nocivos, brindando productos

y servicios ecosistémicos. La intensificación y la simplificación del sistema (como es el caso de los monocultivos y en absoluta coincidencia con este estudio) hacen que las funciones antes descritas, se pierdan progresivamente, por lo que deben ser sustituidas por insumos químicos con los consecuentes incrementos en los costos económicos, ambientales, unido a los potenciales daños en las cosechas, lo que puede explicar el aborto de yemas observado.

La aplicación de índices ecológicos ha sido un proceso muy controvertido, hay autores que los consideran de mucho valor y otros señalan que tienden más a confundir (Moreno *et al.*, 2011), no obstante los índices de Riqueza S y de diversidad de Shannon Weaver son lo que más se utilizan y para este estudio, se consideró que son útiles para comparar la estructura entre comunidades (huertas), sobre la base del número de taxones presentes y la abundancia relativa de los mismos, que es en resumen, los elementos que componen el cálculo de los índices aquí utilizados.

Vale señalar que la presencia de los taxa que representaron a las plagas y a los controles biológicos coinciden en las huertas evaluadas, fue la artropofauna “auxiliar” la que varió entre las mismas, es decir *S. dorsalis*, *B. yothersi*, los huevos de Chysopidae y *E. consors*, se registraron tanto en GB Islas, como en Loma, en esta última además se identificó a *T. ludeni* y *Tyrophagus* sp., por lo que se puede esperar el mismo nivel de síntomas y daños en las huertas. No obstante esto no es así necesariamente, la artropofauna ”auxiliar” puede representar una fuente de alimento alternativo para los controles biológicos y apoyar su estabilidad en las huertas, que probablemente fue lo que ocurrió en estos agroecosistemas.

En relación con este aspecto, Godfrey (2011) afirmó que los productores y especialistas agrícolas comprometidos con la producción de frutillas para exportación deberán prestar una atención detallada a los aspectos relacionados con las plagas, no sólo desde el punto de vista del comportamiento de su población y de los daños ocasionados, sino también, de las posibilidades del control biológico natural en esos agroecosistemas, para oportunamente detectar la presencia de los mismos, que podrían utilizarse potencialmente dentro de un plan más racional de Manejo Integrado, de manera tal que el manejo de esas plagas sea cada vez más económico, efectivo y con menos daño ambiental. Los resultados obtenidos en este estudio sustentan este planteamiento y las observaciones aquí realizadas son de absoluta coincidencia, con las de este autor.

En la Fig. 23 se muestra la distribución temporal de los artrópodos registrados y las variaciones de solo tres parámetros del clima, temperatura y humedad relativa promedios y las precipitaciones

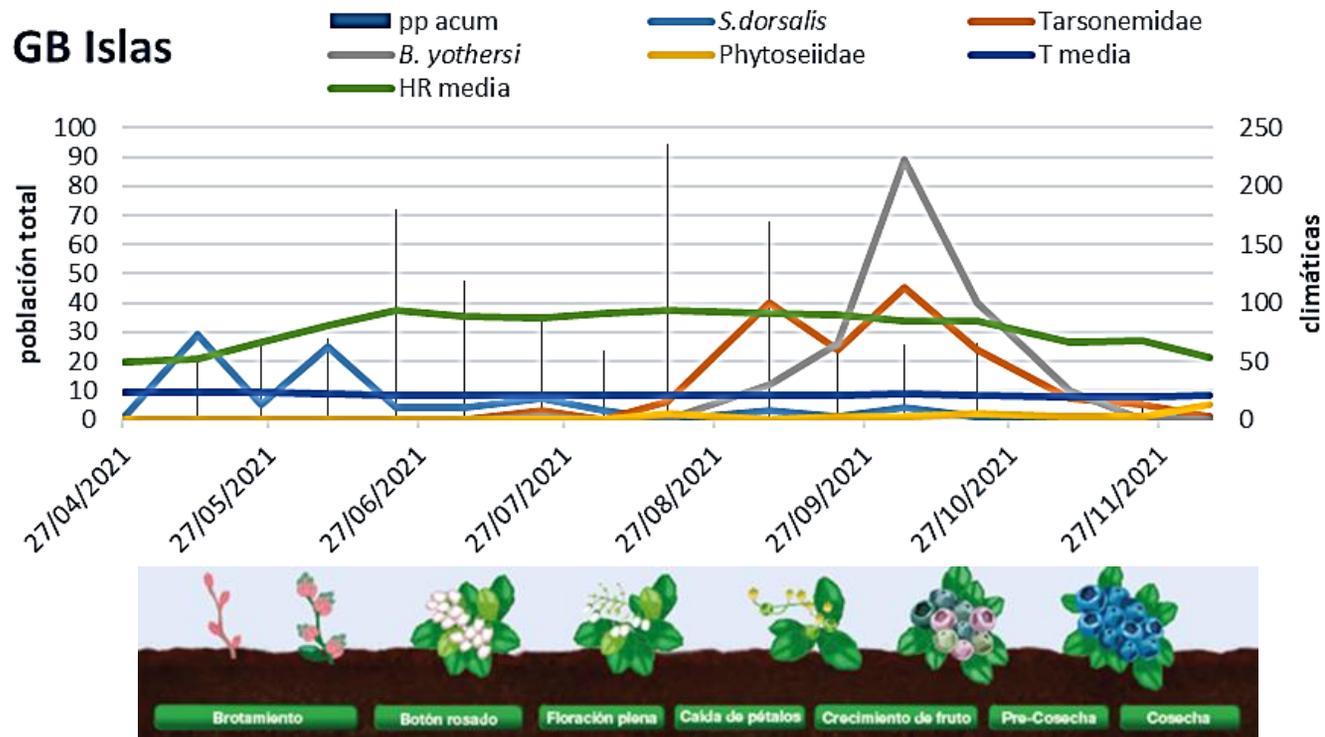


Figura 23. Distribución temporal de artrópodos en relación con la temperatura y humedad relativa medias y precipitaciones acumuladas en la huerta en la huerta GB Islas.

acumuladas entre muestreos, en GB Islas: se observa que *S. dorsalis* es un taxón dominante, se presentó en el 88 % de los muestreos y se registra desde los primeros brotes vegetativos. A lo largo de todo el estudio, es posible aseverar que cuando se incrementan las precipitaciones, sobre todo por encima de 40 mm disminuye la población de este insecto, aunque una vez que el periodo lluvioso termina, el trip incrementa de nuevo su nivel poblacional.

A partir del 7mo muestreo (22/07/2021) inician población los taxa *Tarsonemus* sp. y *B. yothersi* este último aumenta su nivel poblacional de manera importante cuando el cultivo entra en la fase de floración y muestra un comportamiento similar al de *S. dorsalis* con las lluvias acumuladas, es decir disminuye cuando estas aumentan. La temperatura media muestra valores estables alrededor de los 25° C y la humedad relativa se incrementa cuando hay períodos lluviosos.

El efecto de las precipitaciones sobre los artrópodos que viven sobre las plantas ha sido un elemento controvertido, ya que depende de la intensidad y la frecuencia de las lluvias. Urra (2016) ha referido que una lluvia intensa puede eliminar directamente insectos pequeños y frágiles, como pulgones y trips, así como también a algunos ácaros fitófagos; pero la lluvia también tiene efectos positivos sobre estos animales, ya que aumenta la disponibilidad de agua en el suelo, lo que propicia el crecimiento de malezas y la producción de flores y néctar, que sirven de alimento a numerosas especies biorreguladoras y polinizadoras, así como un mejor desarrollo de las plantas por un incremento en la absorción de nutrientes. Este último aspecto no se produce de inmediato, como el “lavado” por una lluvia fuerte, por lo que una vez que este evento meteorológico ha concluido, traerá como resultado que potencialmente los fitófagos incrementen sus poblaciones, al encontrar una adecuada disponibilidad de alimento y prácticamente ninguna competencia intraespecífica, lo que podría explicar los incrementos de las plagas, una vez que el periodo de lluvia cesa, en este estudio.

Los ácaros Phytoseiidae poseen una población más bien discreta en esta huerta, aunque no necesariamente estos biorreguladores deben tener altas poblaciones para ejercer un control efectivo, ya que la relación presa depredador puede variar entre 20: 1 hasta 60: 1 (depredador: presa) (Miranda y Ramos, 2002; Pérez *et al.*, 2012; Baños *et al.*, 2014), por lo que no se puede descartar su posible efectividad en el agroecosistemas.

La relación entre los artrópodos y las variables del clima, antes descritas, se pudieron comprobar estadísticamente mediante los resultados del análisis de Componentes Principales y los gráficos Biplot para esta huerta.

En GB Islas se obtuvo un valor de 0.978 de correlación cofenética, lo que implica que el 97.8% de la variabilidad observada está explicada por este análisis o lo que es lo mismo, el 97.8 % de las variaciones que ocurren entre las densidades de los artrópodos presentes y las variables del clima están expresadas a través de este procedimiento estadístico, lo que demuestra su validez.

En la Tabla 3 se presentan los valores de la primera componente (CP1) y de la segunda (CP2): *B. yothersi*, *S. dorsalis*, los fitoseidos (*E. consors*) y las precipitaciones acumuladas son las variables que más aportan, aunque sus relaciones son diferentes. Las variables *B. yothersi* y los Phytoseiidae tienen una relación positiva con las temperaturas, lo que quiere decir que en la media en que estas se incrementan, también lo hace el tenuipálpido, a diferencia de *S. dorsalis* que tiene con este parámetro del clima una relación inversa.

Tabla 3. Valores de las componentes principales para la huerta GB Islas.

VARIABLES	CP1	CP2
<i>SCIRTOTHRIPS DORSALIS</i>	-0.47	-0.88
TARSONEMIDAE	0.18	0.58
<i>BREVIPALPUS YOTHERSI</i>	0.79	0.31
°T MEDIA	-0.48	-0.71
°T MAX	-0.67	-0.49
°T MIN	-0.95	-0.11
HR MEDIA	-0.60	0.78
HR MAX	-0.12	0.96
HR MIN	-0.81	0.59
PRECIPITACIÓN ACUMULADA MM	-0.88	-0.37
CORRELACIÓN COFENÉTICA =0.978		

B. yothersi tiene una estrecha relación con la temperatura media y mínima ya que las dos se encuentran en el mismo cuadrante y con ángulos menores a 90⁰, es decir, mientras más aumentan las temperaturas medias y mínimas más lo hacen la población de este ácaro. Por otra parte, se muestra que las relaciones con las precipitaciones siempre fueron opuestas, ya que están en cuadrantes diferentes con ángulos superiores a 90⁰. En el gráfico Bi-plot, se registra la influencia del efecto fijo “fenología” y se observa que las fases fenológicas están en cuadrantes diferentes, con excepción de

la floración y la fructificación lo que quiere decir que estas dos fases tienen un efecto similar en las poblaciones analizadas (Fig. 24).

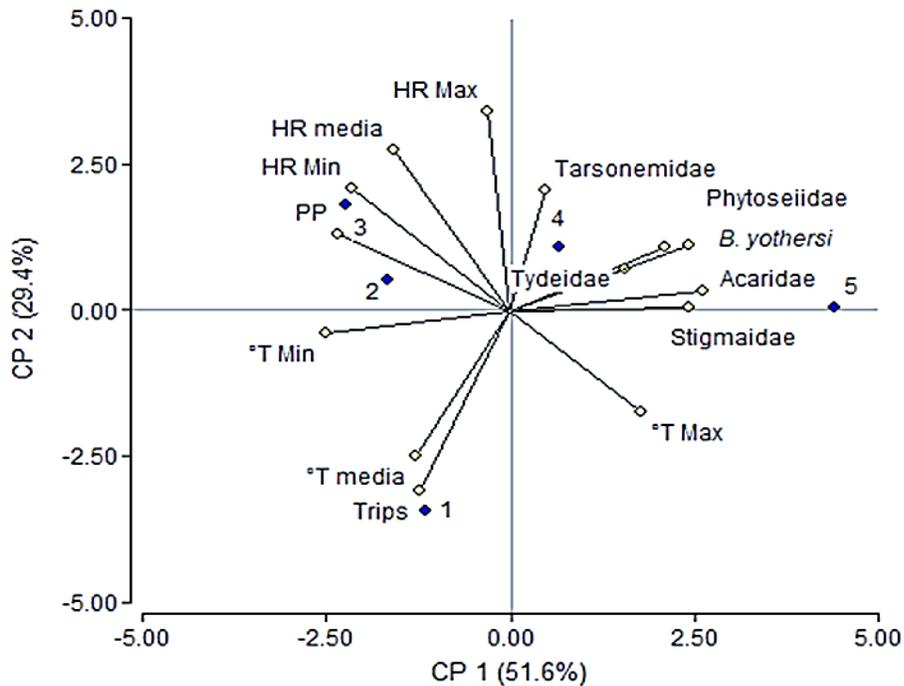


Figura 24. Gráfico Bi-plot para las variables evaluadas en la huerta GB Islas.

En la Fig. 25 se muestra la distribución temporal de los artrópodos registrados en Loma: similar a GB Islas, en la huerta Loma, se observa que *S. dorsalis* es también aquí un taxón dominante, muestra el mismo valor que GB Islas, es decir se presentó en el 89 % de los muestreos y se registra desde los primeros brotes vegetativos. A lo largo de todo el estudio, se observa que, con el incremento de las precipitaciones, disminuye el nivel poblacional del trip. *B. yothersi* aparece más tardío, a partir del 10^o muestreo (07/09/2021) comparado con GB Islas y no llega a alcanzar los niveles poblacionales que se observaron en esa huerta. *E. consors* tiene una presencia más notable en Loma.

También se observa un comportamiento similar de la artropofauna al de GB Islas, con respecto a las variables del clima incluidas en la Fig. 23 antes descrita.

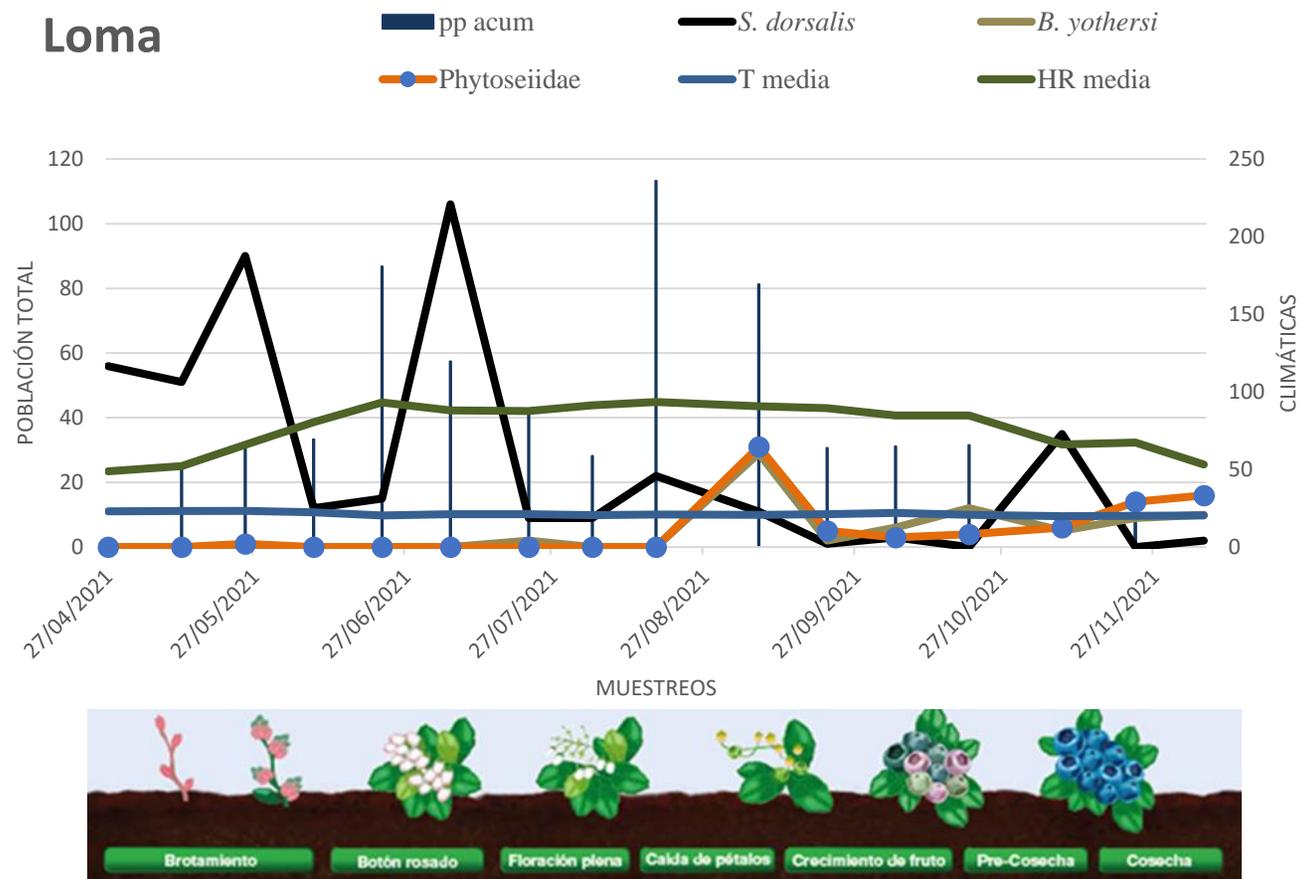


Figura 25. Distribución temporal de artrópodos en relación con la temperatura y humedad relativa medias y precipitaciones acumuladas en la huerta en la huerta Loma.

Estas observaciones se verifican en el análisis estadístico: el valor de la correlación cofenética fue elevado, lo que implica que el 99.7% de la variación de este estudio está explicado por el análisis estadístico aplicado. En la misma proporción que en GB Islas, se muestran *S. dorsalis*, *B. yothersi* y los fitoseidos, son las variables que más aportan (Tabla 4), aunque las relaciones con las variables son diferentes. Las relaciones más estrechas en Loma se dan con *B. yothersi*, los fitoseidos y la temperatura máxima, a diferencia de GB Islas. Aquí también se muestra la influencia del efecto fijo “fenología” y diferentes fases están también en cuadrantes diferentes, con excepción de la floración y la fructificación, con idéntico significado que en GB Islas (Fig. 23).

Tabla 4. Valores de las componentes principales para la huerta Loma.

Variables	CP1	CP2
<i>SCIRTOTHRIPS DORSALIS</i>	-0.33	-0.65
TARSONEMIDAE	0.85	-0.36
<i>BREVIPALPUS YOTHERSI</i>	0.80	0.43
°T MEDIA	0.18	0.92
°T MAX	-0.82	0.33
°T MIN	0.83	0.52
HR MEDIA	0.83	-0.42
HR MAX	0.45	-0.74
HR MIN	0.96	-0.25
PRECIPITACIÓN ACUMULADA MM	-0.96	-0.11
<i>CORRELACIÓN COFENÉTICA = 0.997</i>		

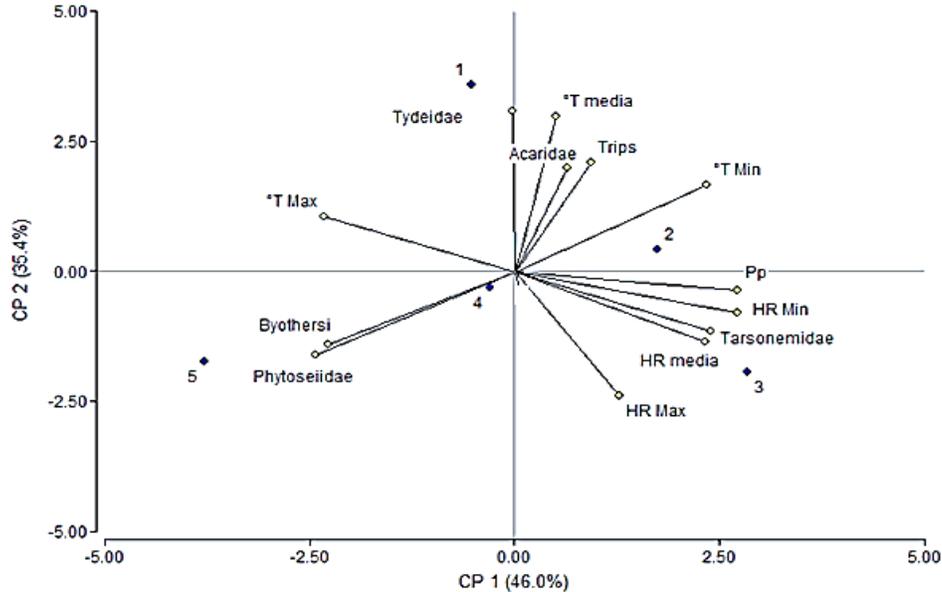


Figura 26. Gráfico Bi-plot para las variables evaluadas en la huerta Loma.

Es importante señalar que en este estudio no se observó el aborto de yemas antes descrito en ninguna de las huertas, ni siquiera en GB Islas, que mostró daños significativos en la campaña pasada y que fue el principal motivo de la realización de esta investigación. Las causas pueden ser diversas, pero una de ellas pudiera ser las variaciones del clima que años tras año se muestran cambiantes. En este sentido Fienco *et al.* (2022) han señalado que las plagas agrícolas serán afectadas por las variaciones producto del cambio climático. No obstante, si se considera que las plagas que provocan los síntomas si se presentaron, en este caso *S. dorsalis* y *B. yothersi*.

Aunque la acción sinérgica de *S. dorsalis* y *B. yothersi* es un aspecto no confirmado, los resultados permiten establecer un modelo preliminar de pronóstico de plagas basado en la fenología del cultivo y las lluvias acumuladas: *S. dorsalis* inicia su población desde la fase vegetativa, por lo que las medidas de control deberán ser tomadas desde que broten las primeras hojas, sobre la base de un monitoreo que demuestre que efectivamente la plaga está presente, no debe esperar que el trip incremente su población, para evitar los daños en el cultivo y que el nivel del insecto sea tan elevado que dificulte la efectividad de la medida de control esta plaga deberá ser monitoreada durante todo el ciclo del cultivo. En el momento de la floración el monitoreo se realizará buscando también la

presencia de *B. yothersi*. Al considerar que potencialmente esta especie puede ser transmisora de virus al cultivo, la medida de control deberá ser ejecutada nada más se detecte su presencia. En caso que se produzcan fuertes lluvias, por encima de 40 mm, se debe esperar que germine el periodo lluvioso, volver a monitorear y realizar la toma de decisiones sobre la base de sus resultados.

Esta propuesta, aunque es preliminar, se considera que puede ser de utilidad para la fitosanidad del cultivo y el programa de manejo integrado de plagas del mismo.

En la presente investigación, se realiza un estudio de la biodiversidad de la artropofauna presente en el cultivo del arándano durante un ciclo fenológico, resultado absolutamente novedoso y sin precedentes en la región, donde además que el cultivo tiene una importancia económica significativa se apoyan a los estudios de biodiversidad en agroecosistemas, esto permite la toma de decisiones de manera anticipada y de esta forma realizar un manejo adecuado, sobre todo de los fitófagos (*S. dorsalis* y *B. yothersi*) que son las especies, que al parecer, están vinculadas con el aborto de yemas.

En relación con los estudios de biodiversidad, los argumentos a favor de su conservación se han vinculado con el riesgo de extinción de grandes animales y ciertas especies de plantas, así como de las especies que poseen un valor económico considerable como alimento, fibra, fuente de medicamentos, entre otros. Otros organismos menos perceptibles, en especial artrópodos, generalmente reciben poca o ninguna atención y es posiblemente la explicación de los escasos estudios sobre artropofauna en cultivos, aunque sean causantes de pérdidas económicas por su actividad como plagas agrícolas, como es el caso de esta investigación.

En este sentido, Zacarías y Moraes (2002) han señalado que la estabilidad de una comunidad generalmente aumenta con la creciente diversidad de organismos en cada sistema y las alteraciones en el estado de un determinado sistema puede permitir que una especie generalmente rara alcance altos niveles y causar efectos impredecibles. A través de los años, el hombre ha simplificado la estructura del medio ambiente en áreas extensas, reduciendo el grado de biodiversidad natural en las áreas exploradas para impulsar el desarrollo de un pequeño número de plantas especies de interés económico. El extremo se alcanza en áreas de monocultivos, que se instituye para el máximo fijación de energía y facilidad inmediata de producción. Dichos cambios a menudo incluyen la explotación de cultivos introducidos, frecuentemente en áreas no apropiadas para su cultivo. El resultado es el establecimiento de ecosistemas artificiales e insostenibles que requieren constante interferencia humana. Uno de los resultados más inmediatos de monocultivos, es el incremento de

los problemas fitosanitarios debido a alteraciones del equilibrio natural entre los organismos en ecosistemas naturales que normalmente es producido por control natural, lo que explica perfectamente las características de la biodiversidad de la artropofauna registrada en este estudio.

Otros de los aspectos que también resultan de gran utilidad es maximizar la biodiversidad funcional, (Paredes y Campos, 2013) esta se ha destacado como estrategia básica para el manejo de plagas y consiste en que se debe identificar el papel de cada una de las especies en el agroecosistema y sobre la base de ese conocimiento, potenciarlas en función del interés que tengan para el control de una determinada plaga. En este estudio de los artrópodos fitófagos (*S. dorsalis* y *B. yothersi*), así como la presencia de dos controles biológicos naturales (crisópidos y *E. consors*) sobre los cuales se deberán realizar los estudios convenientes, los que estarán dirigidos a identificar los mecanismos ecológicos que subyacen bajo las variaciones de la biodiversidad, a la vez, será imprescindible reconocer el funcionamiento de los distintos actores que se verán involucrados en ese proceso, las infraestructuras ecológicas, los fitófagos y los enemigos naturales, con vistas a reducir la abundancia de las plagas y proporcionar beneficios a los productores.

Un elemento significativo de esta investigación es el resultado de la distribución temporal, que no es más que es el estudio de los cambios que tuvo la comunidad biológica de artrópodos en los cultivos analizados, así como los factores y mecanismos que las regularon, en este caso, se consideraron los factores que se han señalado como los más importantes: temperatura, humedad relativa y precipitaciones, aspecto absolutamente novedoso para el cultivo y para la región.

El tránsito hacia un desarrollo agrario sostenible requiere un acercamiento inicial al estado del conocimiento de todos los factores que pueden incidir en los rendimientos agrícolas. La meta está en poder identificar, ajustar e implementar toda la investigación que se realice para adecuarse a los requerimientos locales, para incitar y ayudar a los agricultores a implementar nuevas tendencias a través de la capacitación y herramientas de apoyo. Esta investigación es una contribución al desarrollo del cultivo del arándano en las condiciones particulares de los Reyes, Michoacán, una región con características propias.

CAPÍTULO IV

IV. CONCLUSIONES

Una vez terminada la investigación, se arriba a las siguientes conclusiones:

- Se halló un total de 7 taxones diferentes de artrópodos en las dos huertas estudiadas, de ellos constituyen nuevos informes para el cultivo, para México, los ácaros de la Superfamilia Tetranychoida *Tetranychus ludeni* Zaher y *Brevipalpus yothersi* Baker.
- El registro de *B. yothersi* es de gran importancia para la fitosaidad del cultivo por el daño directo que produce, por la acción tóxica de su saliva y porque está reportada como vector de numerosos virus de plantas.
- En el análisis de las relaciones ecológicas se determinó que se registra una mayor riqueza de especies en Loma, ya que en la misma se detecta a *T. ludeni* y *Tyrophagus* sp. que no fueron hallados en GB Islas. La diversidad fue mayor también en Loma, aunque no superó el valor de “2” que es considerado como el mínimo de la diversidad para este índice, lo que refleja que en ambas huertas la diversidad de especies es baja.
- Tanto en GB Islas, como en Loma, la distribución temporal de los artrópodos señaló que *S. dorsalis* es un taxón dominante, se presentó en más del 85% de los muestreos y se registró desde los primeros brotes vegetativos. Cuando se incrementaron las precipitaciones por encima de 40 mm disminuyó la población de este insecto, pero una vez que el periodo lluvioso termina, el trips incrementa de nuevo su nivel poblacional.
- *B. yothersi* aumentó su nivel poblacional de manera importante cuando el cultivo entra en la fase fenológica de floración y mostró un comportamiento similar al de *S. dorsalis* con respecto a las lluvias.
- El análisis general de la distribución temporal permitió establecer un modelo de pronóstico preliminar de las plagas basado en la fenología del cultivo y las lluvias acumuladas, con toma de decisiones desde la etapa vegetativa para *S. dorsalis* y a partir de la floración para *B. yothersi* y considerar además la incidencia de las precipitaciones. Aunque no se registró aborto de yemas, se considera que la incidencia de *S. dorsalis* y *B. yothersi* pudieran ser la causa de este problema fitosanitario en el cultivo de arándanos.

CAPÍTULO V

V. RECOMENDACIONES

- Completar la identificación taxonómica de *Tarsonemus* sp. *Tyrohagus* sp, y los ejemplares de la Familia Iolinidae, para poder determinar su verdadero papel en el agroecosistema, pero sobre todo de los chrysopidos, los pudieran tener una acción significativa en el control del trips.
- Realizar estudios de investigación en laboratorio y campo de la capacidad depredadora de *Euseius consors* con vistas a su utilización en programas de manejo integrado.
- Evaluar la posible sinergia como plagas de *S. dorsalis* y *B. yothersi* en el aborto de yemas en el cultivo del arándano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abramson G. 2013. La matemática de los sistemas biológicos. Instituto Balseiro/Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 279 p. <https://física.cab.enea.gov.ar/estadística/abramson/notes/biológicos.pdf> (Consultado noviembre 30, 2020).
- Adis, J. 2002. Taxonomical classification and biodiversity. In: Adis, J. (org.). Amazonia Arachnida and Myriapoda, Sofia, Pensoft Publishers: 13-15.
- Altieri, M.A., Nicholls, C.I. 2007. Diversidad vegetal y estabilidad de las poblaciones de insectos en los agroecosistemas. En: ALTIERI, M.A. y NICHOLLS, C.I. (editores). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Editorial Icaria, Barcelona, España: 41-52.
- Anónimo, 2017. Importancia de los arándanos y su poder curativo En: <http://www.fuentesaludable.com/importancia-de-los-arandanos-y-su-poder-curativo/> (Consultado enero 3, 2021).
- Arreguín Zavala, J. J. 2015. Identificación del ácaro asociado con el berry rojo y evaluación de estrategias de manejo en el cultivo de zarzamora (*Rubus* sp.) en Michoacán. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo: Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango.
- Ayala-Ortega, J. J. 2014. Ácaros de importancia agrícola en trece cultivos de exportación del estado de Michoacán. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México. 104 p.
- Baños, H.L., Miranda, I., Ramírez S., Sánchez A. 2014. Respuesta numérica y funcional de *Tamarixia radiata* Waterston 1922 (Hymenoptera: Eulophidae) a diferentes densidades de ninfas de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae). *Entomotropica* 29 (3): 139-148.
- Bucio, G., Ayala, J.J., Vargas, M., Lara M.B.N., Paleo, S.A., Negrete, O. 2016. Acarofauna asociada al cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. Biloxi en Ziracuaretiro Michoacán. *Entomología mexicana* 3: 120 – 124.

- Burkness, S., Hutchison, W. D. 2018. Gusano de arándanos *Rhagoletis mendax*. En: <https://fruitedge.umn.edu/gusano-de-arandanos-spanish> (Consultado enero 20, 2021).
- Cardoso, P. 2021. Arándanos: la "fruta del siglo XXI" para los nutricionistas. En: <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20211221/5652/arandanos-frutas-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html> (Consultado junio 16, 2022).
- Carmona, M.M, Silva J:C: 1996 - Fundamentos de Acarología Agrícola. Fund. Calouste Gulbenkian, Lisboa, 423 pp.
- Cassini, M.H. (2013). Distribution ecology. From individual habitat use to species biogeographical range, 219 pp. Springer, New York.
- Cortés, M.E.C. 2016. Drought, environmental degradation, work and education: a brief comment on the current reality of agricultural communities in the Limari Province, Chile. *Idesia* 34 (4): 73-76.
- Craemer, Ch. 2018. First record, current status, symptoms, infested cultivars and potential impact of the blueberry bud mite, *Acalitus vaccinii* (Keifer) (Prostigmata: Eriophyidae) in South Africa. *Acarologia*, 58 (3): 735-745. DOI 10.24349/acarologia/20184267
- Cromroy H. L., Kuitert, L. C. 2001. Blueberry Bud Mite, *Acalitus vaccinii* (Keifer) (Arachnida: Acarina: Eriophyidae). EENY-186. DPI Entomology Circular 130, Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. En: <http://creatures.ifas.ufl.edu> (Consultado enero 7, 2021).
- Cromroy, H.L., Kuitert, L.C. 2017. Blueberry Bud Mite, *Acalitus vaccinii* (Keifer) (Arachnida: Acari: Eriophyidae). UF. IFAS Extension. EENY-186. En: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN34300.pdf> (Consultado noviembre 29, 2021).
- Corral-Rivas, J., Aguirre-Calderón O.A., Jiménez-Pérez, J., Nívar-Cháidez J. de J., 2002. Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña "El cielo", Tamaulipas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 8(2): 125-131.

Cruz-Esteban. S., Garay-Serrano, E. 2017. Oportunidades de investigación en torno al cultivo de frutos suaves en México. En: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/936-oportunidades-de-investigacion-en-torno-al-cultivo-de-frutos-suaves-en-mexico10/17-ciencia-hoy/936-oportunidades-de-investigacion-en-torno-al-cultivo-de-frutos-suaveshttps://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2013-06-05-10-34-10/17-ciencia-hoy/936-oportunidades-de-investigacion-en-torno-al-cultivo-de-frutos-suaves-en-mexico> (Consultado enero 7, 2021).

Davies, J. T., Allen, G. R., & Williams, M. A. (2001). Intraplant distribution of *Acalitus essigi* (Acari: Eriophyoidea) on blackberries (*Rubus fruticosus* agg.). *Experimental and Applied Acarology*: (25) 625-639.

Demite P. R., McMurtry J. A., De Moraes G. J. 2014. Phytoseiidae database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa*, 3795: 571577.

Dickey, A.M., Kumar V, Hoddle, M.S., Funderburk, J.E, Morgan JK, Jara-Cavieres A. 2015. The *Scirtothrips dorsalis* species complex: endemism and invasion in a Global Pest." *PLoS ONE*. 10(4): e0123747. doi:10.1371/journal.pone.0123747.

Escalera F. 2018. Registro y relaciones ecológicas de la acarofauna asociada al cultivo del arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en once localidades del Estado de Michoacán. Tesis para obtener el título de INGENIERO AGRÓNOMO ESPECIALIDAD EN PARASITOLOGÍA. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Repositorio UMSNH, 79p.

Escobar, F., Chacón de Ulloa P. 2000. Distribución espacial y temporal en un gradiente de sucesión de la fauna de coleópteros coprófagos (Scarabaeinae, Aphodiinae) en un bosque tropical montano, Nariño - Colombia. *Rev. biol. Trop* 48(4): 961-975.

Estrada-Venegas, E. G. (2012). Ácaros de importancia Agrícola. pp. 6-7. En: Estrada-Venegas, E. G.; Acuña-Soto, J. A.; Chaires-Grijalva, M. P.; Equihua-Martínez, A. (Eds.). Ácaros de importancia agrícola. Colegio de Postgraduados, Sociedad Mexicana

- de Entomología. 276 p. Evans, G.O. 1992. Principles of acarology. CAB International, Wallingford, 563 p.
- FAO, 2013. Situación actual y perspectivas a plazo medio para las frutas tropicales. Servicio de materias primas, productos tropicales y hortícolas En: <http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf> (Consultado enero 4, 2021).
- Farr, D.F., Bills, G.F., Chamuris, G.P., Rossman, A.Y. 1989. Fungi on plants and plant products in the United States. APS Press. USA. 1252pp.
- Ferriol, M., Merle, H. 2012. Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Aplicación al estudio de comunidades vegetales. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16285/Microsoft%20Word%20-%20articulo%20docente%20def.pdf?sequence=1> (Consultado julio 22, 2022)
- FICHA ARÁNDANO. 2015. Propiedades Medicinales del Arándano. En: https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000119.pdf (Consultado junio 16, 2022).
- Fienco, A., Sabando, L., Thaire, N. 2022. Impacto del cambio climático en sistemas productivos agrícolas, finca “Toala León” comunidad de Joa – Jipijapa. Tesis de Ingeniería Ambiental. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Repositorio. En: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3887> (Consultado julio 27, 2022).
- Flechtmann, C.H.W., McMurtry, J.A. 1992. Studies of cheliceral and deutosternal morphology of some Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) by scanning electron microscopy. International Journal of Acarology, 18(3):163-169. Flechtmann, C.H.W. 1983. Elementos de acarología. Livraria Nobel S.A., II Edición S. Paulo, 344 p.
- Flores, C. R. J.; Mendoza, V. R.; Landeros, F. J.; Cerna, C. E.; Robles, B. A. e Isiordia, A. N. 2011. Caracteres morfológicos y bioquímicos de *Rosa x hybrida* contra *Tetranychus urticae* Koch en invernadero. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3:473-482.
- Flores-Martínez, B. A. 2010. Organismos asociados a la necrosis de las yemas florales de zarzamora (*Rubus* sp.) y su distribución en las zonas productoras de Michoacán. Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de

<http://www.sidalc.net/cgiin/wxis.exe/?IsisScript=parasi.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=009844>

Forman, R. T.T. 1995. Land mosaics. Cambridge University, Cambridge. 632 pp.

Gajek, D., Pluta, S., Żurawicz, E. 2000. Progress in selection of blackcurrant cultivars suitable for integrated mite management. IOBC/wprs Bulletin 23 (11): 123-126.

García , J.C., García , G. 2003. El cultivo del arándano en Asturias. Proyecto de Cooperación “Nuevos Horizontes”. En:
http://www.naviaporcia.com/images/documentos/documento_173.pdf (Consultado enero 4, 2021).

García-Valencia, A. S., Hoffmann, A. (1997) Especie nueva de acaro eriófido en México(Prostigmata: Eriophyidae). Anales del Instituto de Biología, serie Zoología, 68 (2), 253–260. <http://revistas.unam.mx/index.php/zoo/article/view/7189/6695> (Consultado septiembre 14, 2021).

Gilbert, M. J. 1986. First African record of Scirtothrips dorsalis Hood (Thysanoptera: Thripidae) a potential pest of citrus and other crops in southern Africa. Journal of the Entomological Society of Southern Africa 49: 159–161.

Godfrey, L. D. 2011. Pest Notes: Spider Mites. Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. UC ANR Publication 7405: 1-4

González, A., Morales, C.G., Riquelme, France, A., Pedreros, A., Uribe, H., Defilippi, B., Robledo, P., Becerra C. 2017. Manual de manejo agronómico del arándano. Boletín INIA N° 06. ISSN 0717 – 4829, 97 p. En: <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-documentlibrary/manual-arandanos.pdf?sfvrsn=0> (Consultado enero 7, 2021).

Hallan, J. 2008. Synopsis of the described Mesostigmata of the world. En: Krantz, G.W., Walter D.E. 2009. A Manual of Acarology, 3rd ed. Lubbock: Texas Tech University Press. 689p.

- Hidalgo, J. A., Acevedo, A. 2012. Efectos de la biodiversidad en el control biológico dentro de los agroecosistemas. *Revista Uniminuto* 7 (13): 30–35
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.7.13.2012.30-35> (Consultado julio 20, 2022).
- Hoddle, M. S., J. M. Heraty, P. F. Rugman-Jones, L. A. Mound, and R. Stouthamer. 2008. Relationships among species of *Scirtothrips* (Thysanoptera: Thripidae, Thripinae) using molecular and morphological data. *Annals of the Entomological Society of America* 101: 491 – 500.
- Hoddle, M., Robinson, L. 2004. Evaluation of factors influencing augmentative releases of *Chrysoperla carnea* for control of *Scirtothrips perseae* in California avocado Orchards. Elsevier Editorial System for Biological Control. New York. EE.UU. *Biological Control*. 31(3): 268-275.
- Hoffmann, A. (2000). Biodiversidad de los ácaros de México Anita Hoffmann, Guadalupe López- Campos México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2000 230 P.: il. blanco y negro. Bibliografía P. 215-223 ISBN: 970-9000-14-24 .
- Hoy M. 2011. *Agricultural Acarology Introduction to Integrated Mite Management*. CRC Press Taylor & Francis Group 6000 Broken Sound Parkway NW, 393 pp
- Huffaker, C.B., Van de Vrie, M., McMurtry, J.A. 1970. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. II. Tetranychid populations and their possible control by predators: an evaluation. *Hilgardia*, 40(11): 391-458.
- INTAGRI. 2017. El Cultivo de Arándano. Serie Frutillas Núm. 17. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 10 p. En: <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/El-Cultivo-de-Arandano-o-BlueberryAr%C3%A1ndano-o-Blueberry> (Consultado enero 7, 2021).
- INTAGRI. 2017b. Manejo de la Araña de Dos Puntos en la Producción de Berries. Serie Fitosanidad Núm. 88. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.

- Knapp, M. , Řezáč, M. 2015. Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: <https://insects.tamu.edu/research/collection/hallan/Acari/Family/Mesostigmata1.htm> (Consultado enero 9, 2021).
- Kumar, V., Kakka,r G., McKenzie, C.L., Seal, D.R., Osborne, L.S. 2013. An overview of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) biology, distribution and management, pp. 53–77 In Soloneski S, Larramendy M (eds). Weed and Pest Control: Conventional and New Challenges. InTech, London, United Kingdom.
- Larraín, P., Salas, C., F., Graña, F. (2007) Plagas del Arándano y Generalidades de Manejo. *Agricultura Limpia* (noviembre-diciembre): 16 – 20
- Larraín, P., Salas, C., F., Graña, F. 2007. Plagas del Arándano y Generalidades de Manejo. *Agricultura Limpia* (noviembre-diciembre): 16 – 20
- López-Gómez, V., Jiménez-Cedillo, L.Y., Blanco-Becerril. M.A., Cano-Santana, Z. 2009. Ecología de la comunidad de artrópodos asociada a *Muhlenbergia robusta* (Poaceae). Diversidad de hábitats y ecología de comunidades. En: <https://www.repsa.unam.mx/documentos/Lopezhttps://www.repsa.unam.mx/documentos/Lopez-omez-et-al-2009-Muhlenbergia.pdf> (Consultado enero 8, 2021).
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad Ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Barcelona, 200p.
- Maureen Muñoz Ch., Ing. Agr.; Renato Ripa S., Ing. Agr. Ph.D.; Pilar Larral D., Ing. Agr. M. Sc.; Biocea Ltda (2019). Eriófidos, ácaros invisibles que afectan a las yemas de la vid. Revista Red agrícola. <https://www.redagricola.com/cl/eriofidos-acaros-invisibles-que-afectan-a-lashttps://www.redagricola.com/cl/eriofidos-acaros-invisibles-que-afectan-a-las-yemas-de-la-vid/yemas-de-la-vid/> (Consultado enero 8, 2021).
- Meyer, H.J., Prinsloo N. 2003. Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. *Small Fruits Review* 2:3-21.
- Miñarro, M., Barros, R., Ferragut, F., Dapena, E. 2005. Fitoseidos en plantaciones frutales experimentales de arándano, avellano, castaño, cerezo, kiwi y manzano en Asturias. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31: 493-501

- Miranda, I., Ramos M. 2002. Estudio matemático del crecimiento de ácaros tetraníquidos en condiciones de campo. Relación presa – depredador. Investigación operacional Vol. 23, Núm. 1: 65 - 72
- Moraes G. J. , Flechmann C. H. W. 2008. Manual de Acarología. Acarología Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil. Holos Editora. Sao Paulo, Brasil. 288 pp.
- Moraza, M.L., Balanzategui, I. 2015. Orden Mesostigmata. Revista IDE@ - SEA, nº 12: 1–16.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., Numa P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. Revista mexicana de biodiversidad, 82(4): 1249-1261.
- Neumann, M., Starlinger, F. 2001. The significance of different indices for stand Structure and diversity in forests. For. Ecol. and Management. 145: 91-106
- Ochoa, R. 1991. Ácaros fitófagos de América Central: guía ilustrada (No.6). Catie. Turrialba, Costa Rica, 1991. En:
- Orenstein S, Zahavi T, Nestel D, Sharon R, Barkalifa M, Weintraub P. 2003. Spatial dispersion patterns of potential leafhopper and planthopper (Homoptera) vectors of phytoplasma in wine vineyards. *Ann Appl Biol.* 142: 341-348.
- Ortiz, M. 1977. El género *Frankliniella* Karny (Thysanoptera: Thripidae) en el Perú. Rev. Per. Ent.: 20 (1): 49 – 62.
- Ortiz, J.A., Infante, F., Rodriguez, D., Toledo-Hernández, R.A. 2020. Discovery of *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) in blueberry fields of Michoacan, Mexico. Florida Entomologist 103 (3): 408 – 410.
- Palma-Jiménez, M., Blanco-Meneses, M., Guillén-Sánchez, C. 2019. Las cochinillas harinosas (Hemiptera: Pseudococcidae) y su impacto en el cultivo de Musáceas. Agronomía Mesoamericana, 30 (1): 281-298.
- Paredes, D., Campos, M. 2013. Importancia de la biodiversidad en la gestión integrada de plagas en el cultivo del olivar. Vida rural 363: 30-34.
- Pérez, T. M., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R. , Rivas, G. 201). Biodiversidad de ácaros en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, vol. 85(2014), pp.

399-407. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal [fecha de Consulta 7 de diciembre de 2020]. ISSN: 1870-3453. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425/42529679.047> (Consultado enero 22, 2021).

- Pérez, Y., Alonso-Rodríguez, D., Chico, R., Rodríguez, H. 2012. Biología y conducta alimentaria de *Neoseiulus longispinosus* (Evans) sobre *Tetranychus tumidus* Banks. *Revista de Protección Vegetal*, 27(3): 174-180.
- Pérez-Martínez, M.M. 2010. Dinámica poblacional de *Tetranychus urticae* y *Aculops shelenshtendali* (Acari: Tetranychidae, Eriophyidae) en huertos de manzana. Tesis en opción al Título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3763/T17977%20%20PEREZ%20MARTINEZ,%20MILTON%20HERNAN%20%20TESIS.pdf?sequence=1> (Consultado enero 22, 2021).
- Pizarro-Araya, J., Alfaro, F.M., Muñoz-Rivera, R.A., Barriga, J. E, Letelier, L., Tirado, C. 2019. Distribución espacial de artrópodos en agroecosistemas de la cuenca del río Limarí (Región de Coquimbo, Chile). *Revista de geografía Norte Grande*, (72), 133-144. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022019000100133> (Consultado febrero 4, 2021).
- Prado, E. 2011. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Santiago, Chile. Serie Boletín Técnico N° 269. 207pp
- Prasad, V. 2013. Atlas of Phytoseiidae of the world (Acari: Mesostigmata). Indira Publishing House. 1320 pp.
- Quirós de González, M; Petit, Y., Sánchez Urdaneta, A., aponte, O. Poleo, N., Ortega, J., orado I. 2009. Poblaciones de *Oligonychus psidium* Estebanes y Baker (Acari: Tetranychidae) correlacionadas con aspectos fenológicos del guayabo (*Psidium guajava* L.). *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 208-216.
- Ramírez- González, A. 2005. Ecología Aplicada. Diseño y Análisis Estadístico. Cap. I. Dinámica de Poblaciones. Colección de Estudios de Ecología. Universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano” Ed. ISBN 958 9029 -19-1, 321pp.

- Ramírez-Salinas, C., Castro-Ramírez, A. E. 2000. El complejo "gallina ciega" (Coleoptera: Melolonthidae) en el cultivo de maíz, en El Madronal, municipio de Amatenango del Valle, Chiapas, México. *Acta zoológica mexicana*, (79), 17-41.
- Rivedeneira, M., Carlazara G. 2011. Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos, Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina. <https://inta.gov.ar/documentos/comportamiento-fenologico-de-variedades-tradicionales-y-nuevas-de-arandano> (Consultado marzo 25, 2021)
- Rodríguez, N. S.; Estébanez G., M. L. (1998). Acarofauna asociada a vegetales de importancia agrícola y económica en México. Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F. 103 p.
- Rufus I., Dariusz, G. 2003. Abundance of blueberry bud mite (*Acalitus vaccinii*) in Michigan blueberries, and variation in infestation among common highbush blueberry varieties. *Integrated Plant Protection in Orchards – Soft Fruits IOBC/wprs Bull.* Vol. 26(2): 127-132.
- SADER. 2020. Cultivo del arándano en México, reto superado. En: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/cultivo-del-arandano-en-mexico-reto-superado#:~:text=Un%20aspecto%20a%20destacar%20en,de%20servicios%20de%20la%20regi%C3%B3n>. (Consultado febrero 8, 2021).
- SAGARPA. 2017. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación/ Ciudad de México. Biblioteca Constitucional. Serie Memoria y Prospectiva de las Secretarías de Estado) ISBN: 978-607-9276-57-7: 564 p
- Salamanca, J., Varón, E.H.; Santos, O. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá Corpoica. *Ciencia y Tecnología Agorpecuaria*, 11(1): 31 – 40.
- Santos-Buelga, C. 2001. Sustancias fitoquímicas de frutas y hortalizas, su posible papel beneficioso para la salud. *Horticultura*.
- Sharov, A 1996 . Quantitative population ecology. Department on Entomology. Virginia Tech, Blacksburg, VA. 119 p.

- SIAP .2013. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola En: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo (Consultado enero 4, 2021).
- SIAP. 2017. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. En: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo (Consultado enero 4, 2021).
- SIAP. 2019. Producción agrícola. Sistema de Información Agrícola y Pesquera En: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp (Consultado enero 7, 2021).
- Skarlinsky, T. L. 2003. Survey of St. Vincent pepper fields for Scirtothrips dorsalis Hood, pp. 5. USDA-APHIS-PPQ, Miami, Florida.
- TecnoAgro. 2019. Producción de arándano en México. En: <https://tecnoagro.com.mx/no.https://tecnoagro.com.mx/no.-135/produccion-de-arandano-en-mexico135/produccion-de-arandano-en-mexico> (Consultado enero 7, 2021).
- Torres Pérez J. J. 2017. Cultivo de arándano (*Vaccinium myrtillus L.*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro División de Agronomía. Departamento de Fitomejoramiento. Tesis. En: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42843> (Consultado enero 14, 2021).
- Torres, C. 2015. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Cultivo de Arándano. Bayer: Science for a better life. En: <https://www.sierraexportadora.gob.pe/descargas/feriashttps://www.sierraexportadora.gob.pe/descargas/ferias-eventos/SEMINARIO-BERRIES/berries/CesarTorres.pdf> (Consultado enero 9, 2021).
- Undurraga, P., Vargas, S. 2013. Manual del Arándano. Boletín INIA N° 263. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chillán, Chile. 120 p.
- Urta, F. 2016. Cuando llueve, los insectos no sólo se mojan. Nota del área de Entomología Museo Nacional de Historia Natural. En: <https://www.mnhn.gob.cl/noticias/cuando-llueve-los-insectos-no-solo-se-mojan> (Consultado, julio 23, 2022).

Vera, M. A., Acosta, G., Murúa, M. G., Casmuz, A.S., Fadda, L. 2018. Plagas no blanco de la soja Bt: Complejo de especies del género *Spodoptera* Guenée, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae); Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres; Avance Agroindustrial; 39: 3 -9.

Walter, D. E., & Krantz, G. W. 2009. A manual of acarology / G.W. Krantz and D.E. Walter, editores. Lubbock (Texas): Texas Tech University Press; taxonomic and subject indexes. ISBN: 978-0-89672-620-8, 807 pp

Weibelzahl E., Liburd, O.E. 2013. The blackberry. Publication HS807. Horticultural Sciences Department, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Gainesville, Florida.

Weibelzahl, E., Liburd, O.E. 2009. Epizootic of *Acalitus vaccinii* (Acari: Eriophyidea) Caused by *Hirsutella thompsonii* on Southern Highbush Blueberry in North-Central Florida. The Florida Entomologist 92 (4): 601-607.

Zacarias, M.S., De Moraes, G.J. 2002. Mite Diversity (Arthropoda: Acari) on Euphorbiaceous plants in three localities in the State Of São Paulo. Biota Neotropica 3: Biota Neotropica Volume (2) - <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN00802022002> (Consultado julio 22, 2022).

ACTIVIDADES EXTRACURRICULARES

Se han presentado estos resultados en los siguientes eventos científicos:

1. Fitoácaros presentes en una huerta de arándanos. Mario A. Gutiérrez Macías; Elizabeth Chávez Báez y Mayra Ramos Lima. Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. SOMECTA CIUDAD VICTORIA, Tamaulipas, 9 al 12 abril 2021.
2. Interacciones ecológicas de fitoácaros en agroecosistemas de los Reyes, Michoacán, México. Mayra Ramos Lima. Mario Abraham Gutiérrez Macías, Ma Blanca Nieves Lara-Chávez y Margarita Vargas-Sandoval. XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. Santo Domingo, República Dominicana, 5 - 9 Junio, 2021.
3. Asesor externo de la tesis de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable “BIODIVERSIDAD DE FITOÁCAROS Y OTROS ARTRÓPODOS EN EL CULTIVO DEL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) EN LOS REYES, MICHOACÁN” de la estudiante Elizabeth Ramírez Morelos defendida satisfactoriamente en octubre, 2021.