



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Ciencias Biológicas

Evaluación del manejo, fluctuación poblacional y diversidad de ácaros asociados al cultivo de arándano (*Vaccinium* spp.) en Tangancícuaro, Michoacán y Ciudad Guzmán, Jalisco.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestra en Ciencias Biológicas

Presenta

Paola Scarlet Puga Guzmán

Dirigido por

Dr. Santiago Vergara Pineda

Co-dirigido por:

Dra. Martha Patricia Chaires Grijalva

Dr. Santiago Vergara Pineda

Presidente

Firma

Dra. Martha Patricia Chaires Grijalva

Codirectora

Firma

Dr. Juan Antonio Valencia Hernández

Vocal

Firma

Dr. Juan Bibiano Morales Malacara

Suplente

Firma

Dra. Emma Fabiola Magallán Hernández

Suplente

Firma

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (2024)

México

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro, a la Facultad de Ciencias Naturales y al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por brindarme el espacio y el financiamiento para llevar a cabo esta tesis. Agradezco en particular al Dr. Santiago Vergara Pineda por la gestión, el apoyo, el conocimiento brindado y la oportunidad de realizar este proyecto, así como a la Dra. Martha Patricia Chaires Grijalva de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, campus Mante, por su disponibilidad, orientación y atención durante el desarrollo de esta investigación.

Agradezco a mis sinodales de la Universidad Autónoma de Querétaro y Universidad Nacional Autónoma de México, campus Juriquilla; Dr. Juan Antonio Valencia Hernández, Dra. Emma Fabiola Magallán Hernández y Dr. Juan Bibiano Morales Malacara, que me instruyeron en la estructuración y mejora continua de este trabajo. De igual forma, agradezco al Ingeniero Agrónomo Parasitólogo Juan Soria Morales, de la Asociación Nacional de Exportadores de Berries (ANEBERRIES) por el acercamiento con los predios, la gestión y el acompañamiento para hacer posible este trabajo, así como al LHA. Juan Pablo Vázquez Alviter y a la M. en C. Irma Avilés Carrillo por el apoyo en el procesamiento de muestras y revisión de datos. Agradezco a toda mi familia por acompañarme y brindarme apoyo en cada paso dado.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	9
II. ANTECEDENTES	10
2.1. Generalidades sobre el cultivo del arándano y sus variedades	10
2.2. Características de los ácaros	11
2.3. Ácaros asociados al cultivo del arándano	12
2.4. Factores que inciden en la presencia de los ácaros	14
2.5. La gutación en las plantas de arándano y su relación con los ácaros	16
III. HIPÓTESIS	19
IV. OBJETIVO GENERAL	19
4.1. Objetivos específicos	19
V. METODOLOGÍA	19
5.1. Sitio de muestreo y manejo del cultivo	19
5.2. Identificación taxonómica	20
5.3. Estimación de frecuencia, abundancia relativa y riqueza	21
5.4. Análisis estadístico	22
VI. RESULTADOS	23
6.1. Tratado taxonómico por especie	25
6.2. Determinación de la abundancia, frecuencia relativa y riqueza de ácaros asociados al cultivo de arándano	40
6.2.1. Manejo orgánico	40
6.2.2. Manejo convencional	40
6.3. Fluctuación poblacional de ácaros en el cultivo del arándano	43
6.3.1. Manejo orgánico	43
6.3.2. Manejo convencional	43
6.4. Influencia de los factores climáticos sobre la abundancia y frecuencia de los ácaros	49
6.5. Influencia del manejo del cultivo, las fases fenológicas y las distintas variedades de arándano con la abundancia y frecuencia de los ácaros	54
VII. DISCUSIÓN	59
VIII. CONCLUSIONES	64
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Especies de ácaros colectados en dos huertos de arándano en Tangancícuaro, Michoacán y Cd. Guzmán, Jalisco.	24
Cuadro 2. Análisis ANOVA de la incidencia de las especies de ácaros sobre cinco variedades de arándano	25
Cuadro 3. Abundancia y frecuencia relativa de ácaros asociados al cultivo de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) en huerto con manejo orgánico	41
Cuadro 4. Abundancia y frecuencia relativa de ácaros asociados al cultivo de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) en Tangancícuaro, Michoacán.	42
Cuadro 5. Índice de diversidad estimado para las poblaciones de ácaros en sistemas de producción de arándano orgánico y convencional	42
Cuadro 6. Análisis de componentes principales para la relación entre ácaros fitófagos, depredadores y micófagos con las variables climáticas en las variedades de arándano biloxi y VTM5.	49
Cuadro 7. Análisis de componentes principales para la relación entre ácaros fitófagos, depredadores y micófagos con las variables climáticas en las variedades de arándano VCG1, VCG2 y VCG3.	51
Cuadro 8. Coeficiente de correlación entre temperatura y humedad relativa con las poblaciones de ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en dos variedades de arándano con manejo convencional.	53
.....	53
Cuadro 9. Coeficiente de correlación entre temperatura y humedad relativa con las poblaciones de ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en tres variedades de arándano con manejo orgánico.	54
Cuadro 10. Comparación entre el hábito alimentario de los ácaros asociados al cultivo de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) respecto al manejo del cultivo, fases fenológicas y variedades.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de la toma de muestras de cinco variedades de arándano.	20
Figura 2. <i>Brachytydeus</i> sp. Morfoespecie 1. A) Aspecto general; B) Acercamiento a uñas en tarso pata I-II y puntos oculares; C) Fragmento dorsal del estriado en el idiosoma; D) Gnatosoma con quelíceros cortos.	26
Figura 3. <i>Brachytydeus</i> sp. Morfoespecie 2. A) Aspecto general; B) Acercamiento a uñas en tarso pata I-II; C) Fragmento dorsal del estriado en el idiosoma; D) Vista ventral de seda epimeral 3d; E) Gnatosoma con quelíceros cortos.	28
Figura 4. <i>Neopronematus</i> sp. A) Aspecto general; B) Acercamiento a quelícero en forma de estilete; C) Vista dorsal de las sedas en el trocánter I.	29
Figura 5. <i>Dendroptus</i> sp. A) Aspecto general y vista de pata IV elongada B) Vista dorsal a sedas del fémur I y apodema posternal; C) Vista dorsal de las sedas en el tarso II; D) Distancia entre las patas IV.	31
Figura 6. <i>Amblyseius swirskii</i> . A) Aspecto general y quelíceros desarrollados; B) Vista ventral a tritosternum; C) Vista dorsal de las sedas <i>j3</i> y <i>j1</i> ; D) Escudo ventrianal subpentagonal.	32
Figura 7. Ácaro eriófido colectado en la variedad VCG3 de Jalisco.	33
Figura 8. <i>Cheletomimus bakeri</i> . A) Aspecto general y acercamiento a uña del palptibia; B) Vista dorsal de sedas medias; C) Relación longitud/ancho del escudo histeronotal 1/ 1.2.	35
Figura 9. <i>Brevipalpus yothersi</i> . A) Aspecto general; B) Sedas del opistosoma; C) Acercamiento al gnatosoma; D) Tarso II con solenidios; E) Vista de placa ventral con patrón verrucoso.	37
Figura 10. <i>Eotetranychus</i> sp. A) Aspecto general; B) Seda dúplex del tarso I; C) Acercamiento al pedipalpo; D) Tarso I con seda táctil; E) Acercamiento a espinerete del palptarso.	39
Figura 11. Fluctuación poblacional de ácaros fitófagos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de tres variedades de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) bajo manejo.	45
Figura 12. Fluctuación poblacional de ácaros depredadores y micófagos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de tres variedades de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) con manejo orgánico.	46
Figura 13. Fluctuación poblacional de ácaros fitófagos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de dos variedades de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) bajo manejo convencional.	47
Figura 14. Fluctuación poblacional de ácaros depredadores y micófagos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de tres variedades de arándano (<i>Vaccinium</i> spp.) bajo manejo convencional.	48

Figura 15. Biplot basado en el análisis de componentes principales entre las variables temperatura máxima (Temp. Max), temperatura mínima (Temp. min.), temperatura promedio (Temp. prom.), humedad relativa máxima (HR máx.), humedad relativa mínima (HR min.), humedad relativa promedio (HR prom.), ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en dos variedades con manejo convencional.	50
Figura 16. Biplot basado en el análisis de componentes principales entre las variables temperatura máxima (Temp. Max), temperatura mínima (Temp. min.), temperatura promedio (Temp. prom.), humedad relativa máxima (HR máx.), humedad relativa mínima (HR min.), humedad relativa promedio (HR prom.), ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en tres variedades con manejo orgánico.	52
Figura 17. Diferencias significativas entre las variedades de arándano y la presencia de los ácaros. A) Ácaros fitófagos; B) Ácaros depredadores; C) Ácaros micófagos. Las letras minúsculas indican la diferencia entre los grupos de datos. $p \leq 0.05$	56
Figura 18. Diferencias significativas entre la fenología y la presencia de los ácaros. A) Ácaros fitófagos; B) Ácaros depredadores; C) Ácaros micófagos. Las letras minúsculas indican la diferencia entre los grupos de datos. $p \leq 0.05$	57
Figura 19. Diferencias significativas entre el tipo de manejo y la presencia de los ácaros. A) Ácaros fitófagos; B) Ácaros depredadores; C) Ácaros micófagos. Las letras minúsculas indican la diferencia entre los grupos de datos. $p \leq 0.05$	58

Resumen

El arándano (*Vaccinium* spp.) es la cuarta frutilla de interés económico en el mundo por su adaptación a condiciones ambientales adversas para su cultivo, sin embargo, la introducción de nuevas variedades ha incrementado los problemas fitosanitarios, como el ataque por ácaros, que puede causar pérdidas económicas significativas. Debido a su importancia, el objetivo de este estudio fue describir la estructura de la comunidad de ácaros asociados a cinco variedades de arándano, correlacionados a la fenología, factores ambientales y de manejo. Las muestras se colectaron mensualmente durante un año en Tangancícuaro, Michoacán (manejo convencional) y Cd. Guzmán, Jalisco (manejo orgánico), donde se muestrearon cinco variedades con diez repeticiones cada una. El material biológico se preservó en viales con alcohol 70% y se transportó al laboratorio de Patología Vegetal de la Universidad Autónoma de Querétaro, para su procesamiento. La identificación de los ácaros se realizó mediante montajes en laminillas, claves taxonómicas y descripciones de especies. Los datos climáticos se obtuvieron mediante sensores de temperatura. Posteriormente, se determinó el índice de diversidad, la abundancia, frecuencia relativa y la relación con las variables climáticas, fenológicas y de manejo. En total, se recolectaron 12,608 ácaros pertenecientes a ocho familias y nueve especies. El 72.09% fueron ácaros depredadores, el 22.69% micófagos y el 5.22% fitófagos. El índice de Shannon- Wiener para el huerto orgánico fue de 1.47 y 1.37 para el manejo convencional. En el manejo orgánico, predominaron ácaros de hábitos depredadores (63.76%), y bajo un manejo convencional, se obtuvo mayor abundancia de ácaros de hábitos fitófagos (40.96%). Hubo correlaciones significativas entre los ácaros fitófagos con la temperatura promedio (0.942) y humedad relativa máxima (0.653), los ácaros depredadores a condiciones de humedad relativa mínima (0.998) y temperatura promedio (0.828) y los ácaros micófagos a la temperatura promedio (0.682) y humedad relativa máxima (0.524). Existen diferencias significativas entre el tipo de manejo de cultivo, la fenología y las variedades analizadas, donde la variedad biloxi presenta mayor incidencia de ácaros fitófagos en la etapa de floración y fructificación. La variedad VCG3 tuvo mayor presencia de ácaros depredadores y micófagos en fase de floración, fructificación y desarrollo vegetativo.

Palabras clave: Ácaros, arándano, variedades, manejo del cultivo

Abstract

The blueberry (*Vaccinium* spp.) is the fourth berry of economic interest in the world due to its adaptation to adverse environmental conditions for its cultivation. However, the introduction of new varieties has increased phytosanitary problems, such as mite pests, which can cause economic losses. Due to the importance of mites associated with blueberry cultivation, the objective of this study was to describe the community structure of mites on five blueberry varieties, correlated to phenology, environmental factors and management. Samples were collected monthly for one year round in Tangancícuaro, Michoacán (conventional management) and Cd. Guzmán, Jalisco (organic management), were five varieties of blueberry with ten repetitions were sampled. Biological material was preserved in 110 ml vials with 70% alcohol and transported to the Plant Pathology Laboratory, at Natural Sciences Faculty, from the Autonomous University of Querétaro for its assessment. Mite identification was carried out by performing microscope slides, taxonomic keys and species descriptions. Environmental conditions were recorded using temperature sensors. Subsequently, the diversity indexes, abundance and relative frequency were determined, as well as, the relationship with climatic, phenological and management variables. A total of 12,608 mites belonging to eight families and nine species were collected. 72.09% considered predatory mites, 22.69% were mycophagous and 5.22% represent species considered phytophagous. The Shannon-Wiener index for the organic orchard was 1.47 and 1.37 for the conventional management. In organic management, mites with predatory habits predominated (63.76%), while, under conventional management, a greater abundance was for phytophagous mites (40.96%). There were significant correlations between phytophagous mites with average temperature (0.942) and maximum relative humidity (0.653), predatory mites with conditions of minimum relative humidity (0.998) and average temperature (0.828), and mycophagous mites with average temperature (0.682). and maximum relative humidity (0.524). There are significant differences between the type of crop management, phenology and blueberry varieties analyzed, where the Biloxi variety has a higher incidence of phytophagous mites in flowering and fruiting stages whereas VCG3 variety has a greater presence of predatory and mycophagous mites in the flowering, fruiting and vegetative development phase.

Keywords: Mites, blueberry, varieties, crop management

I. INTRODUCCIÓN

Las berries o frutillas hacen referencia a diversos frutos carnosos, los cuales se originan a partir de un carpelo de una sola flor (bayas) o a partir de varios carpelos en una flor (polidrupas y pseudocarpos) (Moreno, 1984). De manera comercial, dentro de esta clasificación, se encuentra el cultivo de frambuesa, zarzamora y arándano, caracterizados por su reducida vida de anaquel. En los últimos años, la producción y demanda de berries se ha incrementado a nivel nacional e internacional, por los beneficios nutrimentales que brindan y gracias a su rentabilidad, rápido retorno de inversión y posibilidades de exportación (González et al., 2019).

Dentro de las berries, el arándano (*Vaccinium* spp.) es la cuarta frutilla de mayor interés económico en el mundo, dado que es rico en antioxidantes y presenta resistencia a condiciones ambientales adversas para su cultivo. A nivel internacional, Perú es el principal exportador, con una producción de 222, 714 toneladas en el periodo 2021- 2022 (Salgado-Vargas et al, 2018). Por otra parte, el cultivo de arándano en México ha tomado importancia económica y comercial, ya que el 15% de las exportaciones de berries son mexicanas, con una producción de 80,000 toneladas para 2022 (Blueberries Consulting, 2023). Actualmente, la superficie del cultivo arándanos en México alcanza 11,400 hectáreas, siendo los estados de Jalisco y Michoacán donde se concentra el 60% de la producción, del cual, el 40.95% se destina al mercado internacional (Blueberries Consulting, 2023), lo que proyecta a este cultivo como uno de mayor potencial en el sector agrícola debido a su incremento.

De esta manera, el crecimiento acelerado del cultivo, así como la introducción y propagación de diversas variedades, traen consigo problemas fitosanitarios, siendo el ataque por plagas un factor que ocasiona grandes pérdidas económicas, afectando desde el desarrollo vegetativo, hasta el momento de la cosecha de frutos (Flores, 2018). Los estudios enfocados al manejo integrado de este cultivo de se centran en el manejo de enfermedades y en menor medida en la identificación y manejo de plagas. Entre las principales plagas que afectan al arándano se encuentran los ácaros (Acari), trips (Thysanoptera), áfidos (Aphididae) y cochinillas harinosas (Pseudococcidae) (INIA, 2017).

Los ácaros fitófagos destacan como uno de los factores limitantes para el cultivo de arándano, ya que ocasionan pérdidas parciales o totales y disminución en la calidad del fruto, viéndose favorecidos por las condiciones agroclimáticas y de manejo (Bucio-Soto, et al, 2016). Dada la importancia de este cultivo y la pérdida en la producción ocasionada por estos organismos, la identificación de los ácaros

asociados es fundamental para el conocimiento de la dinámica poblacional, aunado al efecto de los factores climáticos y de manejo del cultivo, lo que permitirá establecer una detección y control temprano para mantener los niveles productivos con frutos de calidad.

II. ANTECEDENTES

2.1. Generalidades sobre el cultivo del arándano y sus variedades

El arándano (*Vaccinium* spp.), perteneciente a la familia Ericaceae, son plantas nativas del hemisferio norte, que, a través de mejoras genéticas, han permitido el establecimiento de cultivos en climas fríos, cálidos y templados, extendiendo su oferta durante todo el año (INIA, 2017). Es un arbusto perenne, de madera leñosa, que llega a alcanzar en su madurez tres metros de altura. Posee hojas alternas, de margen entero o aserrado, que varían de 1 a 8 cm de largo, de forma lanceolada u ovalada y de color verde pálido, el fruto es una baya esférica que va de 1.5 cm a 0.7 cm de diámetro, su color depende de la variedad y posee secreciones cerosas (Mesa, 2015).

Su establecimiento ideal es en suelos livianos, ácidos, con pH entre 4 y 5, con buen drenaje y alto contenido de materia orgánica. Tiene un sistema radicular reducido, ya que está compuesto principalmente por raíces delgadas y fibrosas que carecen de pelos radicales, por esto mismo, presentan baja capacidad de absorción y sus raíces no son capaces de atravesar superficies de suelo compacto, volviéndolo sensible al déficit o al exceso hídrico (Mesa, 2015). El establecimiento del arándano tiene un alto costo inicial, ya que, dada sus características, requiere adecuada preparación de suelo, instalación de riego localizado, suelo liviano, adición de cubiertas orgánicas, además del costo de la planta, que debe ser sana y certificada, obtenida de viveros registrados (Morales, 2017). Referente a las etapas fenológicas, Mesa (2015), indica que, el crecimiento está dividido en dos fases, vegetativo y reproductivo. El crecimiento vegetativo inicia con el hinchamiento de las yemas de crecimiento, seguido de entrenudos cortos que posteriormente se alargan y generan la expansión de las hojas. Las etapas de crecimiento reproductivo consisten en el hinchamiento de yemas florales, las cuales darán como resultado botones florales, para dar paso a flores con corolas abiertas o en plena floración y, por último, la caída de flores, cuaje y desarrollo de frutos.

Recientemente, la cantidad de variedades disponibles en el mercado es extensa, por lo que la elección de la variedad debe tomar en cuenta consideraciones técnicas y de manejo para cada zona en específico. De las especies comercializadas, el arándano Alto o highbush representaba el 80% de las plantas cultivadas, a partir de

ella, se han desarrollado las variedades Southern highbush y Northern highbush, con diferentes requerimientos térmicos, para zonas con menor requerimiento de frío, así como, mayor adaptación a largos periodos invernales respectivamente (INIA, 2017).

Adicionalmente, el arándano Ojo de conejo, era considerada la especie más productiva y fácil de cultivar, ya que se desarrolla en una gran diversidad de suelos, y pH, además, tiene una mayor resistencia a la sequía y mayor producción de frutos, no obstante, al ser de floraciones prolongadas y, por lo tanto, múltiples cosechas, estas variedades son ideales para ser cosechadas en forma mecánica y su destino idóneo es la industria de congelados. Dentro de las variedades Southern highbush, se encuentra la variedad Biloxi, ampliamente cultivada en México y de las primeras variedades establecidas, la cual, requiere un mínimo de 400 horas frío, es de floración y fructificación temprana, por lo que puede ser susceptible a heladas (Gonzales, 2017).

El Instituto de Desarrollo Agropecuario de Santiago, Chile (2017), menciona que, el establecimiento de una huerta de arándano con nuevas variedades implica considerar aspectos tales como las condiciones climáticas y de suelo del sitio de establecimiento, la disponibilidad de mano de obra y competencia con otras huertas durante el ciclo, el tipo de cosecha (manual o mecanizada). Otro aspecto importante de considerar es que, el desarrollo y establecimiento de nuevas variedades puede ser originado por programas o industrias de mejoramiento privado y, por lo tanto, están sujetas a licencias de empresas que las propagan y entregan a los productores cláusulas de derechos de propiedad.

En el caso de la calidad del fruto, se deben tomar en cuenta los atributos que ofrece cada variedad, para mantener los estándares de calidad al momento de ser comercializados, por ejemplo, los frutos deben encontrarse inocuos, es decir, ausencia de malformaciones, con algún tipo de pudrición, lesiones o cualquier otro factor que comprometa la calidad del producto; cumplir con el color, tamaño, contenido de azúcares, consistencia, además de tener presente en un 90%, la cera natural o bloom. Finalmente, es importante tomar en cuenta la resistencia de cada variedad a factores bióticos y abióticos como la resistencia a plagas y enfermedades (INIA, 2017).

2.2. Características de los ácaros

Referente a las plagas que pueden estar presentes en el cultivo de arándano, una de las principales causas de pérdidas económicas es ocasionado por los ácaros. Los ácaros son arácnidos, poseen un par de quelíceros, pedipalpos y cuatro pares

de patas, se caracterizan por ser de tamaño pequeño, aunque variables, se pueden encontrar desde 0.1 mm hasta los 3 cm, además, presentan el cuerpo dividido en dos regiones; el gnatosoma e idiosoma (Iraola, 1998, Walter y Krantz, 2009).

El Gnatosoma es la región del aparato bucal donde están ubicados los quelíceros y los pedipalpos. Los quelíceros son apéndices compuestos por un dígito dorsal fijo y un dígito ventral móvil, su forma es variable y está correlacionada con los hábitos alimentarios de cada especie, ya que tendrán función de cortar, triturar, succionar o picar (Pérez et al., 2014). Los pedipalpos tienen una función sensorial, los cuales disponen de numerosas sedas (Iraola, 1998).

El idiosoma constituye el cuerpo del ácaro, el cual, se presenta en formas diversas, con constricciones o divisiones, la parte dorsal puede tener partes esclerotizadas en forma de placas o escudos, que pueden estar presentes según los grupos de ácaros, de igual modo, en la parte ventral se encuentran los orificios anales y genitales, los cuales pueden presentar valvas cubriendo dichas zonas, a su vez, las sedas dorsales presentes pueden tener múltiples formas y son de utilidad taxonómica (Iraola, 1998).

Los ácaros constituyen un grupo muy diverso con más de 55, 000 especies descritas (Walter y Krantz, 2009), y tienen la capacidad de estar presentes en casi todos los ecosistemas, lo que supone que el alto grado de diversidad de hábitats corresponde con un alto grado de variabilidad en formas, tamaños, estructuras y comportamientos. Iraola, (2001), menciona que los ácaros, por sus hábitos alimentarios pueden clasificarse como ácaros de vida libre, detritívoros, ectoparásitos o endoparásitos, de productos almacenados, depredadores de otros ácaros o insectos y fitófagos.

2.3. Ácaros asociados al cultivo del arándano

Las poblaciones de ácaros fitófagos son plagas graves en los sectores agrícolas por causar daños y pérdidas considerables en diversos cultivos, ya que, en los últimos años, los daños por ácaros se han incrementado de forma progresiva. A nivel mundial, estos artrópodos están representados en 109 familias y 54,617 especies, de las cuales 2,625 se encuentran presentes en México, distribuidas en cinco órdenes, ubicadas en las familias Eriophyidae, Tetranychidae, Tenuipalpidae y Tarsonemidae, que incluyen especies de importancia agrícola (Evans, 1992), lo que representa 4.8% de la riqueza mundial (Pérez et al., 2014). Los ácaros fitófagos pueden causar reducción del rendimiento, daños morfológicos, clorosis, reducción de la tasa fotosintética y pérdida de botones florales o frutos (Devi y Challa, 2019).

La identificación de ácaros asociados a las berries, se ha estudiado a nivel de identificación taxonómica y en menor medida, a la correlación con los factores bióticos y abióticos que pueden incidir en su presencia. Ayala-Ortega et al., (2019), identificaron a las especies de ácaros presentes en el cultivo de frambuesa durante un año, en dos localidades del estado de Michoacán, donde obtuvo 67,548 ácaros pertenecientes a 10 familias y 17 especies, de las cuales, el 88.5% están catalogadas como especies fitófagas, el 11% como depredadoras y 0.46% de otros hábitos alimentarios. En ambas localidades, las familias con mayor número de individuos fueron Diptilomiopidae, Tetranychidae, Phytoseiidae y Tenuipalpidae, siendo la especie *Asetadiptacus* sp. (Acari: Diptilomiopidae) la que presentó el mayor número de individuos (57.18%), a su vez, la segunda familia que fue más abundante fue Tetranychidae y menciona la presencia de otros ácaros fitófagos de las familias Tenuipalpidae, Tarsonemidae y Eriophyidae así como, de hábitos depredadores representados por las familias Phytoseiidae y Stigmaeidae y por último, a familias con hábitos alimentarios variados como Acaridae, Uropodidae y Tydeidae, que en su conjunto representaron el 0.5% del total de ácaros recolectados.

Ayala-Ortega et al., (2019) indicaron que, algunas de las especies determinadas, se reportan como principales plagas de la frambuesa y de otras frutillas en el estado de Michoacán, como es el caso de *Tetranychus urticae*, aunque fue observado con baja abundancia y no se detectó un daño severo ocasionado por este ácaro que pueda considerarse de importancia económica.

La identificación de ácaros, así como su distribución espacial en la planta y fluctuación poblacional en el cultivo de zarzamora, fue evaluada por Vargas-Madriz et al. (2020), donde colectaron brotes jóvenes por cada estrato de la planta (basal, medio y apical). En dicho cultivo, se colectaron 5,937 ácaros agrupados en 13 familias, en un periodo de 7 meses, donde el 80% de los ácaros pertenecieron a las familias Eriophyidae, Tetranychidae y Diptilomiopidae, que se distribuyen en la parte media y baja de las plantas, además, estas familias son reconocidas por su hábito fitófago, siendo Tetranychidae y Eriophyidae, especies de importancia económica en la zarzamora.

Por otra parte, los mismos autores reportan la presencia de las familias Phytoseiidae (12.8%) y Stigmaeidae (2.24%) como las de mayor abundancia relativa de ácaros depredadores, además, registra a las familias Acaridae, Iolinidae, Tarsonemidae y Tydeidae, catalogadas como de hábitos alimentarios diversos y que solo representaron en conjunto el 7% de la colecta, por lo que, son consideradas como especies ocasionales. Acerca de la fluctuación poblacional de ácaros en la

zarzamora, se observó un incremento de las poblaciones, el cual, comenzó en el mes de febrero, presentando la mayor población en marzo, sin embargo, los resultados se relacionan con el hecho que, en este periodo del año es cuando la planta comienza a producir el fruto, con lo cual, la calidad del alimento incrementa, propiciando un aumento en las poblaciones de ácaros y, de la misma manera, sugiere llevar a cabo estudios de fluctuación poblacional con base al manejo específico de cada huerta, así como la incidencia en variedades distintas (Vargas-Madriz et al., 2020).

Específicamente sobre el cultivo de arándano, Vázquez (2020), analizó la diversidad y fluctuación poblacional de ácaros en arándano y frambuesa de cuatro huertos en Michoacán, donde colectó un total de 11,369 ácaros, con 20 especies de 7 familias. En dicho estudio, el cultivo de frambuesa fue el que representó una mayor riqueza con 16 especies, al igual que la mayor abundancia, ya que, del total de ácaros, 11,369 fueron colectados en este cultivo, en cambio, para el cultivo de arándano, se registró la presencia de 98 ácaros y se identificaron cuatro especies. En cuanto a los índices de diversidad, la familia Tetranychidae fue la más abundante con 10,644 ácaros de hábito fitófago, mientras que la familia Phytoseiidae fue la más diversa, con ocho especies de ácaros distintas. La correlación con los factores ambientales, en específico, con la temperatura, fue variable en cada huerta muestreada, ya que la abundancia de los ácaros tetraníquidos se correlacionó positivamente con el aumento de la temperatura, en dos huertos y en el resto de los sitios colectados, se correlacionó de manera negativa.

Para el caso del cultivo del arándano, en dos de los sitios de colecta, se registró la mayor abundancia de ácaros en los meses de diciembre y abril, por el contrario, en las huertas restantes, los meses de mayor abundancia fue de marzo a mayo, de la misma manera, se registró la presencia de ácaros ocasionales de la familia Tarsonemidae que sólo estuvo presente cuatro meses en el año, los cuales, se correlacionaron positivamente con la presencia de los ácaros de la familia Phytoseiidae, especialmente en los meses más cálidos, de marzo a mayo, ya que los ácaros tarsonémidos pueden servir de alimento complementario para los ácaros depredadores (Vázquez, 2020).

2.4. Factores que inciden en la presencia de los ácaros

El comportamiento y la densidad de las poblaciones de ácaros en las plantas hospedantes puede ser variable y dependiente de las condiciones ambientales. La temperatura, humedad, precipitaciones, fotoperiodo y dirección del viento, influyen en la tasa de desarrollo de los ácaros, tasa de supervivencia y la tasa de fecundidad, siendo la temperatura, el principal factor abiótico que influye en la distribución

temporal y espacial de insectos y ácaros en campo (Devi y Challa, 2019). Acerca de la importancia del conocimiento de los microclimas que favorecen la sobrevivencia y persistencia de poblaciones de ácaros plaga, Devi y Challa., (2019), llevaron a cabo una revisión sobre el impacto del clima en la estacionalidad de los ácaros fitófagos, para el desarrollo de planes de manejo en campo en la India, el cual hace referencia a que, las principales familias de ácaros que se alimentan de plantas, causando pérdidas totales en los cultivos, son la familia Tetranychidae, Tenuipalpidae y Eriophyidae, además, mencionan que, en condiciones de vivero, donde la temperatura es variable, en combinación con humedad relativa alta (>70-90%), las poblaciones de ácaros incrementan, y, a medida que la temperatura aumenta, especialmente en verano, se observa un primer aumento poblacional, que disminuye drásticamente en temporadas de lluvias, donde la temperatura disminuye.

Ghoshal et al., (2011) evaluaron la estacionalidad de las falsas arañas rojas de la familia Tenuipalpidae en árboles de guayaba, observando que, el tamaño promedio de la población se encontraba en los meses de noviembre y enero, con el pico máximo de población en el mes de mayo, cuando la temperatura, humedad relativa y las precipitaciones fueron de 31 a 20 °C, 72 a 62%. y 1.05 mm respectivamente. El tiempo de desarrollo de los ácaros también puede verse influenciado por la temperatura. Maula y Khan, (2015), evaluaron el tiempo de las etapas de desarrollo de los ácaros *Tetranychus urticae* Koch y *Panonychus ulmi* Koch en cultivos de manzano, donde la duración del desarrollo total de las hembras de *T. urticae*, fue de 12 a 4 días entre 24-26 °C y 10 días a 29-31 °C, mientras que para los ácaros macho fue de 10.8 días a 24-26 °C y 8.3 días a 29-31 °C. En cambio, para las hembras de *P. ulmi* Koch, el desarrollo total fue de 12.18 días a 24-26 °C y 10 días a 29-31 °C y en el caso de los machos fue de 11.61 días a 24-26 °C y 9.35 días a 29-31 °C.

Asimismo, factores como la precipitación puede afectar el establecimiento y crecimiento de los ácaros fitófagos. Las lluvias prolongadas y fuertes pueden ahuyentarlos de la planta huésped, así como alterar sus patrones de comportamiento, sin embargo, condiciones de humedad relativa alta (55- 85%) por lloviznas o riegos como micro aspersiones, en combinación con temperaturas entre 24 y 26 °C, pueden aumentar las poblaciones de ácaros fitófagos, como en el caso de la araña roja *T. urticae* (Khan et al., 2008).

El conocer el comportamiento de los ácaros fitófagos relacionados a los factores climáticos es útil para establecer programas de aplicaciones de agroquímicos, así como adicionar herramientas de control disponibles para reducir las poblaciones,

sin embargo, debe tenerse en cuenta las condiciones y características de cada cultivo y sitio, ya que puede haber otros factores bióticos o abióticos que influyan en la presencia y densidad de determinadas especies de ácaros (Devi y Challa, 2019).

2.5. La gutación en las plantas de arándano y su relación con los ácaros

Un elemento que puede influir en la estructura de la comunidad de insectos y otros artrópodos que visitan las plantas, es la gutación, la cual, es una solución secretada en los márgenes de las hojas a través de poros denominados hidátodos, esta exudación está compuesta de savia, así como otros carbohidratos, y se presenta en diversos cultivos como, el arroz, maíz, fresa, tomate, tabaco y arándano (Urbaneja-Bernat et al., 2020). La cantidad de gutación presente en las plantas, depende de factores abióticos como la humedad, temperatura, radiación solar y humedad relativa, así como las fases fenológicas de cada especie.

Diversos estudios han mostrado los efectos de la gutación en la composición de la comunidad de insectos y otros artrópodos, en este sentido, Urbaneja-Bernat et al., (2020), documentaron estos efectos en plantas de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) donde menciona que, la gutación en estas plantas estuvo presente durante todo el ciclo, siendo las etapas fenológicas de crecimiento vegetativo, desarrollo de botones florales y desarrollo temprano de fruto, donde se obtuvo el mayor porcentaje de hojas con gutación y fue disminuyendo conforme pasaba el periodo de fructificación y cosecha.

Sobre los factores abióticos que impactan en la cantidad de gutación en el arándano, la temperatura está correlacionada positivamente con el porcentaje de gutación que presenta la planta durante el ciclo, pero no con la humedad relativa o la radiación solar (Urbaneja-Bernat et al., 2020). Sin embargo, el contenido de carbohidratos presentes en las gotas de los exudados foliares también pueden ser promotores de crecimiento de otros microorganismos, como hongos (Singh, 2014).

Acerca de los exudados en las hojas de arándano, Milholland (1969), describió la importancia de la gutación, como un factor que detona la enfermedad de las manchas foliares y pudrición de frutos en arándano, causados por el hongo *Gloeosporium minus*. En este caso, se analizó la susceptibilidad de las variedades de arándano Weymouth y Bluecrop, por medio de inoculaciones de conidios de *G. minus* en agua destilada y una suspensión de conidios en combinación con exudados foliares a plantas, con y sin lesiones en las hojas, con la finalidad de determinar si la infección a través de las heridas desarrollaría en lesiones similares

en tamaño y sitios de crecimiento, además, se determinó el contenido de carbohidratos de los exudados foliares de las hojas del arándano.

Para las plantas de arándano infectadas, sin heridas en las hojas, con la solución de conidios de *G. minus*, se obtuvieron lesiones marrones a rojizas de 5 a 10 mm de diámetro, en las hojas y brotes jóvenes, específicamente, en los bordes de las hojas, cercanos a los hidátodos así como en la venación principal, en cambio, en las infecciones a través de heridas, las lesiones variaron en tamaño de 3 a 10 mm de diámetro, de forma irregular, por el haz y envés de las hojas (Milholland, 1969).

Por otra parte, para determinar si la gutación de las plantas de arándano, influye en el desarrollo de lesiones, por medio de una solución de conidios en combinación con los exudados foliares, Milholland (1969), estableció que, se observaron lesiones grandes, circulares a irregulares, marrones a rojizas y con un borde oscuro de 5–10 mm de largo, las cuales, se desarrollaron a lo largo de las venas principales y en el borde de las hojas donde se encuentran los hidátodos, a su vez, el contenido de carbohidratos de los fluidos secretados por las hojas de los arándanos, mostró que, contiene 500,000 ppm de glucosa, así como 12 aminoácidos diferentes. Los resultados de las inoculaciones indicaron que, el desarrollo de lesiones en las plantas de ambas variedades se observa principalmente en los bordes de las hojas, además, el desarrollo de lesiones grandes se da a través de la infección por medio de los hidátodos y en menor medida, a través de las heridas.

Las pruebas realizadas por Milholland (1969), sugieren que, los nutrientes liberados por los tejidos vegetales influyen en el potencial de inóculo de los patógenos asociados, ya que las lesiones más grandes se ubicaban cerca de los hidátodos foliares, donde el exudado está disponible para el hongo.

En referencia a los ácaros micofagos que habitan en las hojas de diversos cultivos, también pueden representar un grupo significativo de especies de enemigos naturales contra hongos patógenos de plantas. English-Loeb et al. (1999), demostraron que el ácaro *Orthotydeus lambi* (Baker) (Arachnida: Tydeidae), es capaz de disminuir al hongo patógeno *Uncinula necator* (Schwein) Burrill, agente causal del mildiu polvoroso de la uva (*Vitis riparia*).

Las pruebas realizadas con plantas de *V. riparia*, cultivadas en macetas, se comprobó que el ácaro *O. lambi*, en densidades naturales, redujo en un 85% la proporción de hojas infectadas con micelio, en comparación con los controles sin liberación. Sobre el papel de los ácaros micófagos en cultivos de interés comercial, English-Loeb et al. (1999) mencionaron que, la mayoría de estas especies se alimentan de hongos, pero, en ciertos casos, los artrópodos pueden tener un

beneficio sobre el hongo a través de una mayor dispersión de esporas, sin embargo, los resultados presentes en este estudio con uvas cultivadas en invernadero y en condiciones de viñedo sugieren que *O. lambi* puede ser útil como agente de control biológico del mildiu.

La relación que existe entre la presencia de ácaros y la transmisión de hongos en árboles fue estudiada por Bridges y Moser (1983), donde mencionan que los ácaros de la familia Tarsonemidae tienen la capacidad de transportar esporas sobre la superficie del cuerpo o en estructuras denominadas esporotecas. Bridges y Moser (1983), analizaron el papel de los ácaros foréticos en la transmisión del hongo *Ceratocystis minor* (Hedgcock) Hunt, ya que los ácaros Tarsonemidos, se alimentan de las ascosporas de *C. minor*, y al moverse en áreas colonizadas por los hongos, tienden a transportarlos, además, estos ácaros presentan una fase forética donde se adhieren a los escarabajos del pino del sur (*Dendroctonus frontalis* Zimmerman). En su estudio, se concluye que, los escarabajos *D. frontalis* que transportan ácaros foréticos, tuvieron una incidencia del 75% de ascosporas de *C. minor*, en comparación con escarabajos libres de ácaros (39%). Los ácaros aumentan la posibilidad de que transporten esporas de hongos, además, este comportamiento es una asociación de triple mutualismo, donde el insecto porta tanto al ácaro como al hongo, donde este último, sirve de alimento para los ácaros y ayuda al desarrollo del escarabajo, al matar el árbol donde se desarrolla rápidamente.

III. HIPÓTESIS

Derivado de lo anteriormente expuesto, se plantea la existencia de mayor diversidad de especies de ácaros en el cultivo con manejo orgánico, en comparación con el cultivo con manejo convencional, debido a esto, se pueden obtener al menos dos especies de ácaros fitófagos en estas zonas.

IV. OBJETIVO GENERAL

Describir la estructura de la comunidad de ácaros asociados a cinco variedades de arándano (*Vaccinium* spp.), correlacionados a factores ambientales y de manejo.

4.1. Objetivos específicos

1. Identificar las especies de ácaros asociados al cultivo de arándano
2. Determinar la abundancia, riqueza y frecuencia de ácaros asociados al cultivo de arándano y sus fluctuaciones a lo largo de un año
3. Evaluar la influencia de los factores climáticos (temperatura y humedad relativa) sobre la abundancia y frecuencia de los ácaros
4. Correlacionar las características de manejo del cultivo y las fases fenológicas del arándano con la abundancia y frecuencia de las especies de ácaros

V. METODOLOGÍA

5.1. Sitio de muestreo y manejo del cultivo

Los ácaros asociados al cultivo de arándano fueron colectados en el municipio de Tangancícuaro, Michoacán (19° 44.648' N, 103° 27.2010' O) y Cd. Guzmán, Jalisco (19° 50.748' N, 102° 12.257' O). Las plantas de arándano en ambos sitios se encontraban bajo macrotúnel. El huerto ubicado en Tangancícuaro, es un huerto con manejo convencional, en el cual se tuvieron dos temporadas de podas, raleos y aplicaciones de caldo sulfocálcico en intervalos de 10 días para el control de plagas.

El segundo huerto ubicado en Cd. Guzmán, tenía un manejo orgánico, el cual consistió en dos temporadas de poda y aplicaciones de insecticidas a base de fermentos de bacterias, *Bacillus thuringiensis*, silicio, jabones y extractos botánicos como vainilla, concentrado de mostaza, extracto de neem, concentrados de capsaicina y extracto de *Tanacetum cinerariifolium* Sch.Bip. para el control de plagas, en intervalos de dos a cuatro días, así como, liberaciones del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, 1962, como control biológico.

Los muestreos se llevaron a cabo una vez al mes, durante un año (marzo del 2022 a febrero del 2023). Dentro de cada macrotúnel, se eligió una unidad experimental de cinco plantas; tres en el surco medio y dos plantas en los surcos opuestos, las plantas se marcaron con la finalidad de abarcar la mayor superficie posible y, se evitaba usar las mismas plantas para muestreos subsecuentes (Figura 1). Se utilizaron cinco variedades de arándano en total, tres variedades colectadas en Cd. Guzmán (VCG1, VCG2 y VCG3) y dos más ubicadas en Tangancícuaro (biloxi y VTM5) y por cada variedad, se tomaron diez repeticiones formadas por muestras compuestas por cinco brotes cada una. Para cada muestra se tomó material vegetativo según las fases de desarrollo fenológico (tallos, hojas, botones florales, flores y frutos) con tijeras de poda previamente desinfectadas. En total, se recolectaron 50 muestras mensuales.



Figura 1. Descripción de la toma de muestras por cada variedad.

5.2. Identificación taxonómica

El material colectado se colocó en viales de plástico de 110 ml con alcohol al 70% y fueron trasladados al laboratorio de Patología vegetal, en la Facultad de Ciencias Naturales, de la Universidad Autónoma de Querétaro, para su procesamiento e

identificación. Los ácaros se colocaron en cajas Petri y se observaron bajo microscopio de disección y compuesto (ZEISS® Stemi DV4, Leica® DM500), los cuales, se separaron con un pincel, contabilizaron y registraron, para su posterior montaje en laminillas en el medio semipermanente CMCP9 utilizado por Vergara-Pineda et al., (2018), modificado de Stehr, (1987). Posteriormente, las laminillas se colocaron en un horno a 45 °C durante 5 días, con la finalidad de deshidratar la muestra. Para la identificación se revisaron las claves taxonómicas de Walter y Krantz (2009), Tuttle et al., (1976), Da Silva et al. (2016) y Lindquist (1986), así como descripciones de especies (Da Silva et al., 2016; Panou et al., 2000; Lindquist, 1986; Zannou et al., 2007; Fain et al., 2002; Beard et al., 2012; Tuttle et al., 1976) y, por último, se tomaron fotografías bajo microscopio compuesto (Leica® DM500 con cámara ICC50 W).

5.3. Estimación de frecuencia, abundancia relativa y riqueza

Con el objetivo de evaluar la influencia de los factores climáticos en la dinámica poblacional de los ácaros, se utilizaron dos sensores de temperatura (Lascar® EL-USB-2) dentro de los macrotúneles. Una vez obtenidos los datos de los muestreos realizados, se determinó la abundancia, frecuencia relativa y riqueza de las especies de ácaros por medio de las siguientes ecuaciones (Chávez, et al., 2017):

$$Ar = \frac{n_i}{N} \times 100$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa (%)

n_i = número de individuos de la especie i

N = total de especies encontradas

Para la evaluación de los valores de abundancia relativa, se utilizó la escala de Masson y Bryssnt (1974) que indica que, una especie es muy abundante > 30; abundante > 10 y < 29; Poco abundante < 10.

$$Fr = \frac{M_i}{M_t} \times 100$$

Donde:

Fr = Frecuencia de aparición de la especie (%)

M_i = Número total de muestreos con la especie i

M_t = Número total de muestreos

En la cual, la escala para determinar la frecuencia relativa de cada especie siguió un criterio similar, donde, una especie es muy frecuente si la $F_i > 30$, Frecuente si $10 \geq F_i \leq 30$ y, Poco frecuente si $F_i < 10$.

Finalmente, se realizó la estimación de la riqueza empleando el índice de Shannon–Wiener (H'), el cual, mide el grado promedio de la incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una colección (González-Domínguez et al., 2023):

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

s = Riqueza de especies

p_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

Para la evaluación de la riqueza con el índice de índice de Shannon–Wiener, se siguió un criterio donde, existe baja diversidad si se obtienen valores menores a 2, diversidad media con valores de 2 a 3 y diversidad alta con valores superiores a 3 (Margalef, 1972).

5.4. Análisis estadístico

Para determinar si existen diferencias significativas entre las poblaciones de ácaros con el sitio de muestreo, así como con las etapas fenológicas y el manejo del cultivo, se utilizó la prueba ANOVA. Además, la relación entre las variables climáticas y las poblaciones de ácaros por variedad, se analizó a través de un coeficiente de correlación de Pearson y un Análisis de Componentes Principales (PCA), por medio de los paquetes estadísticos Past 3.24 y GraphPad Prism 8.0.1.

VI. RESULTADOS

Se recolectaron en total 12,608 ácaros pertenecientes a ocho familias y nueve especies, de los cuales, el 72.09% están catalogados como ácaros depredadores, representados por las familias Tydeidae, Iolinidae, Phytoseiidae y Cheyletidae; el 22.69% son especies micófagas pertenecientes a la familia Tarsonemidae y, el 5.22% representa a especies consideradas fitófagas, de las familias Eriophyidae, Tenuipalpidae y Tetranychidae.

Del total de ácaros colectados, el 91.3% (n= 11,512) provienen de Cd. Guzmán, con manejo orgánico, mientras que, el 8.7% (n= 1,096) corresponde a Tangancícuaro, Michoacán, con manejo convencional, en relación con el sitio de muestreo, se obtuvieron en promedio 37.97 y 4.56 ácaros en cada localidad, durante un año, respectivamente. Para el huerto ubicado en Cd. Guzmán, en promedio se presentó mayor cantidad de la especie del género *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 2, (Prostigmata: Tydeidae) en cambio, en Tangancícuaro, se tiene en mayor cantidad en promedio de la especie *Brevipalpus yothersi* (Prostigmata: Tenuipalpidae) (Cuadro 1)

Con respecto a las cinco variedades y sitios de muestreo, existen diferencias significativas entre la presencia de las poblaciones de ácaros sobre las distintas variedades. Con base en la prueba de ANOVA, existen diferencias significativas en relación con las especies *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 1, en la variedad VCG3, *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 2, en las variedades VCG1 y VCG3 y la especie *Dendroptus* sp. en la variedad VCG3 (Cuadro 2).

Cuadro 1. Especies de ácaros colectados en dos huertos de arándano en Tangancícuaro, Michoacán y Cd. Guzmán, Jalisco.

Familia	Especie	Sitio de muestreo		
		Tangancícuaro, Manejo convencional $\bar{X}$	Cd. Guzmán, Manejo orgánico $\bar{X}$	$\bar{X}$
Tydeidae	<i>Brachytydeus</i> Thor, 1931 Morfoespecie 1	0.004 ± 0.06	9.64 ± 25.45	9.64
	<i>Brachytydeus</i> Thor, 1931 Morfoespecie 2	0.02 ± 0.42	10.76 ± 21.58	10.78
Iolinidae	<i>Neopronematus</i> sp. Panou, 2000.	0.77 ± 1.94	3.12 ± 3.38	3.89
Tarsonemidae	<i>Dendroptus</i> sp. Kramer, 1876	1.29 ± 2.87	7.08 ± 15.23	8.37
Phytoseiidae	<i>Amblyseius swirskii</i> Athias-Henriot, 1962.	0.53 ± 1.53	0.63 ± 1.38	1.16
Eriophyidae	Sin determinar	0.08 ± 0.009	0.03 ± 0.23	0.11
Cheyletidae	<i>Cheletomimus</i> <i>bakeri</i> Ehara, 1962.	0.01 ± 0.11	0.15 ± 0.76	0.16
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus yothersi</i> Baker, 1949.	1.87 ± 9.6	0.50 ± 4.17	2.37
Tetranychidae	<i>Eotetranychus</i> sp. Oudemans, 1931.	0.03 ± 0.30	0.01 ± 0.14	0.04
Total		4.56	31.97	36.52

Media y desviación estándar ($\bar{X} \pm DS$), $\bar{X}$ =25 brotes por repetición

Cuadro 2. Análisis ANOVA de la incidencia de las especies de ácaros sobre cinco variedades de arándano

Especie	VCG1	VCG2	VCG3	biloxi	VTM5
<i>Brachytydeus</i> sp. Morfoespecie 1	5.70 bcdef	1.92 efgh	21.30 a	0 h	0.008 h
<i>Brachytydeus</i> sp. Morfoespecie 2	19.8 a	3.15 defgh	9.34 b	0.05 gh	0.008 h
<i>Neopronematus</i> sp.	2.25 efgh	6.70 bcde	0.40 gh	0.83 fgh	0.71 gh
<i>Dendroptus</i> sp.	7.83 bcd	4.90 bcdefg	8.51 bc	1.94 efgh	0.65 gh
<i>Amblyseius swirskii</i>	0.93 fgh	0.30 gh	0.67 gh	1.05 fgh	0.02 gh
Eriophyidae sin determinar	0.04 gh	0.025 gh	0.04 gh	0.008 h	0.008 h
<i>Cheletomimus bakeri</i>	0.09 gh	0.18 gh	0.2 gh	0.02 gh	0 h
<i>Brevipalpus yothersi</i>	0.19 gh	1.27 fgh	0.04 gh	3.70 cdefgh	0.03 gh
<i>Eotetranychus</i> sp.	0.025 gh	0 h	0.02 gh	0.06 gh	0 h

Media con misma letra no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

6.1. Tratado taxonómico por especie

***Brachytydeus* sp. (Prostigmata: Tydeidae)**

Las especies del género *Brachytydeus* se han adaptado a diversos hábitos alimentarios, como, micófagos, fitófagos, y carroñeros (Silva et al., 2014). Sin embargo, algunas especies de la familia Tydeidae se han considerado plagas agrícolas que, eventualmente, pueden ocasionar pérdidas económicas, mientras que, otras especies, son catalogadas como benéficas, al poder alimentarse de otros ácaros pequeños, pupas y exuvias. Asimismo, diversas especies de este género se ven atraídas por el desarrollo de hongos contaminantes, resultado de secreciones

azucaradas por parte de algunos insectos o plantas, los cuales, les sirven de alimento (Lorençon et al., 2016).

***Brachytydeus* sp. Morfoespecie 1**

Caracteres diagnósticos:

La familia Tydeidae presenta patas I-II con uñas, seda epimeral 3d usualmente presente (Walter y Krantz, 2009). Idiosoma estriado, con puntos oculares y, quelíceros cortos (Da Silva et al., 2016) (Figura 2).

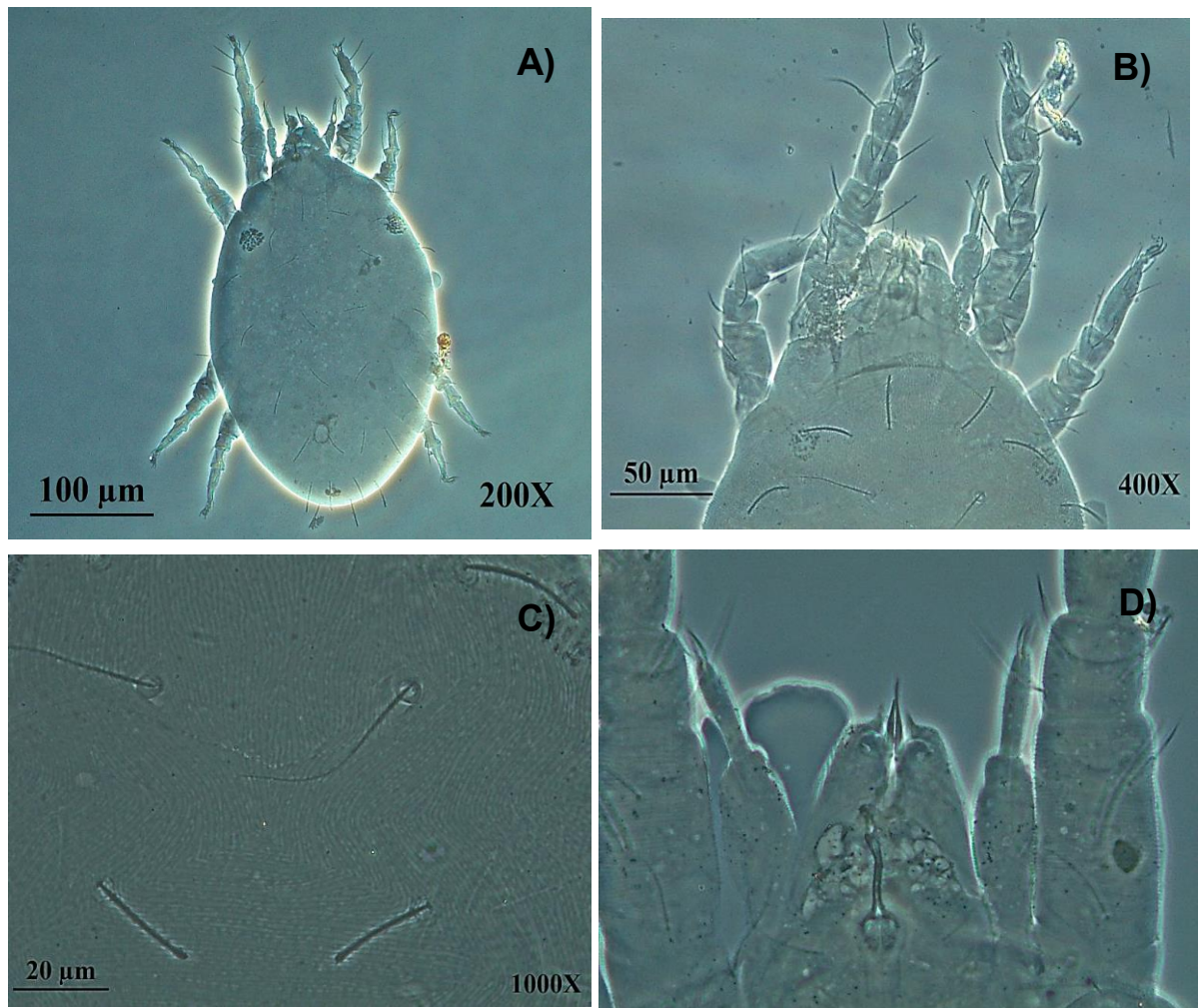
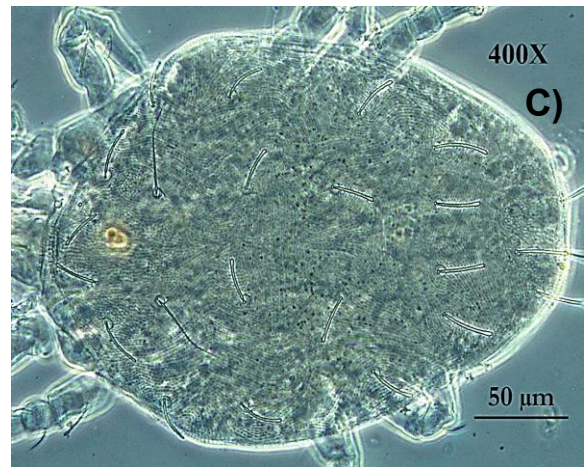
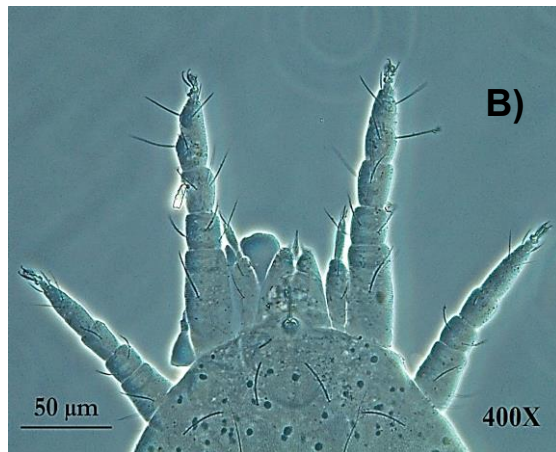
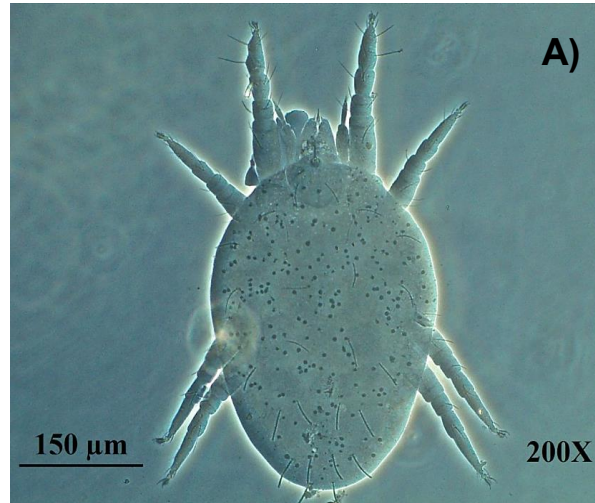


Figura 2. *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 1. A) Aspecto general; B) Acercamiento a uñas en tarso pata I-II y puntos oculares; C) Fragmento dorsal del estriado en el idiosoma; D) Gnatosoma con quelíceros cortos. Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

***Brachytydeus* sp. Morfoespecie 2**

Caracteres diagnósticos:

Los ácaros de la familia Tydeidae presentan pata I-II con uñas, puntos oculares ausentes, seda epimeral 3d usualmente presente (Walter y Krantz, 2009). Idiosoma estriado, quelíceros cortos (Da Silva et al., 2016) (Figura 3).



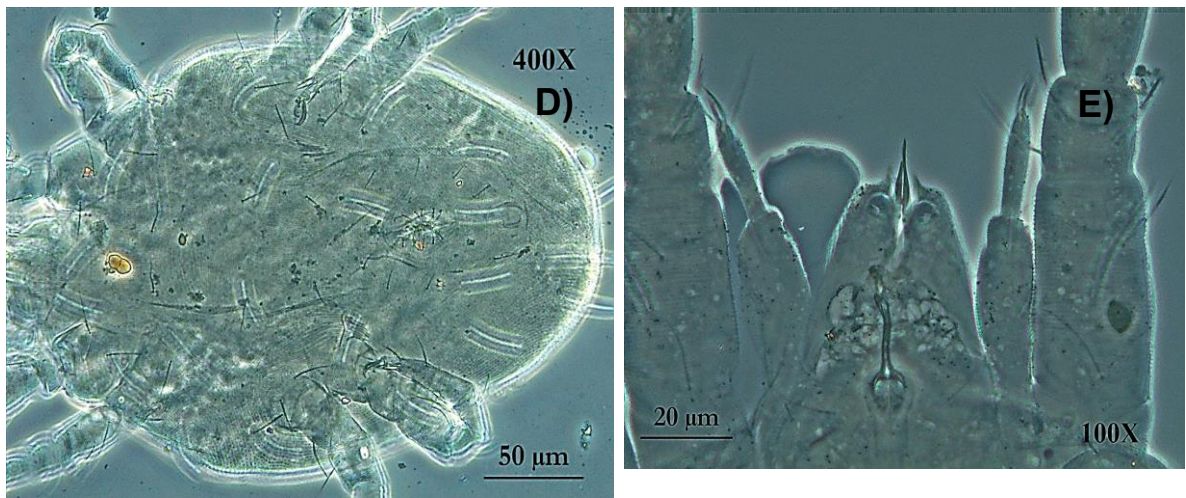


Figura 3. *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 2. A) Aspecto general; B) Acercamiento a uñas en tarso pata I-II; C) Fragmento dorsal del estriado en el idiosoma; D) Vista ventral de seda epimeral 3d; E) Gnatosoma con quelíceros cortos.

Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

***Neopronematus* sp. (Prostigmata: Iolinidae)**

Los ácaros iolínidos han tomado interés por ser considerados como depredadores de otros ácaros e insectos pequeños. En 2017, se inició la búsqueda de enemigos naturales potenciales para el control del ácaro *Aculops lycopersici* (Tryon, 1917) (Acari: Eriophyidae) en cultivos de tomate, presentando especial atención a especies de esta familia, en específico, a diversas especies de la subfamilia Pronematinae. Aunado a esto, su importancia como agentes de control biológico puede incrementar ya que también es capaz de suprimir el desarrollo de hongos en diversos cultivos por su hábito micófago (Ueckermann et al., 2024).

Caracteres diagnósticos:

Adultos de la familia Iolinidae con el dígito móvil del quelícero con forma de estilete o en forma de látigo; palpo tarsal usualmente con 3 o 4 sedas elongadas (Walter y Krantz, 2009). Sedas *h2* y *ps2* ausentes, tarso III y IV con cinco sedas, trocánter I y II con una seda, cada uno (Panou et al., 2000) (Figura 4).

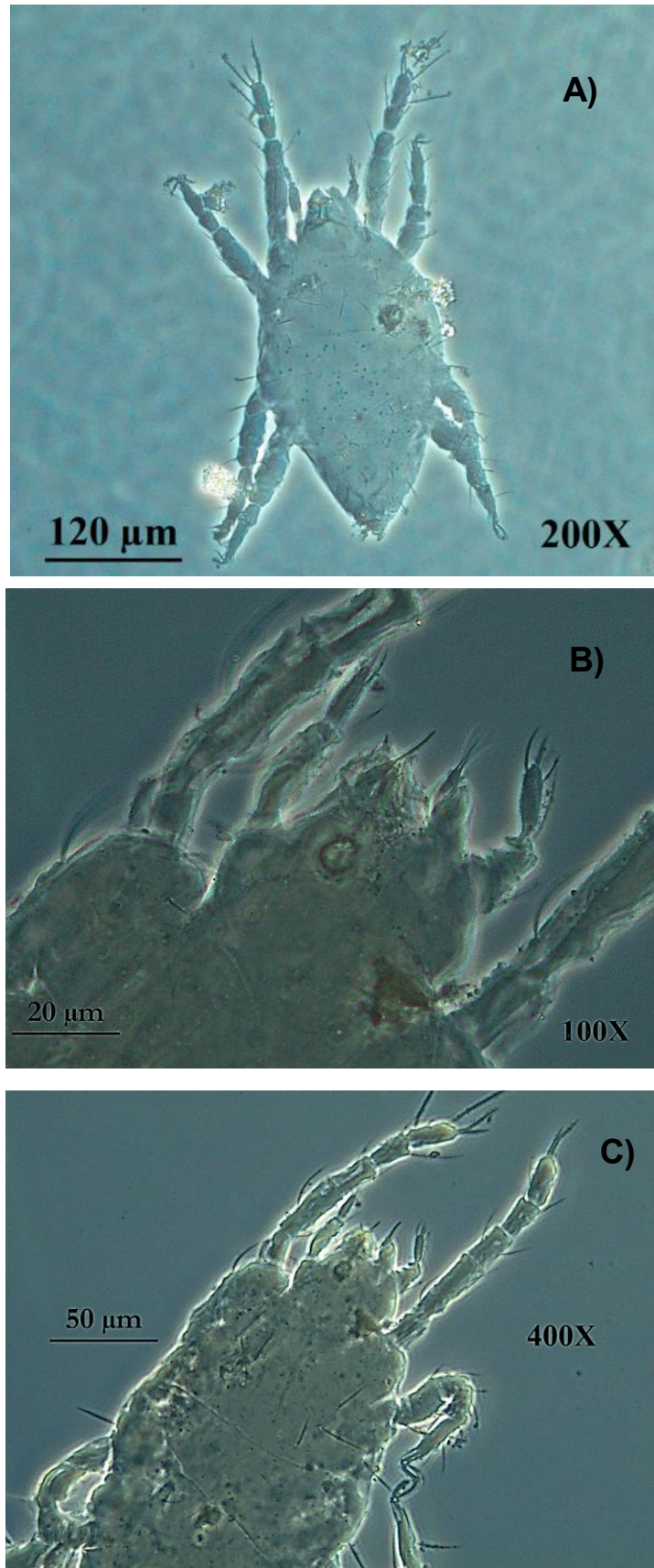


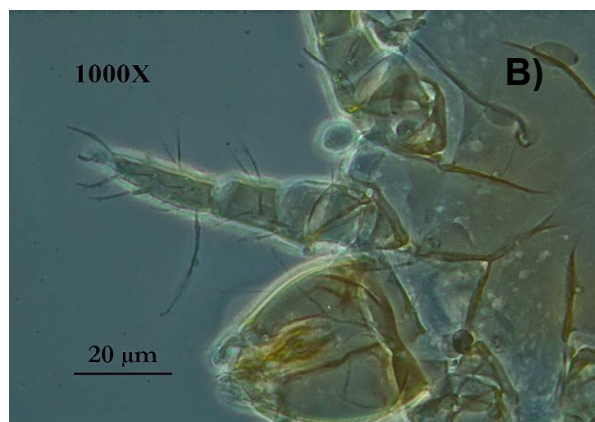
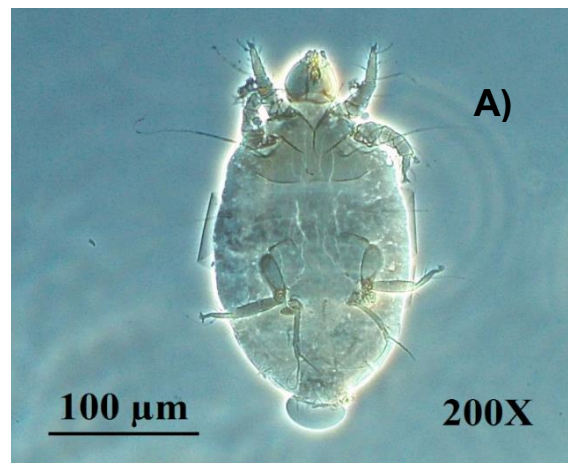
Figura 4. *Neopronematus* sp. A) Aspecto general; B) Acercamiento a quelícero en forma de estilete; C) Vista dorsal de las sedas en el trocánter I. Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

***Dendroptus* sp. (Prostigmata: Tarsonemidae)**

La familia Tarsonemidae comprende a un grupo de ácaros con una alta diversidad de hábitos alimentarios como, micófagos, algívoros, fitófagos, depredadores de otros ácaros y parasitoides de insectos. Los ácaros del género *Dendroptus* pueden vivir en zonas arbóreas de hoja caduca, donde comúnmente, se asocian con ácaros eriófidos, aunque, sus hábitos son poco conocidos, los han reportado micófagos, al consumir micelio en la superficie de las hojas o tallos (Lindquist, 1986).

Caracteres diagnósticos:

Hembras con las patas IV segmentadas, usualmente, más largas que las patas I – III. Fémur I–II con 3 sedas, tarso II–III con seda *pv*, seda unguinal *u'* en forma de espina. Hembra adulta: Apodema postesternal bien desarrollado o parcialmente reducido, patas IV separadas por un intervalo de entre 2 a 4 veces, el ancho del trocánter (Lindquist, 1986) (Figura 5).



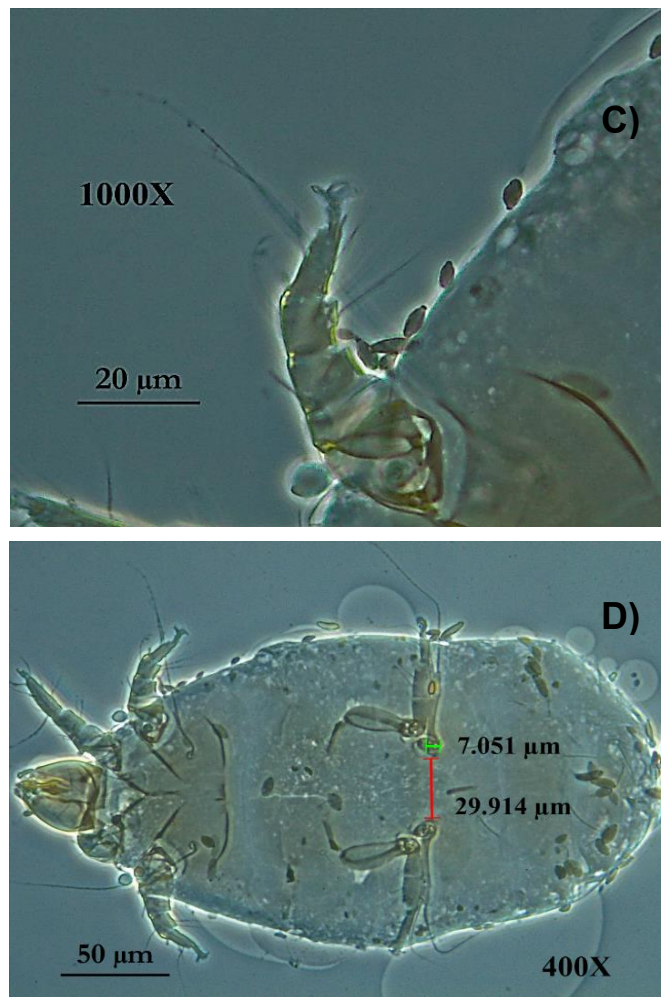


Figura 5. *Dendroptus* sp. A) Aspecto general y vista de pata IV elongada B) Vista dorsal a sedas del fémur I y apodema posternal; C) Vista dorsal de las sedas en el tarso II; D) Distancia entre las patas IV.

Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

***Amblyseius swirskii* (Mesostigmata: Phytoseiidae)**

Los ácaros de la familia Phytoseiidae son comúnmente usados para control biológico de insectos y otros ácaros plaga en diversos cultivos (Zannou et al., 2007). *Amblyseius swirskii* es un ácaro depredador que puede consumir principalmente, huevos y estadios ninfales de insectos como, moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) y trips (Thysanoptera: Thripidae). Asimismo, de manera secundaria, se alimenta de ácaros fitófagos como *Tetranychus urticae*, *T. cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) y *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) (Cédola y Polack, 2011).

Caracteres diagnósticos:

La familia Phytoseiidae presenta dígito fijo y móvil del quelícero desarrollados, similares en longitud; tritosternum presente con lacinia bien desarrollada, abertura anal posteroventral, usualmente en un escudo ventrianal (Krantz, 2009). Seda *j3* al menos 1.5 veces tan larga como la seda *j1*; escudo ventrianal subpentagonal, más estrecho a nivel de los poros preanales que a nivel del ano (Zannou et al., 2007) (Figura 6).

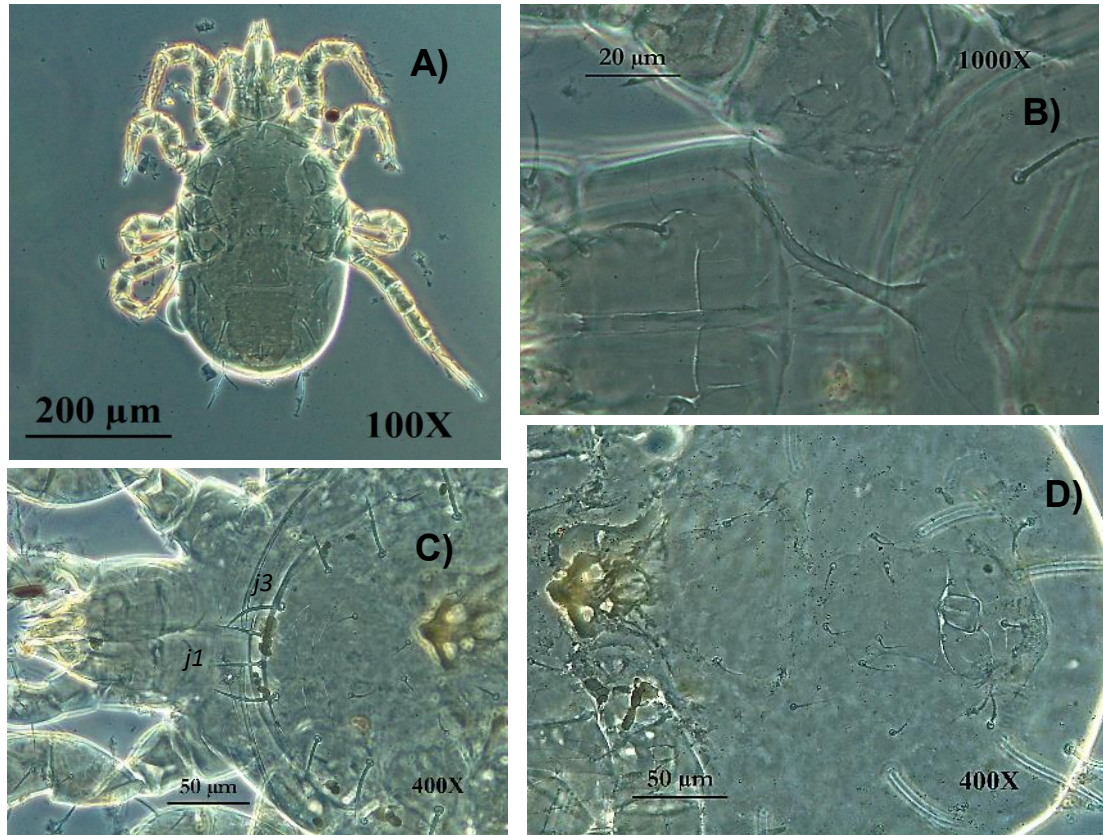


Figura 6. *Amblyseius swirskii*. A) Aspecto general y quelíceros desarrollados; B) Vista ventral a tritosternum; C) Vista dorsal de las sedas *j3* y *j1*; D) Escudo ventrianal subpentagonal.

Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

Familia Eriophyidae

Los ácaros eriófidos son fitófagos de importancia económica y se encuentran entre los artrópodos más pequeños asociados a diversos cultivos, lo que ha dificultado su estudio. Se reconocen alrededor de 4,800 especies y aproximadamente, el 80% de las especies conocidas se asocian a una sola planta huésped (Marini, 2021).

Caracteres diagnósticos:

Gnatosoma pequeño en comparación con el cuerpo, con estiletes rectos; uña plumosa entera, raramente dividida (Walter y Krantz, 2009) (Figura 7).

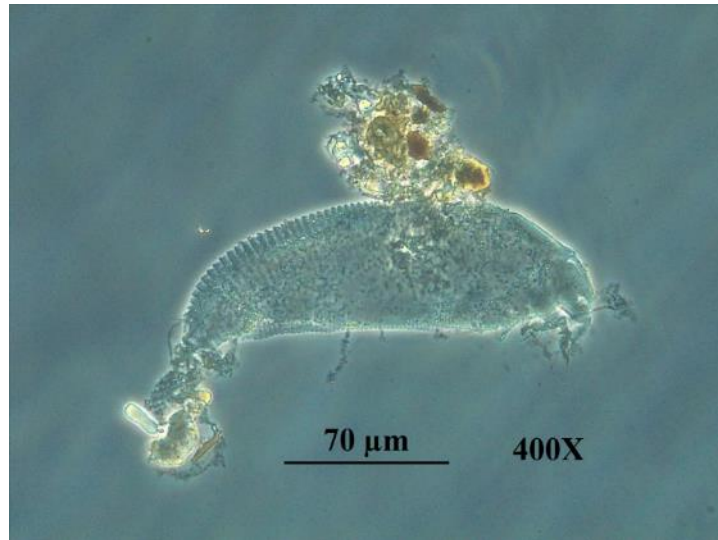


Figura 7. Ácaro eriófido colectado en la variedad VCG3 de Jalisco.
Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

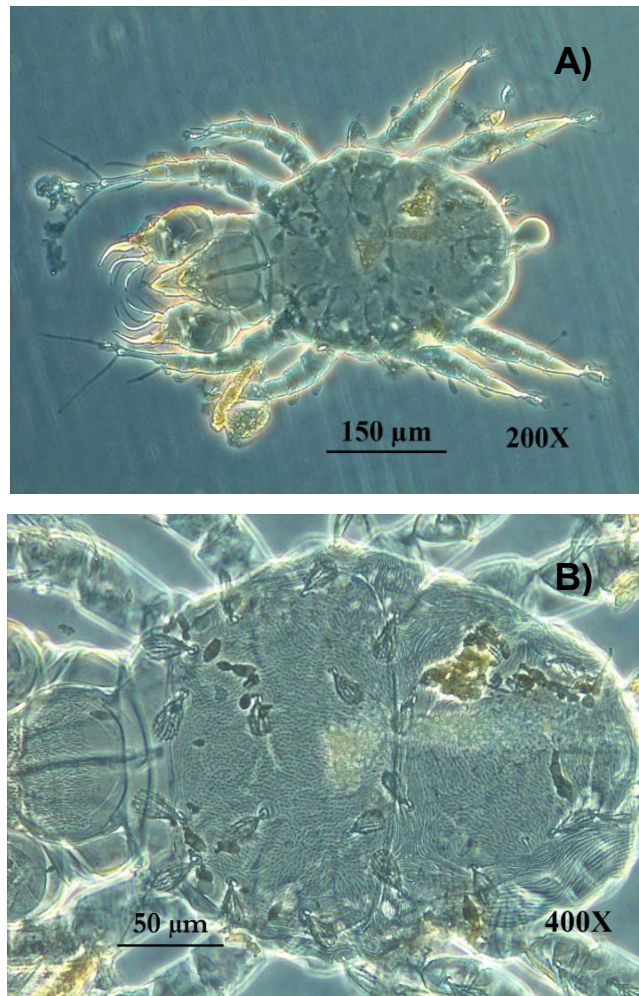
***Cheletomimus bakeri* (Prostigmata: Cheyletidae)**

La familia Cheyletidae se divide en dos grandes grupos: depredadores de vida libre y parásitos de algunos animales (Gerson et al., 1999). Los ácaros depredadores habitan principalmente en plantas, aunque también, se pueden encontrar en suelo, productos almacenados y en nidos de algunas aves, donde se alimentan de otros ácaros y pequeños insectos. Son pocos los ácaros de esta familia que son considerados como agentes de control biológico, sin embargo, la especie *Cheyletus eruditus* (Schra K), se utiliza de manera comercial como depredador en la agricultura (Fain et al., 2002).

Caracteres diagnósticos:

Los ácaros de la familia Cheyletidae presentan cuerpo ovalado o redondo; ocasionalmente redondo; uña de la tibia palpal presente bien desarrollada (Walter y Krantz, 2009). Sedas medias del dorso laceoladas o en forma de abanico, similares en forma a las sedas laterales. De acuerdo con Fain et al., (2002) las hembras de *Cheletomimus* presentan escudos dorsales fuertemente punteados; escudo

propodonotal con dos pares de sedas medias; sedas medias del histeronotum situadas fuera o sobre el margen del escudo histeronotal; relación longitud/ancho del escudo histeronotal 1/ 1.2 (Figura 8).



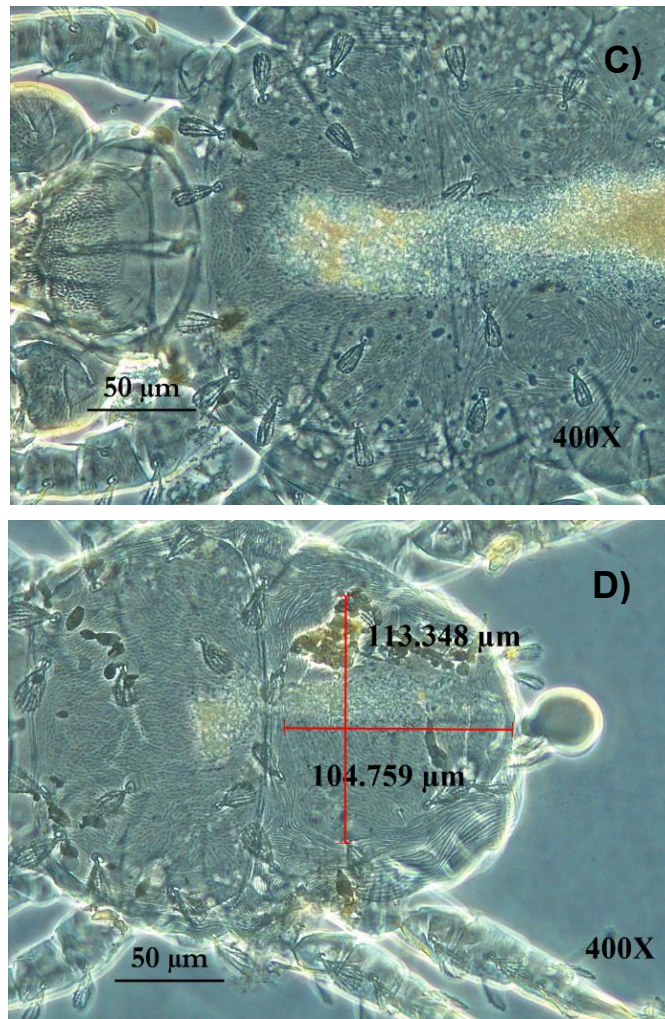


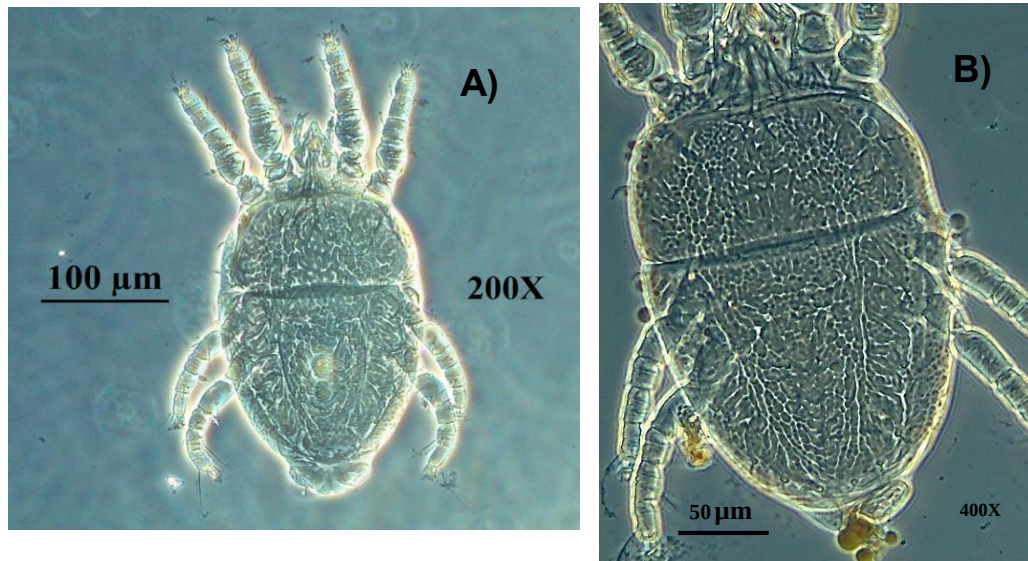
Figura 8. *Cheletomimus bakeri*. A) Aspecto general y acercamiento a uña del palptibia; B) Vista dorsal de sedas medias; C) Relación longitud/ancho del escudo histeronotal 1/ 1.2. Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

***Brevipalpus yothersi* (Prostigmata: Tenuipalpidae)**

Los ácaros de la familia Tenuipalpidae, conocidos comúnmente como ácaros planos o falsas arañas rojas, son especies fitófagas que causan daños severos al alimentarse directamente de las células epidérmicas de tallos, hojas y frutos, además, algunas especies suelen ser vectores de virus asociados a plantas. Algunas de las especies que ocasionan pérdidas económicas importantes por los daños que causan, pertenecen a dos géneros principales, *Brevipalpus* Donnadieu y *Tenuipalpus* Donnadieu (Mesa et al, 2009).

Caracteres diagnósticos:

Palpo linear; de 5 a menos segmentos y carente de un proceso en forma de dígito; opistosoma con al menos 13 pares de sedas dorsales y laterales (*C1* usualmente presente, *c4* ausente, 2 pares de sedas *h*); valvas anales con 1-3 pares de sedas pseudoanales simples (Krantz, 2009). Seda dorsal del opistosoma *f2* ausente, presencia de dos solenidios en el tarso II, cutícula de la placa ventral con un patrón verrucoso (Beard et al., 2012) (Figura 9).



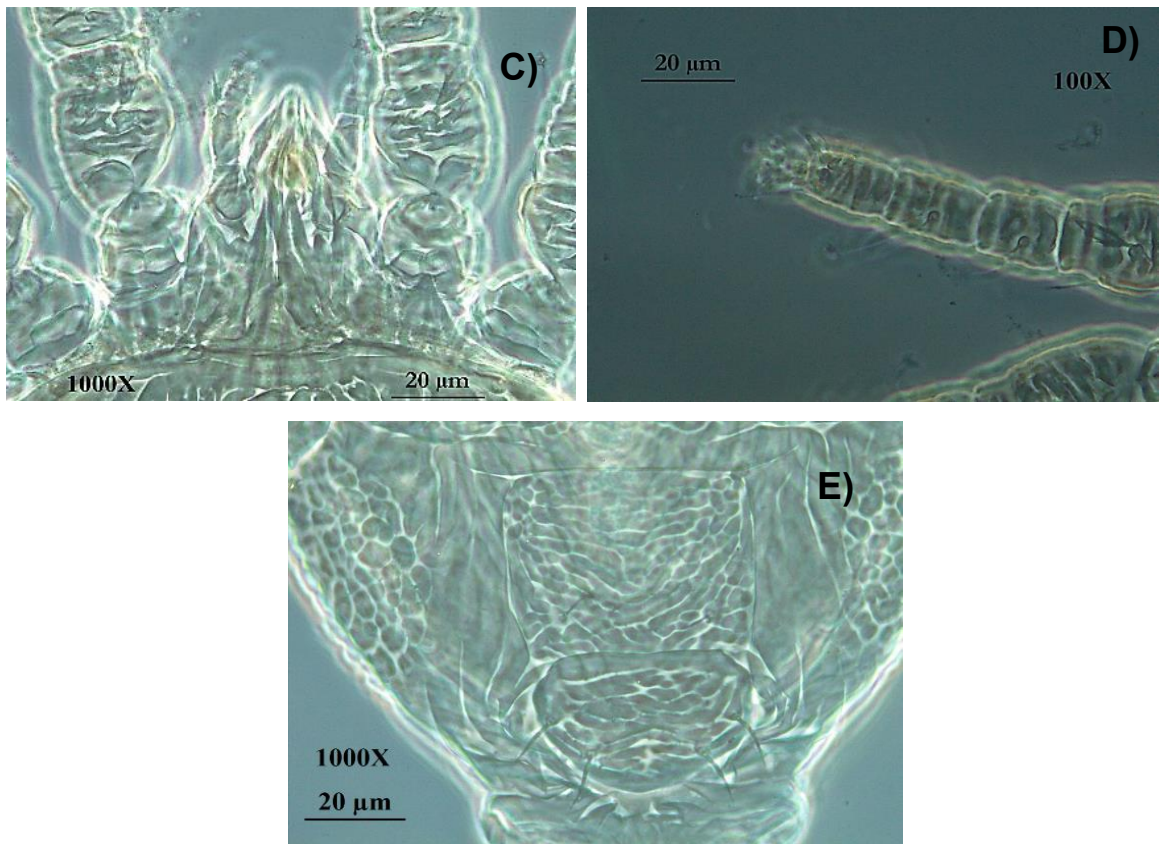


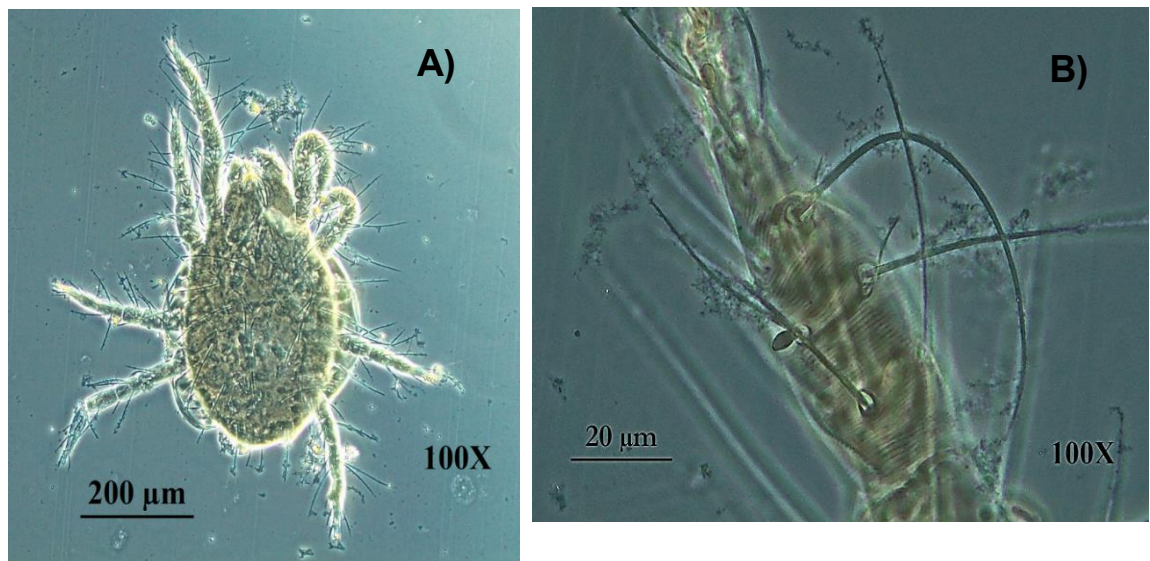
Figura 9. *Brevipalpus yothersi*. A) Aspecto general; B) Sedas del opistosoma; C) Acercamiento al gnatosoma; D) Tarso II con solenidios; E) Vista de placa ventral con patrón verrucoso. Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

***Eotetranychus* sp. (Prostigmata: Tetranychidae)**

Las especies de la familia Tetranychidae son importantes como causantes de daños y pérdidas en diversos cultivos y plantas ornamentales. El género *Eotetranychus* es uno de los más grandes de esta familia, representados por 191 especies en todo el mundo (Tetsuo y Tea, 2019). Los ácaros de este género se han registrado principalmente en cítricos, aunque se han expandido a una diversidad de cultivos, causando pérdida de hojas y muerte de plantas jóvenes, incrementando su actividad en condiciones de sequía y temperaturas relativamente altas de entre 20 y 30°C (NAPPO, 2014).

Caracteres diagnósticos:

Los ácaros de la familia Tetranychidae tienen tarso I-II sin solenidios bulbosos y con 1 seda larga y delgada, cercanamente asociada con una seda corta, formando una seda dúplex; pedipalpo con 5 segmentos con un proceso en forma de dígito; palptarso en forma de espinerete (Walter y Krantz, 2009); tarso I-II con una seda táctil proximal (Tuttle et al., 1976) (Figura 10).



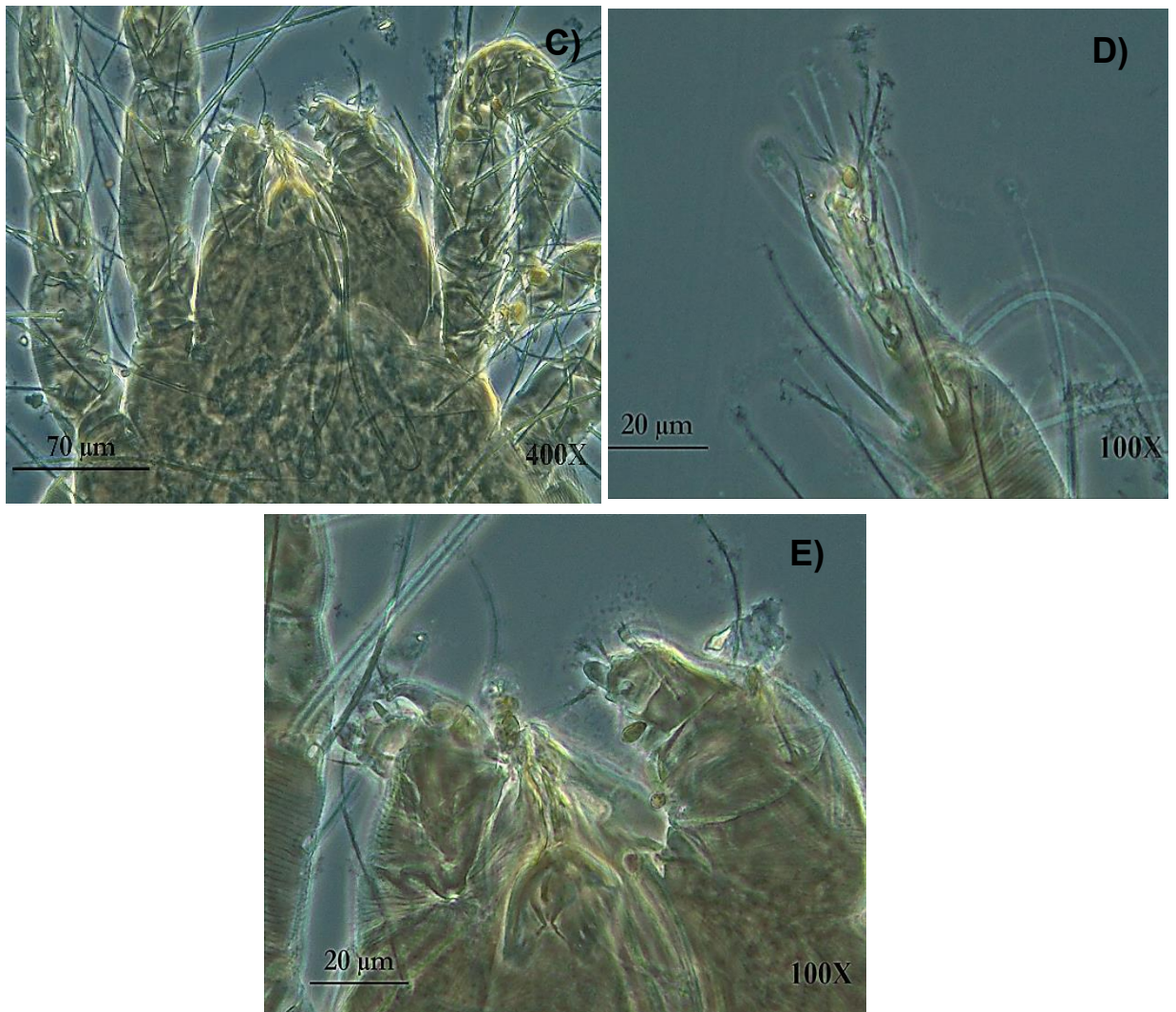


Figura 10. *Eotetranychus* sp. A) Aspecto general; B) Seda dúplex del tarso I; C) Acercamiento al pedipalpo; D) Tarso I con seda táctil; E) Acercamiento a espinerete del palptarso. Fotografía: Laboratorio de Patología vegetal

6.2. Determinación de la abundancia, frecuencia relativa y riqueza de ácaros asociados al cultivo de arándano

6.2.1. Manejo orgánico

Las especies determinadas estuvieron presentes en ambos sitios de muestreo con distinto porcentaje de abundancia y frecuencia. En cuanto a la abundancia de especies en Cd. Guzmán, el mayor porcentaje de abundancia, lo obtuvieron ácaros de hábitos depredadores, siendo la familia Tydeidae la más abundante, con dos especies del género *Brachytydeus* (30.16 y 33.66%), seguido de la familia Tarsonemidae con la especie *Dendroptus* sp. (22.15%). Con respecto a la frecuencia de aparición de las especies durante el muestreo, las especies muy frecuentes fueron ácaros de hábitos depredadores, asociados a las familias Iolinidae (86.11%), Tydeidae (77.77%), Phytoseiidae (76.22%) y Cheyletidae (36.11%), así mismo, fueron muy frecuentes ácaros de hábitos micófagos del género *Dendroptus* (97.22%) y solo una especie fitófaga de la familia Tenuipalpidae (41.66 %) (Cuadro 3). El índice de riqueza estimado para el huerto orgánico fue de 1.47, el cual sugiere que este huerto, está clasificado como poco diverso (Cuadro 5).

6.2.2. Manejo convencional

Por el contrario, en el caso de Tangancícuaro, se obtuvo mayor abundancia de ácaros de hábitos fitófagos; la familia más abundante fue Tenuipalpidae con la especie *Brevipalpus yothersi* (40.96%), y la segunda fue la familia Tarsonemidae con la especie del género *Dendroptus* sp (28.37%). En contraste, las especies muy frecuentes fueron *Dedroptus* sp. (83.33%), *Neopronematus* sp. (75%) y el ácaro fitófago *B. yothersi* (58.33%) (Cuadro 4). Con base en el índice de riqueza para este huerto, le corresponde un índice de diversidad baja (1.37) al igual que en el huerto con manejo orgánico (cuadro 5).

Cuadro 3. Abundancia y frecuencia relativa de ácaros asociados al cultivo de arándano (*Vaccinium* spp.) en huerto con manejo orgánico.

Familia	Especies	Abundancia relativa		Frecuencia relativa	
		%	Clasificación	%	Clasificación
Tydeidae	<i>Brachytydeus</i> sp. Morfoespecie 1	30.16	Muy abundante	77.77	Muy frecuente
	<i>Brachytydeus</i> sp. Morfoespecie 2	33.66	Muy abundante	75	Muy frecuente
Iolinidae	<i>Neopronematus</i> sp.	9.77	Poco abundante	86.11	Muy frecuente
Tarsonemidae	<i>Dendroptus</i> sp.	22.15	Abundante	97.22	Muy frecuente
Phytoseiidae	<i>Amblyseius swirskii</i>	1.99	Poco abundante	72.22	Muy frecuente
Eriophyidae	Eriophyidae sin determinar	0.11	Poco abundante	13.88	Frecuente
Cheyletidae	<i>Cheletomimus bakeri</i>	0.49	Poco abundante	36.11	Muy frecuente
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus yothersi</i>	1.57	Poco abundante	41.66	Muy frecuente
Tetranychidae	<i>Eotetranychus</i> sp.	0.05	Poco abundante	19.44	Frecuente
Total		100			

Cuadro 4. Abundancia y frecuencia relativa de ácaros asociados al cultivo de arándano (*Vaccinium* spp.) en Tangancícuaro, Michoacán.

Familia	Especies	Abundancia relativa		Frecuencia relativa	
		%	Clasificación	%	Clasificación
Tydeidae	<i>Brachytydeus</i> sp.	0.09	Poco abundante	4.1	Poco frecuente
	Morfoespecie 1				
	<i>Brachytydeus</i> sp.	0.63	Poco abundante	12.5	Frecuente
Iolinidae	Morfoespecie 2				
	<i>Neopronematus</i> sp.	16.97	Abundante	75	Muy frecuente
Tarsonemidae	<i>Dendroptus</i> sp.	28.37	Abundante	83.33	Muy frecuente
Phytoseiidae	<i>Amblyseius swirskii</i>	11.77	Abundante	50	Frecuente
Eriophyidae	Eriophyidae sin determinar	0.18	Poco abundante	8.33	Poco frecuente
Cheyletidae	<i>Cheletomimus bakeri</i>	0.27	Poco abundante	12.5	Frecuente
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus yothersi</i>	40.96	Muy abundante	58.33	Muy frecuente
Tetranychidae	<i>Eotetranychus</i> sp.	0.72	Poco abundante	16.66	Frecuente
Total		100			

Cuadro 5. Índice de diversidad estimado para las poblaciones de ácaros en sistemas de producción de arándano orgánico y convencional.

Sistema de producción	N	H'
Orgánico	11,512	1.47
Convencional	1,096	1.37

N = Número de individuos, H' = índice de Shannon- Wiener

6.3. Fluctuación poblacional de ácaros en el cultivo del arándano

6.3.1. Manejo orgánico

Sobre la fluctuación poblacional de ácaros, se obtuvieron las mayores densidades de poblaciones de ácaros fitófagos en el mes de mayo para la especie *B. yothersi*, cuando la temperatura promedio fue de 32° C y una humedad relativa promedio (HR) del 60%. Para el ácaro de la familia Eriophyidae, presentó su mayor pico poblacional en el mes de agosto en condiciones de 31°C y 75% de HR. En general, las poblaciones de los ácaros eriófidos y de la especie *Eotetranychus* sp. se mantuvieron bajas durante todo el ciclo de muestreo, en cambio, la baja poblacional de *B. yothersi* ocurre a partir del mes de julio, mes que coincide con la temporada de poda y rebrote, donde la cantidad de follaje es reducida, sin embargo, se encuentra presente (Figura 11).

En cuanto a las poblaciones de ácaros depredadores, en general, presentan dos picos poblacionales durante un año de muestreo. Ambas especies del género *Brachytydeus* se encontraron presentes con mayor abundancia en los meses de marzo y abril, cuando las variedades de arándano se encuentran en floración y fructificación, en condiciones ambientales de 30°C y 60% de HR, y, nuevamente en los meses de octubre a enero a 30°C y 70% de HR. Asimismo, *Neopronematus* sp., alcanzó su mayor abundancia en los meses de abril a mayo, bajo condiciones dentro del macrotúnel de 31°C y 60% de HR. En contraste, *C. bakeri* se encuentra abundante en el mes de junio, cuando se realizan podas en las plantas de arándano, bajo condiciones de temperatura y humedad relativa elevada (31°C y 74% HR), asimismo, el ácaro *A. swirskii* se encontró en poblaciones altas en los meses de octubre y noviembre (30°C y 74% HR).

En general, para la mayoría de las especies depredadoras, los mayores incrementos poblacionales coinciden con las fases fenológicas de floración y fructificación y las reducciones poblacionales con las actividades de poda y de descenso de la temperatura. Además, *B. yothersi* presenta una reducción poblacional en los meses de julio a diciembre, la cual, coincide con los incrementos poblacionales de *A. swirskii* y de *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 2, por otra parte, el aumento de los ácaros de la familia Iolinidae en abril y de *Brachytydeus* sp. Morfoespecie 1 en octubre, presentan sincronía con la disminución del ácaro micófago *Dendroptus* en el mes de abril y octubre (Figura 12).

6.3.2. Manejo convencional

En Tangancícuaro, el ácaro fitófago *B. yothersi* presentó cuatro picos poblacionales, comprendidos entre el mes de marzo y abril en condiciones de 24°C y 45% de HR,

cuando el cultivo de arándano se encuentra en etapa de floración y fructificación, seguido de junio a julio (26°C, 60% HR) cuando es temporada de poda; en el mes de octubre (24°C y 62% HR) en fase de crecimiento vegetativo y floración, y finalmente, en los meses de diciembre a enero (25°C y 59% HR) en floración y fructificación. La baja poblacional de este ácaro fue en los meses de julio, agosto y noviembre, donde se llevaron a cabo podas de formación en las plantas de arándano y posterior desarrollo vegetativo. Ésta baja poblacional, concurre con el incremento del ácaro depredador *A. swirskii* en el mes de agosto a noviembre en condiciones de 24°C y 62% de HR. Por otra parte, *Eotetranychus* sp. y el ácaro de la familia Eriophyidae se mantuvieron con bajas poblaciones durante el muestreo. la baja poblacional de esta especie inició en el mes de abril, donde se llevaron a cabo podas de formación en las plantas de arándano (Figura 13).

Los ácaros depredadores del género *Brachytydeus* spp. y *C. bakeri* se mantuvieron en bajas poblaciones o ausentes durante todo un ciclo de cultivo. El ácaro *Neopronematus* sp. estuvo presente con las poblaciones más altas en el mes de mayo, mientras que, en este mismo mes se dio una disminución del ácaro micófago, y, durante todo el ciclo, los picos poblacionales de ambas especies se muestran en sincronía (Figura 14).

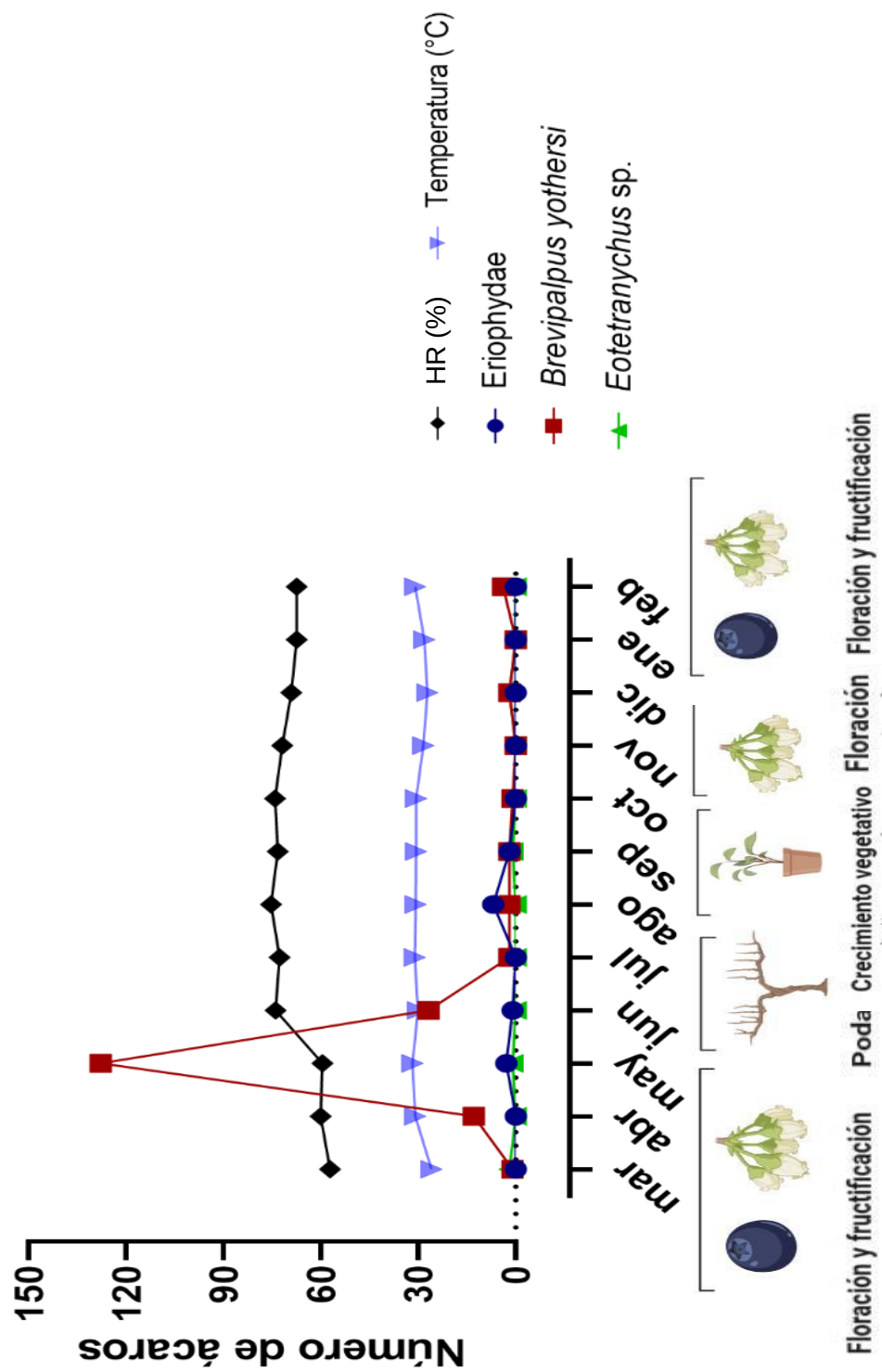


Figura 11. Fluctuación poblacional de ácaros fitófagos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de tres variedades de arándano (*Vaccinium* spp.) bajo manejo orgánico.

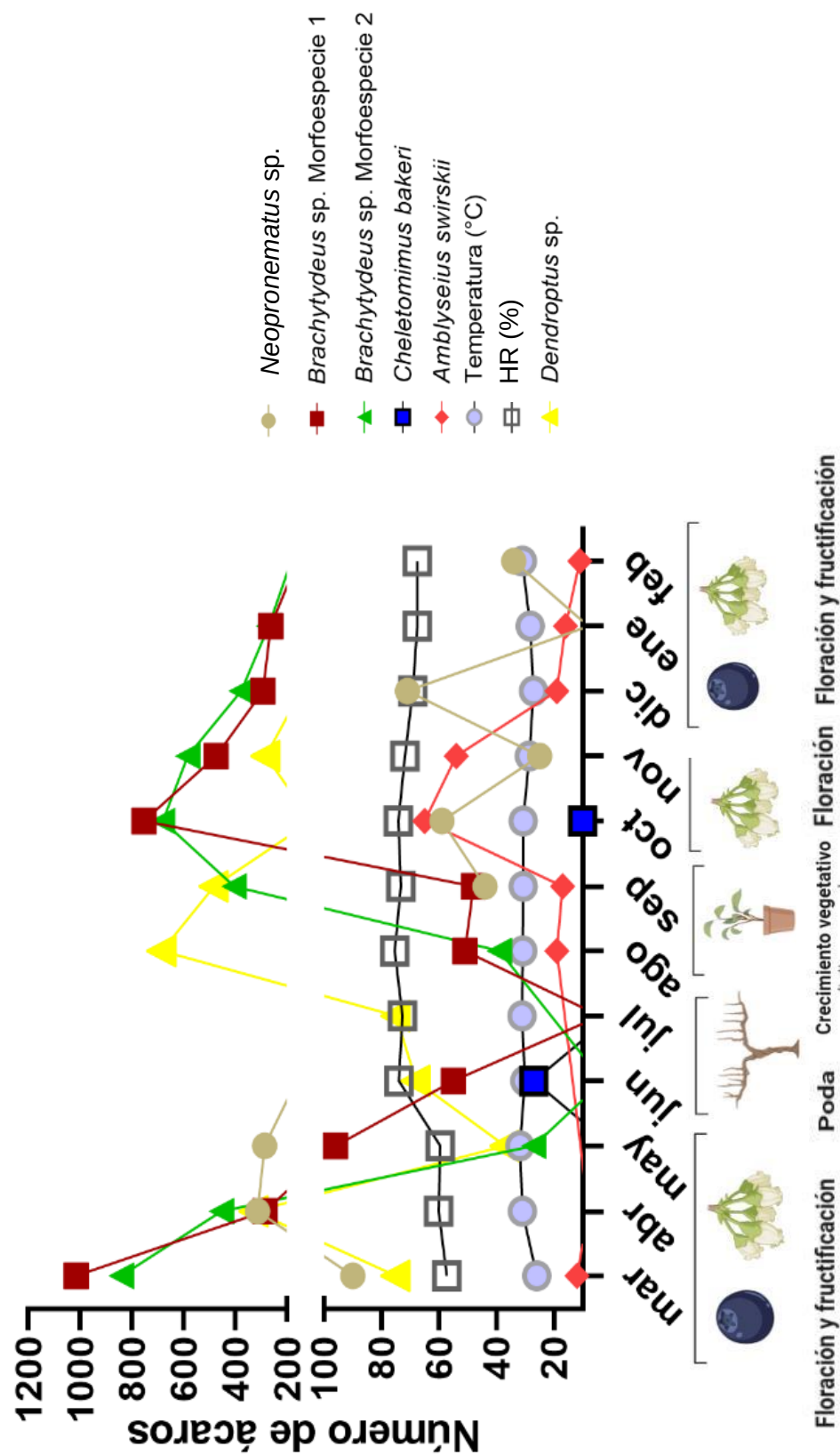


Figura 12. Fluctuación poblacional de ácaros depredadores y micófitos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de tres variedades de arándano (*Vaccinium* spp.) con manejo orgánico.

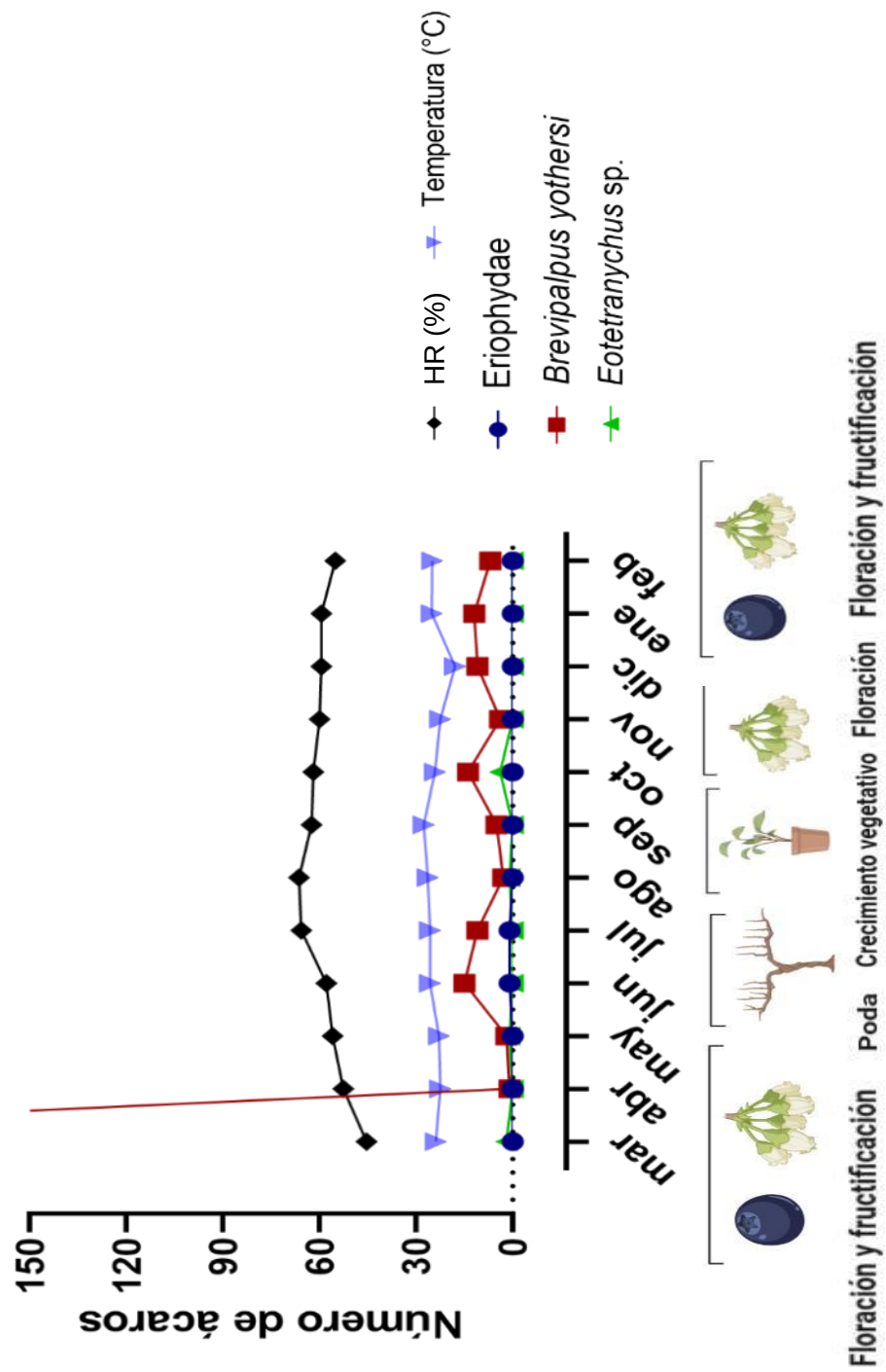


Figura 13. Fluctuación poblacional de ácaros fitófagos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de dos variedades de arándano (*Vaccinium* spp.) bajo manejo convencional.

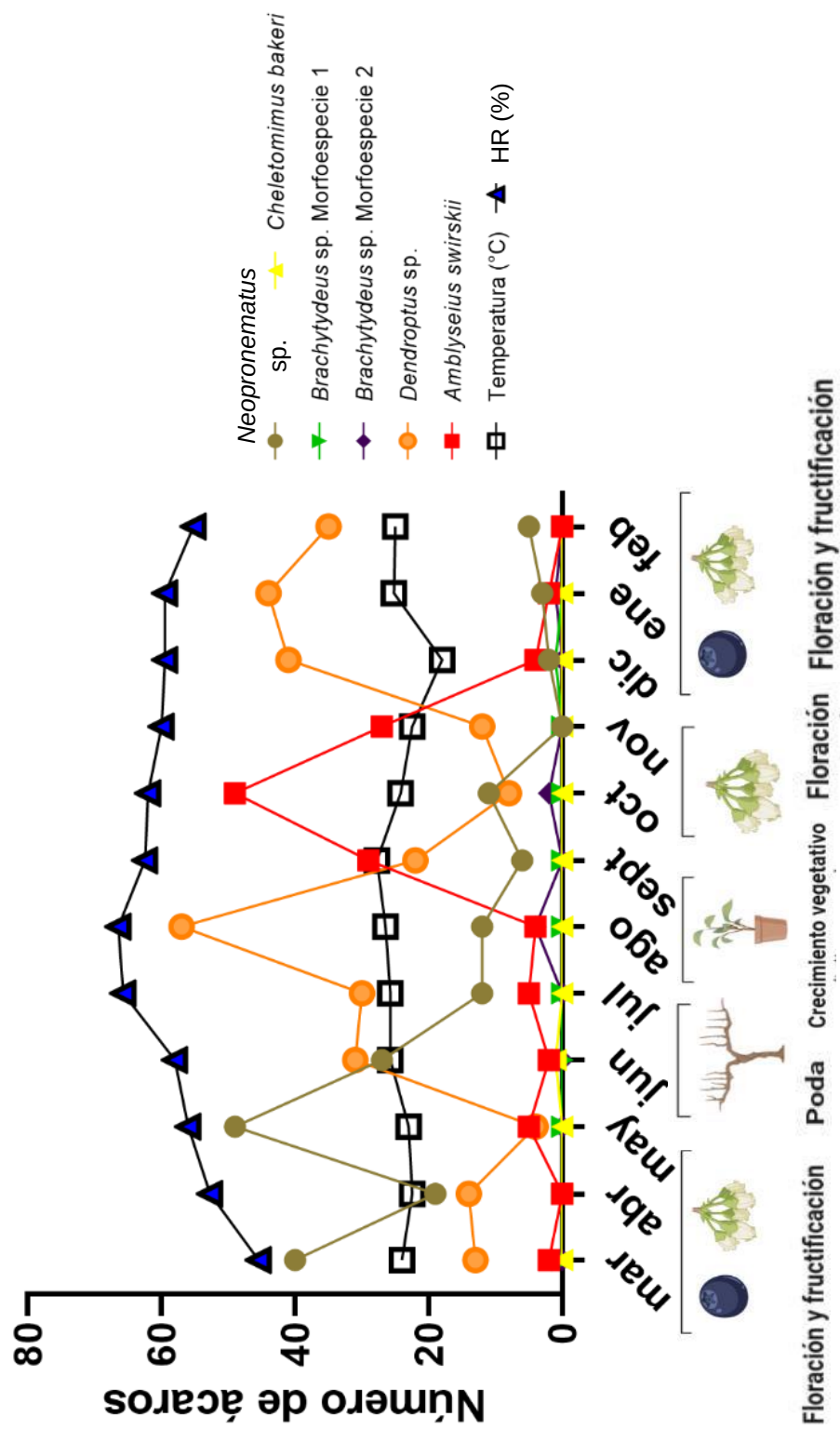


Figura 14. Fluctuación poblacional de ácaros depredadores y micófitos bajo condiciones de macrotúnel en relación a las fases fenológicas de tres variedades de arándano (*Vaccinium* spp.) bajo manejo convencional.

6.4. Influencia de los factores climáticos sobre la abundancia y frecuencia de los ácaros

El análisis de componentes principales mostró la relación que se presenta entre las poblaciones de ácaros fitófagos, depredadores y micófagos con las variables climáticas, para las distintas variedades de arándano. Para las variedades biloxi y VTM5, el porcentaje de contribución de los dos primeros componentes fue de 56.33% de la variabilidad total (Cuadro 6).

En el análisis biplot, la relación entre las variables está representada por el ángulo que se forma entre los ejes lineales, en este caso, para las variedades biloxi y VTM5 con manejo convencional, las variables de ácaros fitófagos, depredadores y temperatura media máxima (35°C), están correlacionadas de manera positiva entre sí, al tener un ángulo menor a 90°, igualmente, es positiva la correlación entre los ácaros micófagos, la temperatura media mínima (18°C), HR mínima (45.50%), máxima (66.5%) y promedio (58.60%). Adicionalmente, las poblaciones de ácaros micófagos, se asocian principalmente a la variedad VTM5, y los ácaros fitófagos a la variedad biloxi (Figura 15).

Con respecto a las variedades VCG1, VCG2 y VCG3 bajo cultivo orgánico, el porcentaje de contribución de los dos primeros componentes fue de 59.25% de la variabilidad total (Cuadro 7). En este sitio, los ácaros micófagos, están mayormente asociados a la HR promedio (68.63%), HR máxima (97.4%) y la temperatura media máxima (31°C). Por otra parte, los ácaros fitófagos se relacionan con las condiciones de temperatura media mínima (26°C), promedio (29.8°C) y máxima, así como con la HR máxima. Por otra parte, se muestra la relación de los ácaros depredadores con los ácaros fitófagos. En específico, la presencia de ácaros micófagos, se encuentra relacionado a las tres variedades de arándano, en cambio, la presencia de ácaros fitófagos se ve mayormente asociada a la variedad VCG3 (Figura 16).

Cuadro 6. Análisis de componentes principales para la relación entre ácaros fitófagos, depredadores y micófagos con las variables climáticas en las variedades de arándano biloxi y VTM5.

Variables	CP 1	CP 2
Ácaros fitófagos	-0.32907	0.19803
Ácaros depredadores	-0.069006	0.11568
Ácaros micófagos	0.16106	0.12953

Temperatura máxima	-0.18237	0.60575
Temperatura mínima	0.31478	0.25669
Temperatura promedio	0.18096	0.70087
Humedad relativa máxima	0.46873	-0.080028
Humedad relativa mínima	0.45585	-0.01318
Humedad relativa promedio	0.51809	-0.0026144

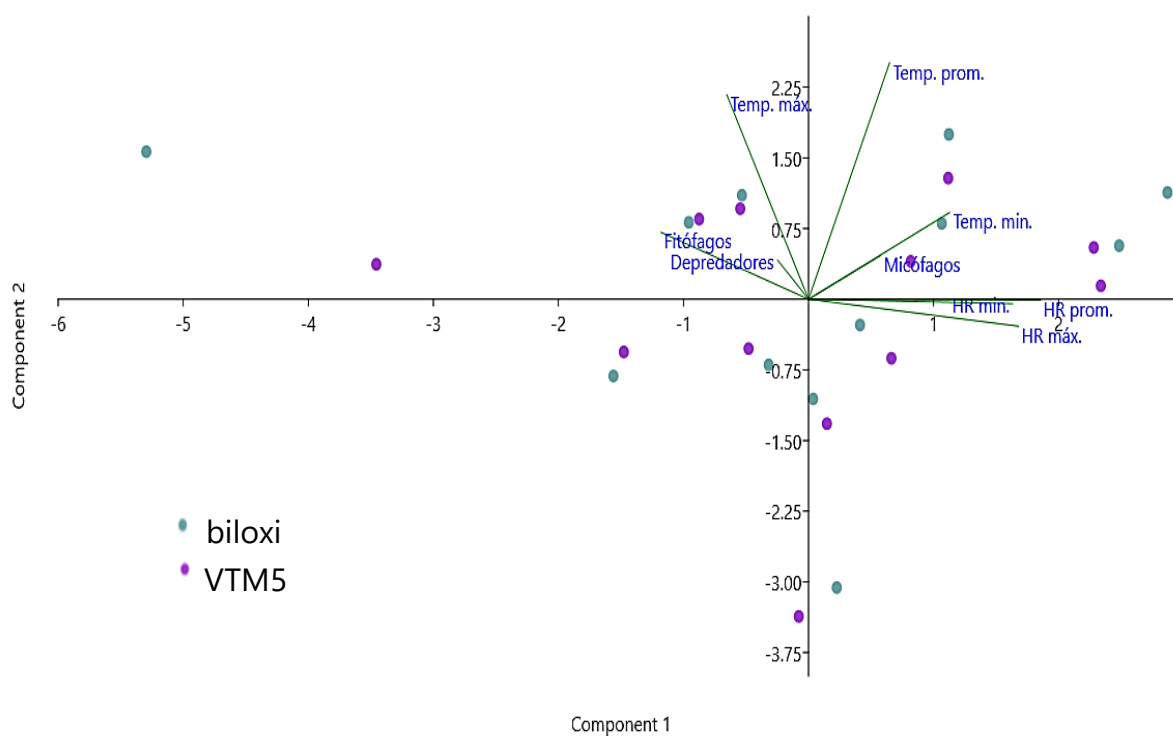


Figura 15. Biplot basado en el análisis de componentes principales entre las variables temperatura máxima (Temp. Max), temperatura mínima (Temp. min.), temperatura promedio (Temp. prom.), humedad relativa máxima (HR máx.), humedad relativa mínima (HR min.), humedad relativa promedio (HR prom.), ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en dos variedades con manejo convencional.

Cuadro 7. Análisis de componentes principales para la relación entre ácaros fitófagos, depredadores y micófagos con las variables climáticas en las variedades de arándano VCG1, VCG2 y VCG3.

Variables	CP 1	CP 2
Ácaros fitófagos	0.040098	-0.35851
Ácaros depredadores	-0.38311	-0.035201
Ácaros micófagos	0.14369	0.15986
Temperatura máxima	0.1186	0.36798
Temperatura mínima	0.43206	-0.35938
Temperatura promedio	0.5033	-0.22848
Humedad relativa máxima	0.48882	-0.038298
Humedad relativa mínima	0.10498	0.55971
Humedad relativa promedio	0.35631	0.46171

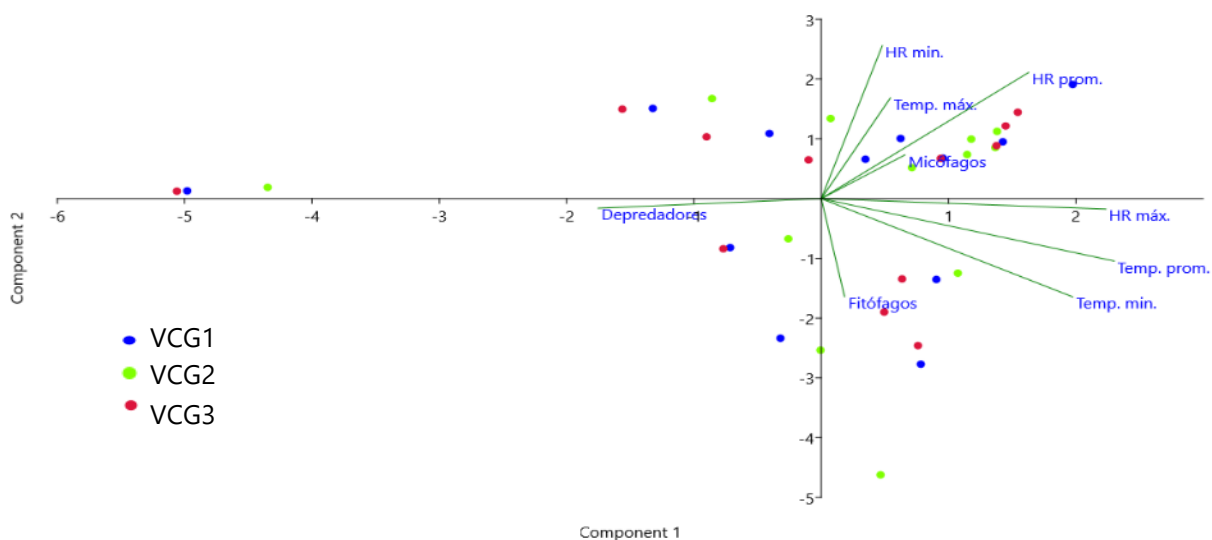


Figura 16. Biplot basado en el análisis de componentes principales entre las variables temperatura máxima (Temp. Max), temperatura mínima (Temp. mín.), temperatura promedio (Temp. prom.), humedad relativa máxima (HR máx.), humedad relativa mínima (HR mín.), humedad relativa promedio (HR prom.), ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en tres variedades con manejo orgánico.

Los resultados del análisis de correlación muestran que, para las dos variedades con manejo convencional, las poblaciones de ácaros fitófagos tuvieron una correlación alta con la HR máxima y una relación negativa moderada con la HR promedio (0.642, -0.480), también, presentan una correlación significativa alta con la temperatura promedio (0.942) y la temperatura mínima (0.621). Es decir, a medida que el porcentaje de humedad disminuye, las poblaciones de ácaros fitófagos pueden verse afectadas, en cambio, la estabilidad de las condiciones de temperatura beneficia su presencia.

Acerca de la presencia de los ácaros depredadores en este sitio, se correlacionaron significativamente con las condiciones ambientales, como la HR mínima (0.998), la HR máxima (0.714), la temperatura mínima, promedio (0.828, 0.707), y en menor grado de correlación, con la temperatura máxima (0.603). A su vez, también se obtuvo una correlación significativa entre estos ácaros y la presencia de ácaros micófagos (0.865). Finalmente, los ácaros micófagos, tienen una alta correlación negativa con las condiciones de temperatura máxima y positiva con la temperatura promedio (-0.788, 0.682), así como una correlación moderada con las condiciones de temperatura mínima y el porcentaje de HR máxima (0.516, 0.473) (Cuadro 8).

Por otra parte, el análisis de correlación para las tres variedades con manejo orgánico, indican que existe una correlación significativa alta entre los ácaros fitófagos, con las especies depredadores y micófagos (0.642, 0.649). Con respecto a las variables climáticas, los ácaros fitófagos se vieron significativamente correlacionados con la temperatura máxima (0.911) y altamente correlacionados con la HR máxima (0.653). Igualmente, los ácaros depredadores se encuentran correlacionados significativamente con las condiciones de HR mínima (0.75), y moderadamente relacionados con las condiciones de temperatura máxima (0.432). Por último, las poblaciones de ácaros micófagos están correlacionadas de manera significativa con las condiciones de temperatura mínima (0.75) y moderadamente relacionadas con la temperatura promedio y la HR máxima (0.572, 0.524) (Cuadro 9).

Cuadro 8. Coeficiente de correlación entre temperatura y humedad relativa con las poblaciones de ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en dos variedades de arándano con manejo convencional.

	Fit	Dep	Mic	T máx	T min	T prom	HR máx.	HR min.	HR prom.
Fit		0.070	0.625**	0.474*	0.621**	0.942**	0.001	0.215	0.018
Dep	0.376		0.865**	0.630**	0.828**	0.707**	0.714**	0.998**	0.692**
Mic	-0.105	-0.037		-0.788**	0.516*	0.682**	0.473*	0.351	0.234
T máx	0.154	-0.104	0.058		0.320	0.001	0.221	0.062	0.191
T min	-0.106	0.047	0.140	-0.212		0.015	0.078	0.049	0.058
T prom	-0.016	0.081	0.088	0.617**	0.491*		0.380	0.196	0.146
HR máx.	0.642**	-0.079	0.154	-0.259	0.367	0.188		0.007	0.00
HR min.	-0.263	-0.001	0.199	-0.387	0.407*	0.274	0.533*		0.00
HR prom.	-0.480**	-0.085	0.252	-0.277	0.393	0.306	0.820**	0.886**	

Coeficiente de correlación de Pearson (CC). Se indican diferencias significativas entre los factores climáticos con la presencia de los ácaros * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. Fit: fitófagos, Dep: depredadores, Mic: Micófagos. T max: temperatura máxima, T min: temperatura mínima, T prom: temperatura promedio.

Cuadro 9. Coeficiente de correlación entre temperatura y humedad relativa con las poblaciones de ácaros fitófagos, depredadores y micófagos, en tres variedades de arándano con manejo orgánico.

	Fit	Dep	Mic	T máx.	T min.	T prom.	HR máx.	HR min.	HR prom.
Fit		0.642**	0.649**	0.911**	0.165	0.156	0.653**	0.023	0.094
Dep	0.080		0.365	0.432*	0.05	0.015	0.003	0.75**	0.063
Mic	-0.078	-0.155		0.368	0.85**	0.572*	0.524*	0.373	0.263
T. máx.	-0.019	-0.134	0.154		0.057	0.684**	0.366	0.027	0.015
T. min.	0.236	-0.329	0.032	-0.32		0.000	0.001	0.171	0.624**
T. prom.	0.241	-0.401*	0.097	0.070	0.922**		0.000	0.578*	0.137
HR máx.	0.077	-0.487*	0.109	0.155	0.525*	0.616**		0.81	0.001
HR min.	-0.377	-0.055	0.152	0.367	-0.23	-0.096	-0.042		0.000
HR prom.	-0.282	-0.312	0.191	0.401*	0.084	0.252	0.508*	0.84**	

Coeficiente de correlación de Pearson (CC). Se indican diferencias significativas entre los factores climáticos con la presencia de los ácaros * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. Fit: fitófagos, Dep: depredadores, Mic: Micófagos. T max: temperatura máxima, T min: temperatura mínima, T prom: temperatura promedio.

6.5. Influencia del manejo del cultivo, las fases fenológicas y las distintas variedades de arándano con la abundancia y frecuencia de los ácaros

La dinámica poblacional de los ácaros fitófagos, depredadores y micófagos obtenidos, fue significativamente diferente entre las diferentes variedades de arándano. Asimismo, existen diferencias significativas entre las poblaciones de ácaros fitófagos, depredadores y micófagos y la fenología del cultivo del arándano. En cuanto a los sistemas de cultivo orgánico y convencional, existen diferencias significativas entre ellos (Cuadro 10).

La incidencia de los ácaros fitófagos fue significativa entre las variedades de arándano muestreadas. La variedad que presenta mayor abundancia de ácaros fitófagos es la variedad biloxi del huerto con manejo convencional, seguido de la variedad VCG2 en el cultivo de manejo orgánico. En cuanto a la presencia de los ácaros depredadores, la variedad VCG3 es la que presenta mayor cantidad, seguido de la variedad VCG1, ambas del cultivo con manejo orgánico, y, con respecto a los

ácaros micófagos, están mayormente presentes en la variedad VCG3 y VCG1 del cultivo orgánico (Figura 17).

Las fases fenológicas del arándano mostraron diferencias significativas respecto a las poblaciones de ácaros. Para los ácaros fitófagos, existieron diferencias significativas en los meses de marzo y mayo, donde las plantas de arándano se encuentran en la fase de floración y fructificación, igualmente, es en estos mismos meses donde se concentra la mayor cantidad de ácaros durante todo el ciclo. La actividad de las especies depredadoras incrementó en las etapas de floración y fructificación, en los meses de marzo, abril y mayo, lo que coincide con la actividad de ácaros fitófagos en esta misma etapa, también, se tuvieron diferencias significativas en el mes de noviembre, cuando el arándano se encuentra en floración. Finalmente, se observaron diferencias significativas entre los ácaros micófagos y los meses de septiembre y octubre, en etapa de desarrollo vegetativo (Figura 18).

Con respecto al manejo del cultivo, las poblaciones más altas de ácaros fitófagos se encontraron en el huerto con manejo convencional (n= 459), donde se realizaron aplicaciones de caldo sulfocálcico para el manejo de plagas, el cual tiene acción acaricida y fungicida principalmente. El caldo sulfocálcico, es un plaguicida no específico para el control de ácaros y con dicho manejo existe una reducción del 96.29% de ácaros depredadores (n= 326) en comparación con un manejo convencional (n= 8,761), además, existen diferencias significativas entre estos sistemas de producción en relación a los ácaros micófagos, los cuales, disminuyen con el manejo convencional, ante la reducción de hongos contaminantes que le sirven de alimento, por la acción fungicida del caldo sulfocálcico (Figura 18).

En el huerto con manejo orgánico, se encontró la menor incidencia de ácaros fitófagos (n= 200) así como mayor población de ácaros depredadores y micófagos. El producto agroquímico empleado en este caso para control de ácaros, es a base de extractos botánicos de *Tanacetum cinerariifolium*, aunado a liberaciones del ácaro depredador *A. swirskii*. Por otra parte, la presencia de ácaros micófagos en los sistemas de producción orgánico y convencional, presentó diferencias significativas, ya que las condiciones de humedad elevada prevalecen en este sitio para la obtención de alimento, además de que las plantas de arándano en esta zona, desarrollan gutación, que favorece la proliferación de hongos, y, por ende, la presencia de ácaros micófagos (Figura 19).

Cuadro 10. Comparación entre el hábito alimentario de los ácaros asociados al cultivo de arándano (*Vaccinium* spp.) respecto al manejo del cultivo, fases fenológicas y variedades.

F. V.	Hábito trófico		
	Fitófagos	Depredadores	Micófagos
Manejo del cultivo (2)	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05
Mes (12)	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05
Variedad (5)	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05

El valor $p < 0.05$ indica las diferencias significativas

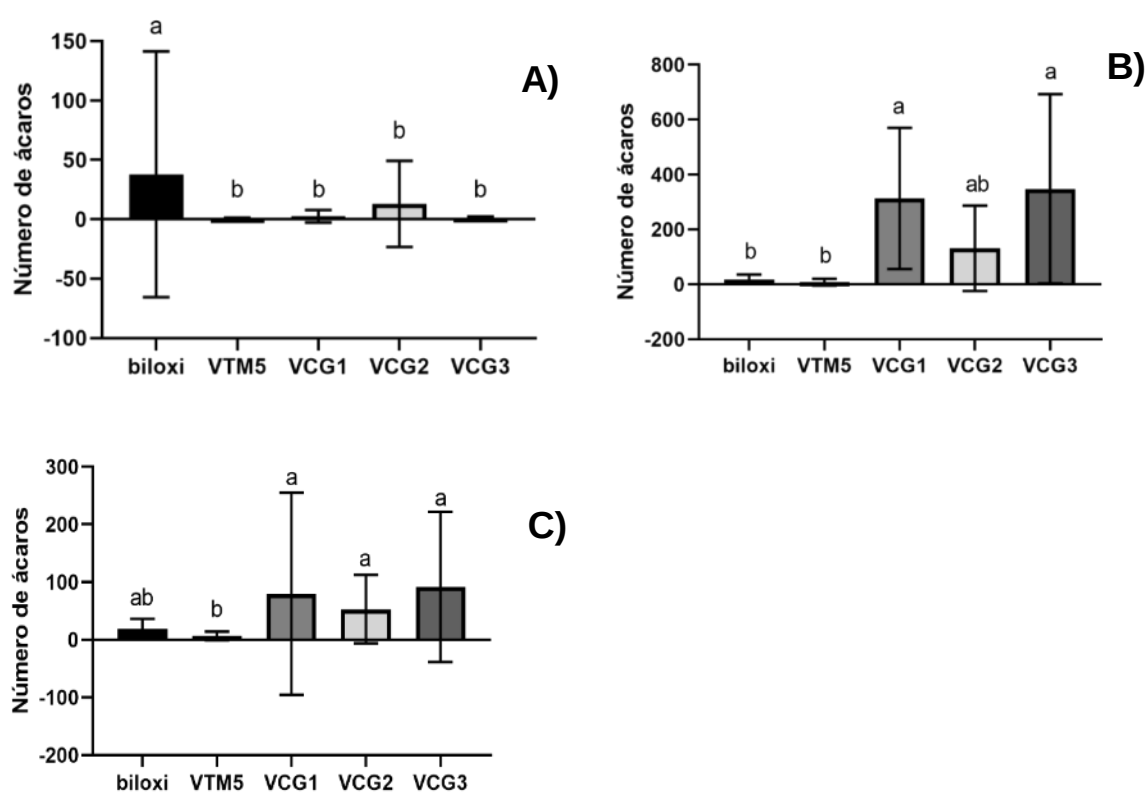


Figura 17. Diferencias significativas entre las variedades de arándano y la presencia de los ácaros. A) Ácaros fitófagos; B) Ácaros depredadores; C) Ácaros micófagos. Las letras minúsculas indican la diferencia entre los grupos de datos. $p \leq 0.05$.

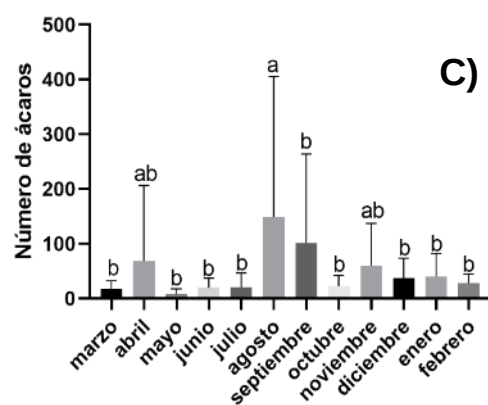
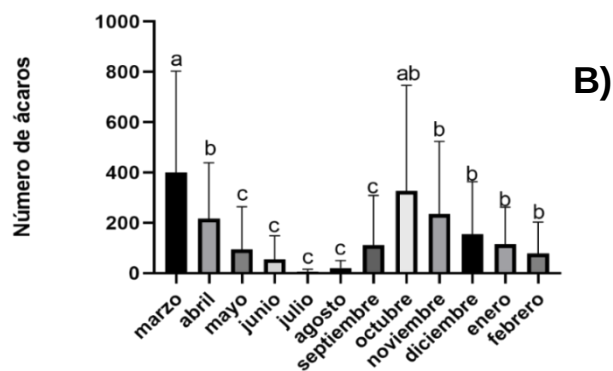
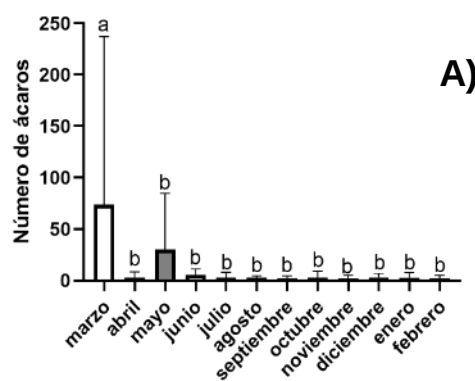


Figura 18. Diferencias significativas entre la fenología y la presencia de los ácaros. A) Ácaros fitófagos; B) Ácaros depredadores; C) Ácaros micófagos. Las letras minúsculas indican la diferencia entre los grupos de datos. $p \leq 0.05$.

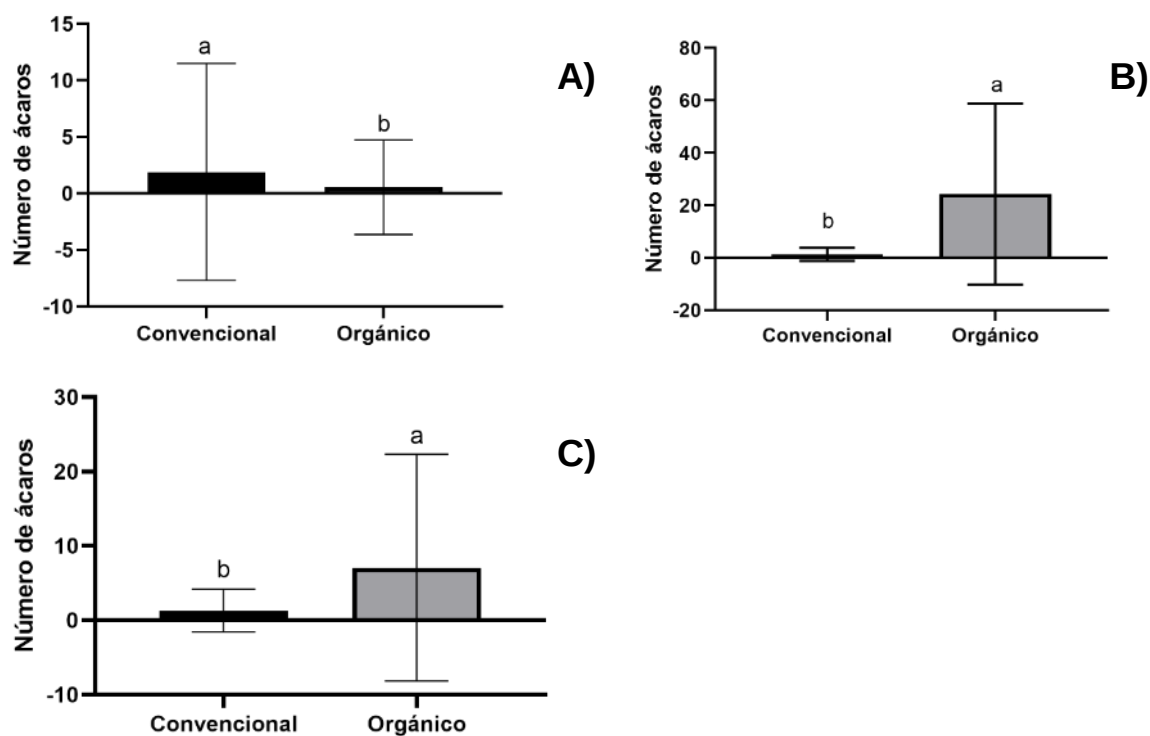


Figura 19. Diferencias significativas entre el tipo de manejo y la presencia de los ácaros. A) Ácaros fitófagos; B) Ácaros depredadores; C) Ácaros micófagos. Las letras minúsculas indican la diferencia entre los grupos de datos. $p \leq 0.05$.

VII. DISCUSIÓN

El conocer el comportamiento de los ácaros asociados a los cultivos, y su relación con los factores climáticos es útil para establecer programas de manejo eficiente para la disminución de las poblaciones (Devi y Challa, 2019). De acuerdo con González-Domínguez et al., (2023), las estrategias de control se han basado principalmente en la identificación taxonómica de los ácaros fitófagos y/o depredadores, así como su frecuencia y abundancia, dejando de lado la dinámica poblacional y la diversidad de especies, es por esto que, este trabajo representa el primer estudio para el cultivo de arándano que recopila las posibles interacciones entre especies fitófagas, depredadoras y micófagas, así como su correlación a factores climáticos, fenológicos, por variedades y de manejo.

A nivel mundial, se han identificado principalmente a tres familias de ácaros fitófagos que atacan a los cultivos de arándano, la familia Tetranychidae, Tenuipalpidae y Eriophyidae (Liburd et al., 2020). Estas familias se encuentran presentes en México e incluyen especies de importancia agrícola (Evans, 1992), las cuales, se obtuvieron durante este estudio, con especies estrictamente fitófagas, asociadas a cinco variedades de arándano.

Liburd et al. (2020), señalan que son varias las especies de ácaros que atacan a los cultivos de arándano, sin embargo, el ácaro rojo del sur *Oligonychus ilicis* McGregor (Acari: Tetranychidae) es la especie más representativa en este cultivo por los daños ocasionados, seguido de las falsas arañas rojas *Brevipalpus yothersi* Baker y el ácaro de las yemas del arándano *Acalitus vaccinii* Keifer. Aunado a esto, estudios realizados en diferentes localidades de Michoacán, reportaron la presencia de *Panonychus ulmi*, *Brevipalpus* sp., *Allonychus* sp., *Brevipalpus yothersi* Baker, *Tetranychus ludeni* Zacher y *Oligonychus ilicis* McGregor (Bucio-Soto et al., 2016; Vázquez, 2020; Gutiérrez, 2023; Esquivel-Ayala et al., 2023) como los ácaros de mayor importancia en los huertos de arándano para esta zona, por causar daños severos.

No obstante, en nuestros resultados, la identificación taxonómica coincidió con la presencia de *Brevipalpus yothersi* Baker, no sólo en el huerto ubicado en Michoacán, sino también, en el huerto ubicado en Jalisco, del cual, no se tienen reportes previos de este ácaro sobre las plantas de arándano. Adicionalmente, en las zonas de muestreo, se identificó a la especie fitófaga *Eotetranychus* sp. similar a lo mencionado por Estrada-Venegas et al. (2013), con la especie *Eotetranychus carpini* asociado a especies del género *Vaccinium* spp. Si bien, las especies identificadas en los estudios anteriores también pertenecen a las familias Tetranychidae y Tenuipalpidae, la ausencia de la mayoría de las especies reportadas para esta misma zona, podría estar relacionada a los microclimas propios de cada sistema de producción, caso similar con lo evaluado por Maula y

Khan (2015), en cultivos de manzano, donde el tiempo de desarrollo y establecimiento de los ácaros se vio influenciado por la temperatura en condiciones de vivero.

Por otra parte, la determinación de las especies depredadoras permitió observar la interacción potencial con el resto de las poblaciones de ácaros obtenidas en el muestreo (Villalvazo, 2022). En este caso, se identificaron cinco especies con hábitos depredadores, de las cuales, únicamente se ha registrado la presencia de un ejemplar sin identificar de la familia Iolinidae, en huertos de arándano en Michoacán (Gutiérrez, 2023) y la especie *Amblyseius swirskii*, que utilizada comúnmente como estrategia para control biológico.

Las especies del género *Brachytydeus* (Acari: Tydeidae) fueron clasificados como depredadores en este estudio, aunque la información existente sobre los hábitos alimentarios de otras especies del mismo género es controversial, ya que se tienen dudas de su posible fitofagia, a pesar de esto, Lorençon et al. (2016) y Aguilar et al. (2001), mencionan que, *Brachytydeus Formosa* Cooreman, es una especie depredadora de insectos, ácaros pequeños, exuvias y pupas, evaluada de manera positiva, aunque también pueden verse atraídos por hongos desarrollados por secreciones azucaradas y polen. Otra evidencia del hábito depredador de las especies encontradas en este estudio, recae en las características del gnatosoma, ya que poseen quelíceros cortos y fusionados, así como el dígito fijo reducido y el dígito móvil como una aguja fina (Lorençon, et al, 2016).

Los ácaros depredadores *Typhlodromalus peregrinus* (Muma, 1955), *Euseius* spp., *Amblydromalus limonicus* Garman y McGregor (1956), *A. tamatavensis* Chant and McMurtry 2007 y *Neoseiulus californicus* McGregor 1954, son las especies mayormente reportadas y utilizadas para control biológico en el cultivo de arándano para la región de Michoacán (Bucio-Soto et al., 2016; Vázquez, 2020; Villalvazo, 2022; Gutiérrez, 2023), sin embargo, sólo se tuvo la presencia del ácaro *Amblyseius swirskii* en este estudio, el cual, utilizan como agente de control biológico de Trips (Thysanoptera: Thripidae) en el huerto orgánico, aunque también estuvo presente en el huerto con manejo convencional, lo que puede deberse a que este género es uno de los más abundantes de la subfamilia Amblyseiinae con más de 344 especies descritas, y con una amplia distribución, además, se caracteriza por poseer hábitos generalistas, así, puede obtener recursos alternativos de alimento y por ende, más hábitats adecuados para su desarrollo y distribución (Hastie et al., 2010).

Finalmente, sobre los ácaros depredadores, se obtuvo la presencia de la especie *Cheletomimus bakeri*. Gerson et al. (2003), menciona que sólo dos especies de cheylétidos habitan principalmente en plantas, alimentándose de pequeños insectos y otros ácaros, entre ellas, la especie encontrada en este estudio, asimismo, Kamburgil y Cakmak (2014) informaron que *C. bakeri* podía alimentarse, de manera

eficiente, de los ácaros *Eotetranychus sexmaculatus*, *Panonychus citri*, *Eutetranychus banking* (Acari: Tetranychidae) y *Tyrophagus* sp. (Acari: Acaridae), lo que puede resultar afín con la presencia de *C. bakeri* en las variedades VCG1, VCG2 y VCG3, donde también hay presencia de especies del género *Eotetranychus*, aunque se requerirían estudios de respuesta funcional y preferencia alimentaria, para confirmar que *C. bakeri* puede ser depredador eficiente de ácaros del género *Eotetranychus* obtenidos en este estudio.

Urbaneja-Bernat, et al. (2020), reportaron gutación en plantas de arándano alto, la cual, puede ser promotor de crecimiento de microorganismos, como hongos (Singh, 2014; Milholland, 1969), caso similar a lo ocurrido en las cinco variedades de arándano muestreadas, las cuales presentaban mayor cantidad de gutación, desarrollo de hongos contaminantes y presencia del ácaro *Dendroptus* sp., considerado como micófago (Lindquist, 1986), por lo que estos ácaros pueden representar un grupo significativo de especies de enemigos naturales contra hongos contaminantes y patógenos de plantas (English-Loeb et al., 1999).

La diversidad, frecuencia y abundancia de las especies de ácaros son factores clave para entender su dinámica ecológica y, por ende, su posible manejo, sin embargo, los estudios realizados para dichos artrópodos, asociados a cultivos de arándano, han presentado poca diversidad en relación con otras berries. En este estudio, se obtuvo mayor cantidad de ejemplares y de especies identificadas, en dos huertos de arándano con manejo convencional y orgánico, comparado con estudios anteriores que reportan 54 ejemplares de cinco especies y 98 ejemplares y 4 especies (Bucio-Soto et al., 2016; Vázquez, 2020). En este trabajo, se obtuvo mayor frecuencia y abundancia de ácaros considerados depredadores y micófagos en el huerto con manejo orgánico, resultados que sugieren que este manejo favorece y promueve la persistencia de depredadores naturales (Montañez y Amarillo-Suárez 2014; Bucio-Soto et al., 2016).

En cuanto a la frecuencia y abundancia de ácaros en el huerto con manejo convencional, los resultados coinciden con los estudios previos realizados por Vázquez (2020) y Gutiérrez (2023), al obtener especies de ácaros fitófagos como los más abundantes, de acuerdo con McMurtry y Croft (1997), los cultivos con manejo convencional y los monocultivos, propician una fuente constante de alimento para estos ácaros, facilitando su desarrollo y establecimiento, en comparación con los ácaros depredadores, en específico, algunos ácaros de la familia Phytoseiidae que suelen tener ciclos de vida más largos y menor tasa de reproducción, aletargando su establecimiento. El índice de riqueza estimado fue mayor en el huerto orgánico (1.47) que en el huerto convencional (1.37), contrario a lo reportado por González-Domínguez et al. (2023) quienes compararan la riqueza

entre un huerto convencional y orgánico de zarzamora (*Rubus ulmifolius* Schott.) alcanzando un índice de 1.61 para el cultivo convencional y 1.06 para el cultivo orgánico. Esta diferencia podría deberse a la fenología del cultivo y la estructura del hábitat.

La frecuencia y abundancia de las especies de ácaros son fuertemente influenciadas por factores climáticos como la temperatura y humedad (Monetti, 1995). Es importante señalar que, en este análisis se agruparon a las especies depredadoras del Orden Mesostigmata y Trombidiformes (Suborden Prostigmata), sin embargo, aún como un mismo grupo, la correlación no sólo unió a la especie *A. swirskii* empleada como control biológico, con los ácaros de la familia Tetranychidae y Tenuipalpidae, que generalmente consume (Bulnes, 2020; Vázquez-Benito et al., 2022) sino también, a los ácaros micófagos del género *Dendroptus*, los cuales pueden ser alimento para las especies de la familia Iolinidae y Tydeidae, resultados similares a lo estudiado por Duarte et al. (2021), para la especie *Pronematus ubiquitus* McGregor, 1932 (Prostigmata: Iolinidae) que puede ser consumidor eficiente de *Tarsonemus fusarii* Cooreman, 1941 (Prostigmata: Tarsonemidae).

Referente a la influencia de las condiciones ambientales en los ácaros fitófagos, en ambos huertos, el incremento y estabilidad en la temperatura y humedad relativa influenciaron de manera positiva en su presencia, resultados que coinciden con lo mencionado por Penroz y Olivares (2022) y Ruíz et al. (2018) para las especies *Tetranychus urticae* Koch. y *Brevipalpus chilensis* Baker, las cuales, requieren condiciones de $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y un 60 a 70% de humedad relativa. Acerca de los ácaros depredadores, uno de los principales problemas asociados a su desarrollo y establecimiento es que son altamente sensibles, y pueden verse fácilmente afectadas por cambios en las condiciones medioambientales (Bulnes, 2020).

En el cultivo del arándano con manejo convencional y orgánico, los ácaros depredadores se vieron correlacionados de manera significativa con las condiciones HR mínima, temperatura mínima y temperatura promedio. En este sentido, se ha evaluado que, algunas especies como *A. swirskii* y *P. ubiquitus* suelen desarrollarse en condiciones de 25°C promedio y hasta 70% de HR (Van de Velde et al. 2021; Bulnes, 2020), en este caso, las condiciones de temperatura promedio y humedad mínima se acoplan a las condiciones que se mencionan, en mayor medida, en el cultivo con manejo orgánico, el cual tiene mayor frecuencia y abundancia de estos ácaros. Por otra parte, los ácaros micófagos en el huerto convencional, se correlacionaron de manera negativa con el incremento de temperatura y una correlación moderada con la HR máxima, por lo tanto, estos ácaros dependen en

gran medida de la humedad, para la obtención de su principal fuente de alimento (Vangansbeke et al., 2021).

En contraste, el cultivo con manejo orgánico se correlacionó de manera significativa con condiciones de temperatura máxima y HR máxima. Vangansbeke et al. (2021) menciona que ácaros Tarsonemidos como *T. fusarii* pueden desarrollarse en un rango de 30 ± 1 °C y $80 \pm 5\%$ HR, condiciones que se presentan mayormente en este sitio, aunado a esto, las plantas de arándano producen gutación, dicho proceso, puede observarse mayormente bajo condiciones de invernadero a 20 ± 2 °C y $70 \pm 10\%$ HR, (Urbaneja-Bernat et al., 2020), estos exudados en arándanos contribuyen a la presencia de ácaros micófagos debido a las condiciones favorables para el desarrollo de hongos, proporcionando alimento para estos ácaros (Singh, 2014).

La diversidad de especies fue significativamente mayor en el huerto orgánico en comparación con el huerto convencional, ya que los acaricidas sintéticos que se utilizan en los sistemas de producción convencionales, podrían ser responsables de la reducción en las poblaciones de ácaros en general (González-Domínguez et al., 2023).

Asimismo, observamos que las diferentes fases fenológicas pueden incidir en la presencia de los diferentes grupos de ácaros encontrados, ya que el arándano es un cultivo que sufre constantes modificaciones, como las actividades de poda moderada o severa, que reducen considerablemente la cantidad de follaje, al igual que, el uso de coberturas como mallas y plásticos para control de microclimas en la etapa de floración, las cuales, podrían impulsar cambios en la diversidad de especies y/o la distribución espacial (Rijal et al., 2016). Las actividades de manejo como las podas, disminuyeron la presencia de los ácaros, sin embargo, aún se encontraron presentes, caso similar a lo que ocurre con las plantas de algodón, donde, al inicio de la temporada presentan pocas hojas y los ácaros se encuentran entre los nudos del tallo principal (Wilson et al., 1983). En este estudio, la mayor abundancia de las diferentes especies se encontró en los meses de marzo a mayo, en temporada de floración y fructificación, ya que, las plantas invierten una cantidad considerable de recursos en la producción de flores y frutos, lo que resulta en una mayor concentración de azúcares, aminoácidos y otros nutrientes que pueden ser atractivos para los ácaros (Wright et al., 2014).

Nuestros resultados muestran que las cinco variedades estudiadas tienen un impacto significativo en la abundancia de los ácaros, Amin et al. (2008), mencionan que las características morfológicas de cada variedad desempeñan un papel vital en la reducción del ataque de plagas, ya que cada una puede presentar, tricomas, tallos lisos o diferentes componentes bioquímicos que las hagan más resistentes a la incidencia de distintas plagas, caso similar a lo ocurrido variedades de fresa que

tienen mayor densidad de tricomas glandulares, las cuales, eran menos susceptibles al ataque de *Frankliniella occidentalis* Pergande, 1895 (Abdelmaksoud et al., 2020), por lo que, la elección adecuada de las variedades de arándano es un componente importante de los programas de manejo integrado de plagas para controlar a los ácaros en estos sitios de cultivo.

Se propone llevar a cabo estudios sobre el desarrollo de protocolos para la identificación molecular que complemente los resultados de la identificación taxonómica realizada, así como, estudios sobre la preferencia alimentaria, eficiencia y métodos de cría de los grupos depredadores no utilizados en esquemas de control biológico en el cultivo del arándano, ya que se logró obtener una amplia diversidad de estos. Finalmente, la relación entre gutación y la ecología de ácaros micófagos en arándano es un área prometedora para futuras investigaciones, con potenciales implicaciones para el manejo integrado de plagas.

La evaluación del manejo, fluctuación poblacional y diversidad de ácaros asociados al cultivo del arándano, permitió identificar los puntos críticos en las diferentes etapas del cultivo, para intervenciones oportunas, lo que puede reducir las aplicaciones de los productos utilizados para su control, asimismo, ofrece las condiciones ambientales específicas que influyen en la presencia de los ácaros encontrados, de esta manera, este trabajo promueve mejores estrategias de manejo, lo cual, contribuye directamente en la calidad del producto final y la rentabilidad para los productores en este cultivo.

VIII. CONCLUSIONES

Con este estudio se obtuvieron 12,608 ácaros pertenecientes a ocho familias y nueve especies. De las cuales, destacan los ácaros *Brevipalpus yothersi*, *Eotetranychus* sp. y una especie de la familia Eriophyidae, como especies fitófagas asociadas a cinco variedades de arándano para la región de Michoacán y Jalisco, así, la identificación precisa de estas especies es de importancia para el desarrollo de estrategias de manejo específicas y efectivas.

El cultivo de arándano con mayor diversidad fue el huerto con manejo orgánico, con mayor abundancia de ácaros depredadores, con dos especies del género *Brachytydeus* spp. y *Neopronematus* sp. como la más frecuente. En cambio, el huerto con manejo convencional tuvo mayor abundancia y frecuencia del ácaro fitófago *Brevipalpus yothersi*, aunado a poca presencia de ácaros depredadores.

Se obtuvo la presencia de *B. yothersi* en Cd. Guzmán, Jalisco lo que representa el primer reporte de este ácaro sobre el cultivo de arándano en este sitio. Con un manejo orgánico, el pico de abundancia para este ácaro fitófago ocurrió en el mes de mayo, cuando el arándano está en temporada de floración y fructificación, con una reducción poblacional a partir del mes de julio, que coincide con las actividades de poda, sin embargo, se encuentra presente, aunque en bajas poblaciones, por lo que es recomendable enfocarse en su monitoreo y manejo en esta etapa para evitar incrementos poblacionales en la temporada de crecimiento vegetativo.

Las liberaciones de *A. swirskii* como agente de control biológico, pueden ayudar en la reducción de las poblaciones de ácaros de la familia Tetranychidae y Tenuipalpidae, ya que existe sincronía entre su pico poblacional, en cambio, en el cultivo de arándano con manejo convencional, los ácaros fitófagos se mantienen constantes hasta con tres picos poblacionales durante todo un ciclo.

La presencia de las especies del género *Brachytydeus* spp., *Neopronematus* sp. y *Cheletomimus bakeri*, consideradas depredadoras en este estudio, se asocia a la presencia de los ácaros micófagos para ambos huertos.

La temperatura promedio de 24°C estuvo correlacionada de manera positiva con las poblaciones de ácaros fitófagos, así como la humedad relativa máxima del 97% afecta el establecimiento de estos ácaros. Los ácaros depredadores se ven mayormente influenciados por las condiciones climáticas de 29.84°C y 39.86% de humedad relativa mínima, asimismo, una humedad relativa alta del 97.4% y una temperatura promedio de 29.84°C favorece la aparición de los ácaros micófagos.

Las prácticas de manejo orgánico son más efectivas para controlar las poblaciones de ácaros fitófagos y promover una mayor diversidad de ácaros depredadores y micófagos, contribuyendo a un control biológico más eficiente. Este estudio destaca la importancia de considerar la fenología del cultivo y la elección de variedades en las estrategias de manejo para el control de plagas en los cultivos de arándano.

.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelmaksoud, E., El-Refai, S., Mahmoud, K., Ragab, M. 2020. Susceptibility of some new strawberry genotypes to infestation by western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) in the nursery. *Annals of Agricultural Sciences.*, 65(2): 144-148.
- Aguilar, H., Childers, C., Welbourn, W. 2001. Relative abundance and seasonal occurrence of mites in the family Tydeidae on citrus in Florida. Proceedings of the 10th *International Congress of Acarology*, Melbourne. Melbourne, CSIRO. 380 p.
- Amin, M., Ahad, M., Hossain, M., Tithi, T. 2008. Characteristics of some cotton varieties in relation to seasonal abundance of pests, predators and their impact on yield and quality. *J. Agrofor. Environ.*, 2(2): 67-70.
- Ayala-Ortega, J., Martínez-Castillo, A., Pineda-Guillermo, S., Figueroa- de la Rosa, J., Acuña-Soto, J., Ramos-Lima, M., Vargas-Sandoval, M. 2019. Ácaros asociados a la zarzamora (*Rubus* sp. cv. Tupy) en dos localidades del estado de Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología.*, 45(2): e8480.
- Beard, J., Ochoa, R., Baughan, G., Trice, M., Redford, A., Walters, T., Mitter, C. 2012. Flat Mites of the World Edition 2. Identification Technology Program, S&T, PPQ, APHIS, USDA; Fort Collins, CO.
- Bridges, R., Moser, J. 1983. Role of two phoretic mites in transmission of bluestain fungus, *Ceratocystis minor*. *Ecological Entomology.*, (8): 9–12.
- Bucio-Soto, G., Ayala-Ortega, J., Vargas-Sandoval, M., Lara-Chávez, M., Aguirre-Paleo, S., Negrete-Rodríguez, O. 2016. Acarofauna asociado al cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. var. biloxi) en Ziracuaretiro Michoacán. *Entomología mexicana.*, 3(1): 120 - 124.
- Bulnes, D., 2020. Producción masiva del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari, Phytoseiidae) y su aplicación en campo: Revisión de Literatura. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.
- Cédola, C., Polack A. 2011. Primer registro de *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) en Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 70 (3-4): 375-378.

- Chávez, A., Miranda, I., Rodríguez, H. 2017. Dinámica poblacional de ácaros fitófagos y depredadores en aguacatero (*Persea americana* Miller). *Fitosanidad*, 21(1), 9-15.
- Da Silva, G., Metzelthin, M., Da Silva, O., Ferla, N. 2016. Catalogue of the mite family Tydeidae (Acari: Prostigmata) with the world key to the species. *Zootaxa*, 4135 (1): 1–68.
- Devi, M., Challa, N. 2019. Impact of weather parameters on seasonality of phytophagous mites. *JEZS.*, 7(4): 1095 – 1100.
- Duarte, M., Vangansbeke, D., Pijnakker, J., Moerkens, R., Benavente, A., Arijs, Y., Flores, A., Wäckers, F. 2021. Evaluation of Natural and Factitious Food Sources for *Pronematus ubiquitus* on Tomato Plants. *Insects.*, 12(1111): 1-10.
- English-Loeb, G., Nortón, A., Gadoury, M., Seem, R., Wilcox, W. 1999. Control of powdery mildew in wild and cultivated grapes by a Tydeid mite. *Biological control.*, (14): 97 – 103.
- Esquivel-Ayala, B., Vargas-Sandoval, M. 2023. Primer registro de *Oligonychus ilicis* McGregor (Acari: Tetranychidae) sobre arándano azul en Michoacán, México. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas.*, 14 (7): 1-6.
- Estrada-Venegas, E., Acuña-Soto, J., Chaires-Grijalva, M., Equihua-Martínez, A. 2013. Ácaros asociados y de importancia económica a los “Sistemas Producto” en México, y la relevancia de algunas especies que afectan estos cultivos con importancia cuarentenaria. *Sociedad Mexicana de Entomología.*, Texcoco, México, 151–236.
- Evans, G. 1992. Principles of Acarology. CAB International, Oxon, Inglaterra. 563 p.
- Fain, A., Bochkov, A., Corpuz-Raros, L. 2002. A revision of the *Hemicheyletia* generic group (Acari: Cheyletidae). *Entomologie.*, (72): 27 – 66.
- Flores, M. 2018. Infestación de los principales insectos plaga de *Vaccinium* sp, var. biloxi en Chao-Virú, La Libertad. Tesis. Universidad Nacional de Trujillo.
- Gerson, U., Fain, A., Smiley, R. 1999. Further observations on the Cheyletidae (Acari), with a key to the genera of the Cheyletinae and a list of all known species in the family. *Entomologie*, (69): 35 - 86.
- Gerson, U., Smiley R., Ochoa, R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Blackwell Science, Oxford, Inglaterra. 539 p.

- Ghoshal, S., Barman, S., Saha, M. 2011. Seasonal abundance and feeding efficiency of the false spider mite *Tenuipalpus pernicious* (Chaudhri, Akbar and Rasool) on Guava (*Psidium guajava*). *Acarina.*, 19(2): 265 – 269.
- González, A. 2017. Variedades de arándanos. En Morales (eds), Manual de manejo agronómico del arándano, pp. 11-19. INDAP.
- González, F., Rebollar, S., Hernández, J., Morales, J., Ramírez, O. 2019. Situación actual y perspectivas de la producción de berries en México. *Revista Mexicana de Agronegocios.*, 44(): 260 - 272.
- González-Domínguez, S., Santillán-Galicia, M., Guzmán-Franco, A., Ávila-García, C., López-Buenfil, A., Romero-Rosales, F. 2023. Species diversity, population dynamics and spatial distribution of mites on blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): A comparison between organic and conventionally-managed orchards. *Phytoparasitica.*, (51): 241–253.
- Gutiérrez, M. 2023. Distribución temporal de la artropofauna presente en arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) en los Reyes, Michoacán. Tesis. Instituto Tecnológico Superior de los Reyes.
- Hastie, E., Benegas, A., Rodríguez, H. 2010. Inventario de ácaros depredadores asociados a fitoácaros en plantas de las familias Arecaceae y Musaceae. *Rev. Protección Veg.*, 25(1): 17-25.
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 2017. Manual de manejo agronómico del arándano. INDAP, Santiago de Chile.
- Iraola, V. 1998. Introducción a los ácaros (I): Descripción general y varios grupos. *Bol. S.E.A.*, (23): 13 – 19.
- Iraola, V. 2001. Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. *Bol. S.E.A.*, (28): 141 – 146.
- Kamburgil, S., Cakmak, I. 2014. Biological parameters of the predatory mite *Cheletomimus bakeri* (Acari: Cheyletidae) feeding on *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae). *Biocontrol Science and Technology.*, 24(12): 1339–1348.
- Khan, M., Khaliq, A., Subhani M., Saleem, M. 2008. Incidence and development of *Thrips tabaci* and *Tetranychus urticae* on field grown cotton. *Int. J. Agri. Biol.*, 10: 232 – 234.
- Liburd, O., Lopez, L., Phillips, D. 2020. Mite Pests of Southern Highbush Blueberry in Florida. *Entomol. Nematol. Dep. UF/IFAS Ext.*, ENY-1006, 1-4.

Lindquist, E. 1986. The world genera of Tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the Heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada.*, (118): 1 - 517.

Lorençon, J., Andrade, S., Andrade, D. 2016. Mites occurrence on *Pachira aquatica* Aubl. including aspects of external mouthpart morphology of *Brachytydeus formosa* (Acari: Tydeidae). *Braz. J. Biol.*, 76(1): 136 – 143.

Marini, F., Profeta, E., Vidović, B., Petanović, R., de Lillo, E., Weyl, P., Hinz, H., Moffat, C., Bon, M., Cvrković, T., Kashefi, J., Sforza, R., Cristofaro, M. 2021. Field assessment of the host range of *Aculus mosoniensis* (Acari: Eriophyidae), a biological control agent of the tree of heaven (*Ailanthus altissima*). *Insects.*, 12(7):637.

Maula, F., Khan, 2015. Effect of temperature variation on the developmental stages of *Tetranychus urticae* Koch and *Panonychus ulmi* Koch (Tetranychidae: Acarina) under laboratory conditions in Swat valley of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *JEZS.*, 4(1): 279 – 283.

McMurtry, J., Croft, B. 1997. Life-styles of Phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annu. Rev. Entomol.*, 42: 291–321.

Mesa, N., Ochoa, R., Welbourn, C., Evans, G., De Moraes, G. 2009. A catalog of the Tenuipalpidae (Acari) of the world with a key to genera. *Zootaxa.*, (2098): 1 – 185.

Mesa, P. 2015. Algunos aspectos de la fenología, el crecimiento y la producción de dos cultivares de arándano (*Vaccinium corymbosum* L. x *V. darowii*) plantados en Guasca (Cundinamarca, Colombia). Tesis. Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Colombia.

Millholland, R. 1969. The effect of leaf exudates on blueberry leaf spot caused by *Gloeosporium minus*. *Phytopathology.*, 60: 635 – 640.

Monetti, L., 1995. Dinámica estacional de ácaros fitófagos y depredadores (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) en plantaciones comerciales de manzano de Argentina, con prácticas de desherbado alternadas. *Bol. San. Veg. Plagas.*, 21(2): 231-242.

Montañez, M., Amarillo-Suárez, A. 2014. Impact of organic crops on the diversity of insects: A review of recent research. *Revista Colombiana de Entomología.*, 40(2): 131-142.

- Morales, C. 2017. Requerimientos de suelo y clima. En Morales (eds), Manual de manejo agronómico del arándano, pp. 20-22. INDAP.
- Moreno, N. 1984. Glosario botánico ilustrado. Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- North American Plant Protection Organization (NAPPO). 2014. Identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas. Ottawa, Ontario, Canadá. 36 p.
- Panou, H., Emmanouel, N., Kaźmierski, A. 2000. *Neopronematus*, a new genus of the subfamily Pronematinae (Acari: Prostigmata: Tydeidae) and a new species from Greece., *Acarologia*, 41(3): 321–325.
- Penroz, N., Olivares, N., 2022. Parámetros de vida de *Brevipalpus chilensis* Baker (Acarina: Tenuipalpidae) en tres especies de cítricos. *EUREKA*., 3(2): 1-13.
- Pérez, M., Guzmán-Cornejo, C., Montiel-Parra, G., Paredes-León, R., Rivas, G. 2014. Biodiversidad de ácaros en México. *Revista mexicana de biodiversidad*., 85(): 393 – 407.
- Rijal, J., Wilson, R., Godfrey, L. 2016. Characterization of spatial distribution of *Tetranychus urticae* in peppermint in California and implication for improving sampling plan. *Experimental and Applied Acarology*, (68): 155–171.
- Ruíz, A., Malacara, I., Cerna, E., Ochoa, Y., Aguirre, L., Landeros, J. 2018. Comportamiento poblacional de *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) en variedades de tomate. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 9(5): 961-969.
- Salgado-Vargas, C., Sánchez-García, P., Volke-Haller, V., Colinas, M. 2018. Respuesta agronómica de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) al estrés osmótico. *AGROCIENCIA*., 52(2): 231–239.
- Silva, G., Cunha, U., Rocha, M., Panou, E., Ferla, N. 2014. Tydeid and triophtydeid mites (Acari: Tydeoidea) associated with grapevine (Vitaceae: *Vitis* spp.) in Brazil, with the descriptions of species of *Prelorryia* (André, 1980) and *Tydeus* Koch, 1835. *Zootaxa*., 3814(4): 494-511.
- Singh, S. 2014. Guttation: Quantification, microbiology, and implications for phytopathology. En: Lüttge, U., Beyschlag, W., Cushman, J. (eds) Progress in Botany. Progress in Botany, vol 75. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Stehr, F. 1987. Immature Insects. First Edition. Kendall Hunt publisher. 754 pp.

- Tetsuo, G., Tea, A. 2019. New species of the genus *Eotetranychus* (Acari, Prostigmata, Tetranychidae) from Japan. *Zootaxa.*, 4555(1): 1–27.
- Tuttle, D., Baker, E., Abbatiello, M. 1976. Spider mites of Mexico (Acari: Tetranychidae). *Intl. J. Acar.*, 2(2): 1-102.
- Ueckermann, E., De Vis, R., Reybroeck, E., Vervaeke, L., Van Lommel, W., Dewitte, J., Foqué, D., Gautam, S., Ouyang, Y., Vangansbeke, D., De Clercq, P., Van Leeuwen, T. 2024. Redescription of *Pronematus ubiquitous* (McGregor, 1932) (Acari, Iolinidae), description of two new species and redescription of two additional species with a review of and key to all *Pronematus* species. *Acarología.*, 64(1): 277–311.
- Urbaneja-Bernat, P., Tena, A., Gonzáles-Cabrera, J., Rodríguez-Saona, C. 2020. Plant guttation provides nutrient- rich food for insects. *Proc. R. Soc. B.*, 287: 1–10.
- Van de Velde, V., Duarte, M., Benavente, A., Vangansbeke, D., Wäckersb, F., De Clercq, P. 2021. Quest for the Allmitey: Potential of *Pronematus ubiquitous* (Acari: Iolinidae) as a biocontrol agent against *Tetranychus urticae* and *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *BioRxiv.*, 438973.
- Vangansbeke, D., Duarte, M., Merckx, J. 2021. Impact of a tarsonemid prey mite and its fungal diet on the reproductive performance of a predatory mite. *Exp Appl Acarol.* 83: 313–323.
- Vargas-Madriz, H., Acuña-Soto, J., Rodríguez-Bautista, G., Grifaldo-Alcántara, P., García-Escamilla, P., Lázaro-Dzul, M. 2020. Fluctuación poblacional de familias de ácaros asociados a plantas de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.*, 7(2): e2435.
- Vázquez, B. 2020. Diversidad y fluctuación poblacional de ácaros en arándano y frambuesa de cuatro huertos en Michoacán. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Vázquez-Benito J., Santillán-Galicia M., Guzmán-Franco A., Hernández-Domínguez C., Romero-Rosales F., Ortiz-Osuna Á., Rodríguez-Maciel J. 2022. Combined application of predatory mites and fungal pathogens for biological control of *Brevipalpus yothersi* (Acari: Tenuipalpidae) under laboratory conditions. *Biol Control.*, 167: 104853.
- Vergara-Pineda, S., Zamora-Ledesma, S., Camacho-Macías, B., Orduña-Mayares, D., Hernández-Camacho, N. 2018. Ácaros (Mesostigmata: Laelapidae) asociados a

Peromyscus sp. de dos sitios en condiciones semiurbanas del municipio de Querétaro. *Entomología mexicana*, 5: 71-75.

Villalvazo, R. 2022. Abundancia y diversidad de fitoseidos (Acari: Phytoseiidae) asociados a zarzamora (*Rubus* sp.), frambuesa (*Rubus idaeus* L.) y arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en Michoacán, México. Tesis. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

Walter D., Krantz G. 2009. A manual of acarology. Lubbock: Tech University Press.

Wilson, L., Gonzalez., D., Leigh, T., Maggi, V., Foristiere, C. 1983. Within-plant distribution of spider mites (Acari: Tetranychidae) on Cotton: A developing implementable monitoring program. *Environmental Entomology.*, 12(1): 128-134.

Wright, P., Cregger, M., Souza, L., Sanders, N., Classen, A. 2014. The effects of insects, nutrients, and plant invasion on community structure and function above and belowground. *Ecol Evol.*, 4(6):732-42.

Zannou, I., De Moraes, G., Ueckermann, E., Oliveira, A., Yaninek, J., Hanna, R. 2007. Phytoseiid mites of the subtribe Amblyseiina (Acari: Phytoseiidae: Amblyseiini) from sub-Saharan Africa. *Zootaxa.*, (1550): 1–47.