



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

**DIVERSIDAD Y FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE
ÁCAROS EN ARÁNDANO Y FRAMBUESA DE CUATRO
HUERTOS EN MICHOACÁN**

TESIS

QUE PRESENTA:

BRENDA PATRICIA VÁZQUEZ HERRERA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE

MAESTRA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

DIRECTOR:

DRA. ANA MABEL MARTÍNEZ CASTILLO

CO-DIRECTOR

DRA. MARGARITA VARGAS SANDOVAL

MORELIA, MICHOACÁN, NOVIEMBRE DE 2020

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por la formación académica y atenciones brindadas para poder efectuar la maestría.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales por ser la institución que me recibió para seguir con mi formación profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para poder estudiar la maestría.

A mi asesora de tesis la Dra. Ana Mabel Martínez Castillo le agradezco el haberme recibido como su alumna, por su compromiso y dedicación para ayudarme en esta etapa tan importante para mi formación como profesional que concluye el día de hoy y de quien anhelo seguir conservando su amistad y comunicación.

A mi asesora de tesis la Dra. Margarita Vargas aprendí muchas cosas de ella, aprendí a ver la vida de una manera diferente, gracias por ser el ser tan increíble y único de este planeta y por recibirme de nuevo a esta nueva aventura. La admiro inmensamente.

A mi comité tutorial: Dr. Samuel Pineda, Jesús Acuña Soto y Dr. Isaac Figueroa de la Rosa, por formar parte de este trabajo, su apoyo y apreciables consejos y aportaciones.

A Dios por toda su generosidad y darme unos padres que amo con todo mi corazón Miguel y Olga por darme la oportunidad de nacer en su familia, por el amor, la confianza y el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, por ser lo mejor que tengo en mi vida.

A mi hermano Martín y familia por estar siempre en los momentos importantes de mi vida.

A mi amigo Jesús Ayala por el apoyo incondicional que me ha brindado durante todo el proceso de la licenciatura y maestría.

A los dueños de las huertas que me permitieron realizar el trabajo de campo en sus unidades de producción.

DEDICATORIA

“A mis padres Olga Herrera y Miguel Vázquez que los amo con todo mi corazón”

“Para el ángel más hermoso que me cuida desde el cielo Citlalli Vanessa Vázquez Herrera
te amo”

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades e importancia económica del cultivo de arándano	3
2.1.1 Origen y distribución del cultivo del arándano	3
2.1.2 Producción mundial.....	3
2.1.3 Producción nacional	4
2.1.4 Producción estatal	4
2.2. Generalidades e importancia económica del cultivo de frambuesa	5
2.2.1 Origen y distribución.....	5
2.2.2 Producción mundial.....	5
2.2.3 Producción nacional	6
2.2.4 Producción estatal	6
2.3 Características de los ácaros	7
2.3.1 Morfología.....	7
2.3.2 Gnatosoma.....	7
2.3.3 Idiosoma	8
2.3.4 Ciclo biológico	8
2.4 Clasificación de los ácaros de importancia agrícola y sus principales familias.....	9
2.4.1 Familias de ácaros más importantes como plagas agrícolas	10

2.4.1.1 Familia Eriophyidae	10
2.4.1.2 Familia Tarsonemidae	10
2.4.1.3 Familia Tenuipalpidae.....	11
2.4.1.4 Familia Tetranychidae.....	11
2.4.2 Familias de ácaros más importantes para control biológico de plagas agrícolas	11
2.4.2.1 Familia Phytoseiidae	11
2.4.2.2 Familia Stigmaeidae.....	12
2.5 Ácaros asociados a los cultivos de arándano y frambuesa	12
2.5.1 Ácaros asociados al arándano	12
2.5.2 Ácaros asociados a la frambuesa.....	14
2.6 Estimación de riqueza	16
III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	18
3.1 Hipótesis	18
3.2 Objetivo general.....	18
3.3 Objetivos específicos	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
4.1 Lugares de colecta por cultivo	19
4.1.1 Arándano	19
4.1.2 Frambuesa	20
4.2 Recolecta.....	21
4.3 Identificación de ácaros	22
4.4 Análisis de datos	23
4.4.1 Abundancia relativa.....	23
4.4.2 Estimación de riqueza	23
4.5 Análisis de correlación.....	24

4.6 Datos meteorológicos.....	24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
5.1 Tratado taxonómico por especie	27
5.1.1 Familia Phytoseiidae Berlese, 1916	27
<i>Euseius hibisci</i> (Chant, 1959).....	27
<i>Euseius mesembrinus</i> (Dean, 1957)	28
<i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor, 1954).....	29
<i>Neoseiulus</i> sp.....	31
<i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot, 1957.....	32
<i>Typhlodromalus peregrinus</i> (Muma, 1955)	33
<i>Amblyseius krantzi</i> (Chant, 1959)	35
5.1.2 Familia Tarsonemidae Kramer, 1877	36
<i>Dendroptus</i> sp.	36
<i>Tarsonemus</i> sp.....	36
5.1.3 Familia Tenuipalpidae Berlese, 1913.....	37
<i>Brevipalpus</i> sp.	37
5.1.4 Familia Tetranychidae Donnadieu, 1875	38
<i>Allonychus</i> sp.....	38
<i>Tetranychus urticae</i> Koch, 1836	38
<i>Tetranychus ludeni</i> Zacher, 1913	39
5.1.5 Familia Acaridae	41
<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schrank, 1781)	41
5.2 Fluctuación poblacional de ácaros en el cultivo de frambuesa.....	41
5.2.1 Los Reyes	41
5.2.2 Madero	44

5.3 Fluctuación poblacional de ácaros en el cultivo de arándano	46
5.3.1 Tancítaro.....	46
5.3.2 Ziracuaretiro	48
5.4 Fluctuación poblacional de Tetranychus spp. y correlación con los factores climáticos	50
5.4.1 Los Reyes	50
5.4.2 Madero	51
5.5 Estimación de riqueza	53
5.5.1 Estimación de riqueza por familia.....	53
5.5.2 Estimación de riqueza por especie	55
VI. CONCLUSIONES	57
VII. LITERATURA CITADA	58
VIII. ANEXOS	73
8.1 Anexo 1	73
8.2 Anexo 2.....	74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción mundial del arándano (FAO, 2019).....	3
Cuadro 2. Producción nacional del arándano (SIAP, 2020).....	4
Cuadro 3. Producción del arándano en Michoacán (SIAP, 2020).....	4
Cuadro 4. Producción mundial de la frambuesa (FAO, 2020)	5
Cuadro 5. Producción nacional de la frambuesa (SIAP, 2020).	6
Cuadro 6. Producción estatal de la frambuesa (SIAP, 2020)	6
Cuadro 7. Registros de ácaros asociados al cultivo del arándano, <i>Vaccinium corymbosum</i>	13
Continuación del cuadro 8. Registros de ácaros asociados al cultivo del arándano, <i>Vaccinium corymbosum</i>	14
Cuadro 9. Registros de ácaros asociados al cultivo de frambuesa, <i>Rubus ideaus</i>	14
Cuadro 10. Especies de ácaros colectadas en huertos de frambuesa y arándano en cuatro localidades del estado de Michoacán.	26
Cuadro 11. Estimación de riqueza para el cultivo de frambuesa y arándano por familia, en cuatro huertos del estado de Michoacán.....	54
Cuadro 12. Estimación de riqueza en los cultivos de frambuesa y arándano por especie, en cuatro huertos del estado de Michoacán.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recolecta de muestras mediante el método de recolecta directa.....	21
Figura 2. <i>Euseius hibisci</i> A. Ornamentación opistosomal de la placa dorsal; B. Macrosedas de pata IV puntegudas; C. Placa ventrianal y sedas preanales.....	27
Figura 3. <i>Euseius mesembrinus</i> A. Placa ventrianal y sedas preanales; B. Seda sorsales; C. Macrosedas de pata IV con punta extendida; D-Cérvix tubular de espermateca	29
Figura 4. <i>Neoseiulus californicus</i> . A. Espermateca; B. Placa ventrianal; C. Placa dorsal, quetotaxia y ornamentación.....	30
Figura 5. <i>Neoseiulus</i> sp. A. Placa dorsal y quetotaxia; B. Macrosedas de pata IV; C. Denticulaciones del dedo fijo.	31
Figura 6. <i>Phytoseiulus persimilis</i> . A. Sedas dorsales. B. Espermodactilo. C. Espermateca	33
Figura 7. <i>Typlodromalus peregrinus</i> (Muma). A. Hembra vista dorsa; B. Espermateca. C. Macrosedas de la pata IV	34
Figura 8. <i>Amblyseius krantzi</i> . A. Placa dorsal; B. Espermateca; C. Macrosedas en pata IV.....	35
Figura 9. <i>Brevipalpus</i> sp. A. Reticulación del prodorso, B. opistosoma dorsal posterior	37
Figura 10. Edeago de <i>Tetranychus urticae</i>	39
Figura 11. Edeago de <i>Tetranychus ludeni</i>	40
Figura 12. Fluctuación poblacional de ácaros asociados al cultivo de frambuesa en los municipios de Los Reyes de Salgado (A) y de Madero (B).	46
Figura 13. Fluctuación poblacional de ácaros asociados al cultivo de arándano en los municipios de Tancítaro (A) y Ziracuaretiro (B).....	49
Figura 14. Fluctuación poblacional de <i>Tetranychus ludeni</i> en Los Reyes, Michoacán: A) Temperatura (°C); B. Humedad Relativa (%) y fluctuación poblacional de <i>Tetranychus urticae</i> en Madero, Michoacán: C). Temperatura (°C); D) Humedad Relativa (%).	52
Figura 15. Curva de rarefacción para el cultivo de frambuesa y arándano por familia, en cuatro huertos del estado de Michoacán.....	54

RESUMEN

La producción de frutillas en México ha aumentado notablemente durante los últimos años; sin embargo, este sector se encuentra expuesto a diversos factores que afectan negativamente a su desarrollo y producción, entre ellos los daños causados por los ácaros fitófagos. El objetivo de este estudio fue identificar los ácaros asociados a dos huertos de arándano (municipios de Tancítaro y Ziracuaretiro) y dos huertos de frambuesa (municipios de Los Reyes y Madero) en el estado de Michoacán. También se analizó su abundancia, fluctuación poblacional y diversidad. Los muestreos se realizaron mensualmente durante un año (octubre de 2018-septiembre de 2019). Para ello, las plantas se eligieron al azar y se tomaron 30 y 40 muestras de material vegetativo (hojas, flores y frutos) por huerto para arándano y frambuesa, respectivamente. En el laboratorio, los ácaros se contabilizaron y se colocaron en preparaciones fijas. La identificación se realizó con base en claves taxonómicas. Se calculó la abundancia relativa las especies registradas en cada uno de los huertos revisados. Además, se realizó una estimación de riqueza por familia y por especie con los estimadores de Chao 2, Jackknife 1 y Jackknife 2. También se realizó un análisis de correlación simple entre el número de ácaros de la familia Tetranychidae y las variables de temperatura (T) y humedad relativa (HR). En total se recolectaron 11,369 ácaros (6043 ♀, 762 ♂, 3645 ninfas y 919 larvas) de tres órdenes, siete familias y 20 especies. El cultivo de frambuesa fue el que presentó una mayor riqueza de especies (16 especies) y abundancia (11,271 ejemplares), mientras que en el cultivo de arándano sólo se identificaron cuatro especies y se recolectaron 98 ejemplares. Los Reyes fue el huerto con mayor abundancia de ácaros con un total de 8,555 (75%), mientras que el menos abundante fue el de Ziracuaretiro, con 35 ejemplares, ya que en los Reyes se presentó una temporada de altas poblaciones de ácaros de la familia Tetranychidae. Consecuentemente, esta familia fue la más abundante con 10,644 ácaros, mientras que la familia Phytoseiidae fue la más diversa con 661 y ocho especies distintas de ácaros. En el municipio de los Reyes, el incremento de la T se relacionó negativamente con la abundancia de los ácaros tetránquidos recolectados en los meses más cálidos. En contraste, en el municipio de Madero, el incremento de la T estuvo positivamente relacionado. Siete de las especies recolectadas son nuevos registros para los cultivos de frambuesa o arándano. La rarefacción para ambos cultivos y localidades indicó que el esfuerzo y métodos usados para las recolectas fueron suficientes para representar la riqueza en familias. La estimación de riqueza para ambos cultivos indicó que se obtuvo el 100% de las

familias esperadas; mientras que para estimación de riqueza por especie se estimó entre el 65 y 95% de las especies esperadas. Este tipo de estudios contribuyen al conocimiento de la diversidad de ácaros en frutillas y a su aplicación para el manejo de estos organismos en un esquema de manejo integral.

Palabras clave: Frutillas, factores climáticos, identificación, acari.

ABSTRACT

The production of berries in Mexico has increased notably in recent years; however, this sector is exposed to various factors that negatively affect its development and production, among them the damage caused by phytophagous mites. The objective of this study was to identify the mites associated with two blueberry orchards (Tancítaro and Ziracuaretiro municipalities) and two raspberry orchards (Los Reyes and Madero municipalities) in the state of Michoacán. Their abundance, population fluctuation, and diversity were also analyzed. The samplings were performed monthly during a year (October 2018-September 2019). For this, the plants were randomly selected, and 30 and 40 samples of vegetative material (leaves, flowers, and fruits) were taken per blueberry and raspberry orchards, respectively. In the laboratory, the mites were counted and placed in fixed preparations. The identification was performed based on taxonomic keys. The relative abundance of the species recorded in each of the orchards was calculated. In addition, an estimate of richness by family and by species was carried out with the estimators of Chao 2, Jackknife 1, and Jackknife 2. A simple correlation analysis was also performed between the number of mites of the Tetranychidae family and the temperature (T) and relative humidity (RH). In total, 11,369 mites (6,043 ♀, 762 ♂, 3,645 nymphs and 919 larvae) of three orders, seven families, and 20 species were collected. The raspberry crop presented the highest species richness (16 species) and abundance (11,271 specimens), while in the blueberry crop only four species were identified and 98 specimens were collected. Los Reyes was the orchard with the highest abundance of mites, with a total of 8,555 (75%), while the least abundant was Ziracuaretiro, with 35 specimens, since in Los Reyes there was a season of highest populations of mites of the family Tetranychidae. Consequently, this family was the most abundant with 10,644 mites, while the Phytoseiidae was the most diverse family with 661 specimens and eight different species of mites. In the municipality of Los Reyes, the increase of T was negatively related to the abundance of tetranychid mites collected in the warmer months. In contrast, in the municipality of Madero, the increase of T was positively related. Seven of the species collected are new records for raspberry or blueberry crops. The rarefaction for both crops and localities indicated that the effort and methods used for the collections were sufficient to represent the estimating of family richness. The estimation of both crops indicated that 100% of the families were obtained; while for estimating species richness, it was estimated between 65 and 95% of the expected species. This type of study contributes to the knowledge of the diversity of mites

in berries and to its application for the management of these organisms in an integral management scheme.

Keywords: Berries, climatic factors, identification, acari.

I. INTRODUCCIÓN

En México la producción de frutillas ha aumentado notablemente durante los últimos años. Los estados que destacan en su producción son Jalisco, Michoacán, Baja California, Puebla y el estado de México. En el año 2003 se cosecharon 3,750 ha en todo el país y, en el 2017, la superficie cosechada aumentó a 36,135.38 ha, lo que se traduce a un incremento del 96 % en dicho periodo (FIRA, 2018).

La frambuesa, *Rubus idaeus* L. (Rosacea), cuyo fruto se destaca por sus excelentes características nutraceuticas, es una frutilla cultivada en todo el mundo debido a su adaptación a diferentes condiciones climáticas y altitudes. Estados Unidos de América, Chile y Argentina son líderes en su producción, pero en las últimas décadas, México se ha convertido en un importante productor, principalmente para el mercado de los Estados Unidos de América. En el 2012, a nivel mundial esta frutilla ocupaba el sexto lugar de producción con 17,000 ha (García *et al.*, 2014), y en cinco años ha incrementado exponencialmente. En el 2015 se reportó un aumento del 68 % en la superficie sembrada (FAO, 2015).

En relación al arándano azul, *Vaccinium corymbosum* L. (Ericaceae), México se encuentra en el quinto lugar como productor a nivel mundial, con una producción total de 40,251 t. Los estados de Jalisco, Michoacán y Sinaloa aportan más del 90 % de la producción total nacional. El cultivo del arándano en Michoacán está presente en 13 de los 113 municipios de la entidad, y sólo Salvador Escalante, Los Reyes y Tangancicuaro, aportan el 57 % de la producción estatal (SIAP, 2020).

Los cultivos de las frutillas se encuentran expuestos a una gran cantidad de limitaciones que afectan su crecimiento, desarrollo y producción. Entre éstas, las plagas son consideradas las de mayor importancia debido a que pueden ocasionar pérdidas parciales o totales en su producción (SAGARPA, 2011). Los daños ocasionados por ácaros fitófagos son uno de los principales problemas fitosanitarios con los que se enfrenta el cultivo. Dentro de éstos destacan principalmente las especies pertenecientes a la familia Tetranychidae, las cuales son plagas de gran importancia de diversos cultivos en el mundo (Walter y Proctor, 2013); Tenuipalpidae, Tarsonemidae y la Superfamilia Eriophyoidea, las cuales incluyen especies que pueden llegar a ser vectores y transmisores de enfermedades de plantas (Ayala-Ortega, 2017).

Los ácaros han aprovechado las nuevas condiciones que provee la agricultura intensiva, donde se han convertido en un gran problema, viéndose favorecidos por las condiciones agroclimáticas. En general, ocasionan daños mecánicos, como son lesiones en el mesófilo de las hojas y los frutos, las cuales se decoloran y posteriormente se necrosan. Además, estos organismos limitan la actividad fotosintética de la planta, por lo tanto, disminuye la producción (Estrada-Venegas, 2012). También se ha encontrado que estos quelicerados presentan una relación directa con los factores climáticos. Recientemente, Ayala-Ortega (2017) observó que el incremento de la radiación solar y la reducción de la humedad relativa, coincidieron con la mayor densidad poblacional de *Tetranychus ludeni* Zacher en cultivos de zarzamora en el estado de Michoacán, a sea una correlación significativa entre la densidad poblacional y las condiciones de humedad y temperatura.

Debido a la importancia que tiene la producción de frambuesa y arándano en el estado de Michoacán, la identificación, el análisis de diversidad, abundancia y fluctuación poblacional de las especies de ácaros plagas que dañan estos cultivos, así como su relación con los factores climáticos, es fundamental para la implementación de programas de manejo integrado. Además, el conocimiento de especies depredadoras es un punto clave, ya que algunas de éstas pueden tener potencial para ser utilizadas como agentes de control biológico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades e importancia económica del cultivo de arándano

2.1.1 Origen y distribución del cultivo del arándano

El arándano o blueberry, *Vaccinium corymbosum* L. es uno de los frutales más recientemente domesticados. Aunque se desconoce su lugar de origen, el cultivo hoy día ha traspasado las fronteras y está siendo cultivado en muchas regiones del mundo: como Europa, Sudamérica, Australia y Nueva Zelanda, China y Japón. Las nuevas zonas de cultivo se iniciaron con una amplia introducción de variedades, posteriormente, su producción se ha enfocado en variedades más adaptadas y con amplia aceptación en el mercado, tal es el caso de Biloxi y Sharp Blue. La mayoría de las nuevas regiones de cultivo han iniciado programas de mejoramiento para producir más y mejor fruta bajo sus propias condiciones de clima y suelos (Morales, 2017).

2.1.2 Producción mundial

A nivel mundial el arándano se cultiva en 31 países, de los cuales Estados Unidos de América es el principal productor con 255,050 t. Esta cifra representó más del 37 % de la producción total en el año 2018, seguido por Canadá con 164,205 t, Perú (94,805 t), España (43,516 t) y México (40,251 t) (Cuadro 1) (FAO, 2019).

Cuadro 1. Producción mundial del arándano (FAO, 2019).

País	Producción (t)
Estados Unidos de América	255,050
Canadá	164,205
Perú	94,805
España	43,516
México	40,251
Otros	84,962
Total	682,789

2.1.3 Producción nacional

México ocupa el quinto lugar como país productor de arándano azul a nivel mundial con una producción total de 40,251 t, con una superficie sembradas de 4,908.88 ha. Las plantaciones están ubicadas principalmente en diez estados de la república, en donde Jalisco (29,471.41 t) y Michoacán (7,618.52 t) son los principales productores, ya que superan el 75 % del total nacional, seguido de los estados de Sinaloa (4,897.00 t), Baja California (3,670.10 t), Colima (1,609.02 t), Puebla (985.81 t), Guanajuato (530.6 t), México (121.89 t), Sonora (50.00 t) y Nayarit (44.23 t) (Cuadro 2) (SIAP, 2020).

Cuadro 2. Producción nacional del arándano (SIAP, 2020).

Estado	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Valor Producción (Miles de pesos)
Jalisco	2,502.33	29,471.41	12.52	1,118,207.06
Michoacán	761.50	7,618.52	11.85	612,820.92
Sinaloa	725.00	4,897.00	8.82	118,904.35
Baja California	282.00	3,670.10	14.12	705,606.28
Colima	244.00	1,609.02	6.59	95,516.05
Otros	394.05	1,732.53	7.052	62,756.42
Total	4,908.88	48,998.58	11.34	2,713,811.09

2.1.4 Producción estatal

En el estado de Michoacán, el cultivo del arándano sólo está presente en 13 de los 113 municipios de la entidad, de los cuales destacan principalmente Salvador Escalante que es el principal productor con 1,750.00 toneladas en el 2019, seguido por Los Reyes (1,380 t) y Tangancícuaro (1,216 t) (Cuadro 3) (SIAP, 2020).

Cuadro 3. Producción del arándano en Michoacán (SIAP, 2020).

Municipio	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Valor Producción (Miles de pesos)
Salvador Escalante	125.00	1,750.00	25	97,045.24
Los Reyes	162.00	1,380.00	9.2	143,910.58
Tangancícuaro	103.00	1,216.10	12.04	127,686.92
Chilchota	53.00	588.3	11.1	60,240.01
Otros	318.5	2684.12	12.2	183,938.19
Total	761.5	7,618.52	11.85	612,820.92

2.2. Generalidades e importancia económica del cultivo de frambuesa

2.2.1 Origen y distribución

El frambueso rojo es un arbusto leñoso caducifolio que tiene sus orígenes, en forma silvestre, en el monte Ida de la isla de Creta (Grecia) y por ello Linneo denominó a la especie como *Rubus idaeus*. Los romanos extendieron su cultivo por Europa, desde Grecia a Italia, a los Países Bajos y a Inglaterra. El primer registro de su exportación a Estados Unidos de América fue en el siglo XVIII y, a comienzos del siglo XIX, ya se cultivaban más de veinte variedades en este país al igual que en Inglaterra (García *et al.*, 2014). Actualmente, su cultivo está muy extendido por todo el mundo y se produce prácticamente en todas las zonas frutícolas, tanto en el hemisferio norte como en el sur y, desde la costa hasta altitudes superiores a los 1000 msnm (González y Céspedes, 2010).

2.2.2 Producción mundial

A nivel mundial, la frambuesa se cultiva en 47 países, de los cuales la Federación de Rusia es el principal productor con 165,800 t, el cual representó más del 19 % de la producción total en el año 2018, seguido por México con 130,187 t y, posteriormente, Serbia (127,010 t), Polonia (115,613 t), Estados Unidos de América (99,250 t) y España (43,705 t) (Cuadro 4) (FAO, 2019).

Cuadro 4. Producción mundial de la frambuesa (FAO, 2020).

País	Producción (t)
Federación de Rusia	165,800
México	130,187
Serbia	127,010
Polonia	115,613
Estados Unidos de América	99,250
España	43,705
Otros	188,643
Total	870,208

2.2.3 Producción nacional

México ocupa el segundo lugar como país productor de frambuesa a nivel mundial con una producción total de 130,187 t sembradas en una superficie de 7,313 ha. La producción está ubicada principalmente en siete estados de la república, en donde Jalisco (89,496.87 t) y Michoacán (25,988.14 t), son los principales ya que, superan el 89 % del total nacional, seguido de Baja California (11,739.20 t), Guanajuato (962.44 t), Puebla (558.48 t) México (70.7 t), Cuidad de México (10.37 t) y Colima (21.6 t) (Cuadro 5) (SIAP, 2020).

Cuadro 5. Producción nacional de la frambuesa (SIAP, 2020).

Estado	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Valor Producción (Miles de pesos)
Jalisco	5,153.00	89,496.87	17.97	1,937,319.94
Michoacán	1,178.00	25,988.14	22.21	2,173,659.29
Baja California	773.00	11,739.20	15.89	985,904.70
Otros	209.67	1,623.59	10.458	57,156.85
Total	7,313.67	128,847.80	18.33	5,154,040.79

2.2.4 Producción estatal

En el estado de Michoacán el cultivo de frambuesa se ha establecido en nueve de los 113 municipios de la entidad, de los cuales destacan principalmente el municipio de Zamora que es el principal productor con 11,348.70 toneladas en el 2019, seguido por Tangancícuaro (5,658 t) y Los Reyes (2,880 t), respectivamente (Cuadro 6) (SIAP, 2020).

Cuadro 6. Producción estatal de la frambuesa (SIAP, 2020).

Estado	Superficie (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)	Valor Producción (Miles de pesos)
Zamora	543.00	11,348.70	20.9	953,371.38
Tangancícuaro	188.00	5,658.80	30.1	453,099.77
Los Reyes	134.00	2880.00	22.5	266,141.55
Jacona	161.00	2,808.00	17.44	225,600.16
Otros	152	3,292.64	19.856	275,446.44
Total	1,178.00	25,988.14	22.21	2,173,659.29

2.3 Características de los ácaros

Los ácaros pertenecen a la clase Arachnida Lamarck, 1801 en la Subclase Acari Leach, 1817. Se caracterizan por presentar dos regiones en el cuerpo, gnatosoma e idiosoma, además de poseer un par de quelíceros, un par de pedipalpos y cuatro pares de patas caminadoras (Iraola, 1998). Forman parte del grupo más antiguo, diverso y numeroso de animales, dentro de los quelicerados. Su cuerpo es considerablemente diferente al de otros artrópodos. Quizá la diferencia más notable es que los quelicerados no tienen una cabeza separada del tórax. En su lugar tienen una región anterior del cuerpo llamada “prosoma” que dirige las funciones de detección, alimentación y locomoción (Evans, 1999).

2.3.1 Morfología

El cuerpo de los ácaros se divide en dos regiones o tagmas: el gnatosoma y el idiosoma, este último se encuentra compuesto por el prosoma y el opistosoma fusionados, dicha división no es clara y solamente en algunos grupos se aprecia un surco, la división interna formada por 19 segmentos, de los cuales siete forman el prosoma y 12 el opistosoma (Iraola, 1998).

2.3.2 Gnatosoma

El gnatosoma está formado por los primeros tres segmentos, comprende la región que contiene la boca y los apéndices al servicio de la boca (quelíceros y pedipalpos), está cubierto por su parte dorsal por un tecto o epistoma y su forma tiene valor taxonómico (Iraola, 1998; De Moraes e Flechtmann, 2008)

Quelíceros. Generalmente tienen forma de quela, se encuentran modificados según el tipo de alimentación y hábitat, se han adaptado para morder, raspar, cortar, aserrar, enganchar, despedazar, triturar, picar o succionar. Están constituidos por dos o tres artejos. Los dedos de la quela generalmente están dentados, o bien, en forma de sierra o pueden ser lisos. En otros casos los quelíceros se modifican hasta formar un estilete o aguja para picar los tejidos vegetales (De Moraes e Flechtmann, 2008)

Pedipalpos. Son estructuras sensoriales que les permite encontrar el alimento y a sus huéspedes, se encuentran formados por seis segmentos o artejos articulados: coxa, trocánter, fémur, genua, tibia y tarso que puede terminar o no, en un apotele y en algunos grupos tener artejos fisionados (De Moraes e Flechtmann, 2008)

2.3.3 Idiosoma

El idiosoma comprende el cuerpo propiamente dicho, por consiguiente, desarrolla funciones similares al abdomen, tórax y parte de la cabeza de otros artrópodos (De Moraes e Flechtmann, 2008). El idiosoma de los ácaros incluye el proterosoma e histerosoma. El proterosoma abarca el extremo anterior del cuerpo, incluyendo el gnatosoma hasta el segundo par de patas. El histerosoma incluye la región localizada atrás de las patas II hasta el extremo posterior del cuerpo. La región que incluye las patas se llama podosoma, la cual se divide en propodosoma (abarca los dos primeros pares de patas) y el metapodosoma (que incluye los dos pares posteriores). El prosoma abarca desde el gnatosoma hasta el nivel de las patas IV, mientras que el opistosoma es la parte posterior de las patas hasta el borde final del cuerpo (De Moraes e Flechtmann, 2008).

Las patas son los apéndices ambulatorios de los ácaros y tienen tres pares en las larvas y cuatro en los estados ninfales y adultos; sin embargo, en algunas familias puede haber una reducción de patas a tres o dos pares (Doreste, 1984). El primer segmento llamado coxa esta soldado a la parte ventral del cuerpo, posteriormente se encuentran el trocánter y fémur dividido en basifemur, telofemur, siguiendo la genu, tibia, tarso y finalmente el apotele o ambulacro (Doreste, 1984).

2.3.4 Ciclo biológico

El ciclo biológico de los ácaros varía de acuerdo a los distintos grupos: en el ciclo completo presentan huevo, prelarva (caliptostatica o móvil en algunos casos), larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa y adulto, observándose un incremento de tamaño, esclerosamiento, número de sedas y una coloración más oscura (oribátidos y trombídidos). Además, pueden tener ciclos reducidos donde se presenta el huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Mesostigmata). También se pueden observar variantes en donde solo hay huevo, larva, protoninfa y deutoninfa la cual es llamada hipopodio, ya que ésta es una forma de resistencia

para llevar a cabo la foresis (Acaroidea). De igual manera pueden presentar ciclos reducidos donde se tiene solo al huevo, larva, ninfa y adulto (Eriophyoidea e Ixodida) (De Moraes e Flechtmann, 2008).

2.4 Clasificación de los ácaros de importancia agrícola y sus principales familias

Con base en la clasificación de Linquist *et al.* (2009), a continuación, se presentan los grupos que incluyen familias de importancia agrícola:

Subclase ACARI

- Superorden Parasitiformes
 - Orden Mesostimata
 - Suborden Monognaspida
 - Cohorte Gamasida
 - Superfamilia Phytoseioidea
- Superorden Acariformes
 - Orden Trombidiformes
 - Suborden Prostigmata
 - Supercohorta Eupodides
 - Superfamilia Tydeoidea
 - Superfamilia Eriophyoidea
 - Supercohorta Anystides
 - Cohorte Anystina
 - Superfamilia Anystoidea
 - Cohorte Parasitengonina
 - Subcohorta Erythraiae
 - Superfamilia Erythracoidea
 - Cohorte Raphignathina
 - Superfamilia Tetranychidae
 - Superfamilia Cheyletoidea
 - Cohorte Heterostigmata
 - Superfamilia Tarsonemoidea
 - Orden Sarcoptiformes
 - Cohorte Astigmata
 - Superfamilia Acaroidea

2.4.1 Familias de ácaros más importantes como plagas agrícolas

2.4.1.1 Familia Eriophyidae

La familia Eriophyidae en conjunto con las familias Phytoptidae y Diptilomiopidae conforma a la Superfamilia Eriophyoidea, a los cuales de manera común se les ha conocido como eriófidos. De la familia Phytoptidae se han descrito 21 géneros con 145 especies, mientras que de Diptilomiopidae 53 géneros y 315 especies (Acuña-Soto, 2012).

En cuanto a la familia Eriophyidae, esta comprende alrededor del 85 % de la diversidad de la superfamilia Eriophyoidea, se han descrito aproximadamente 4,000 especies (Grasswitz, 2012). Esta familia cuenta con más de 200 géneros e incluye ácaros sumamente pequeños (180-300 micrones de longitud), tienen un cuerpo alargado y cilíndrico, presentan sólo dos pares de patas y están provistos de estiletes bucales que utilizan en la alimentación; razón por la cual son muy difíciles de distinguir a simple vista. Son fitófagos y causan severos daños en gran variedad de cultivos ocasionando malformaciones como agallas en el tejido vegetal de plantas preferentemente perennes y arbóreas, además de ser vectores de diversas enfermedades (Acuña-Soto, 2012).

2.4.1.2 Familia Tarsonemidae

De esta familia se conocen 545 especies de 45 géneros. Son pequeños, miden entre 100 a 300 µm, son generalmente de blanquecinos a amarillentos brillantes. Pueden alimentarse de plantas, hongos, algas, incluso pueden ser saprófagos o parásitos de insectos (Ochoa *et al.*, 1991; De Moraes y Fletchmann, 2008). Aquellos que son fitófagos por lo general, ocasionan pérdidas por momificación de frutos jóvenes y hasta los dos meses de desarrollo, y en otros casos, cuando esta estructura continúa su desarrollo, causa cicatrices y malformaciones, otros se encuentran, en follaje y llevan adheridos a su cuerpo, esporas de hongos patógenos, con lo que diseminan enfermedades fungosas (Lin y Zhi-Qiang, 2002).

Los daños más significativos que producen los ácaros de esta familia se observan en las regiones de crecimiento de la planta, donde los tejidos son túrgidos, lo cual puede estar ligado al hecho de que los estiletes quelicerales de estas especies son muy cortos, no apropiados para alimentarse en tejidos de hojas y ramas ya formados (De Moraes y Fletchmann, 2008).

2.4.1.3 Familia Tenuipalpidae

La familia Tenuipalpidae, se caracteriza por tener un palpo simple con uno a cinco segmentos, el propodosoma con tres pares de setas dorsales, las hembras miden de 250 a 350 μm de longitud, el ciclo biológico es aproximadamente de 18 a 49 días, dependiendo la temperatura (entre 20 y 30 °C) (Ochoa *et al.*, 1991).

Los daños causados por estos ácaros se presentan con mayor frecuencia cerca de la nervadura central en el envés de las hojas, las estructuras pueden tornarse blanco plateado y posteriormente bronceado hasta la muerte de la hoja, además pueden transmitir enfermedades con cuando la precipitación es abundante (Nunes *et al.*, 2012).

2.4.1.4 Familia Tetranychidae

La familia Tetranychidae comúnmente llamados arañas rojas, comprende un grupo de ácaros fitófagos constituido por 1,250 especies pertenecientes a 71 géneros. Se caracterizan por presentar una distribución cosmopolita y por su tendencia a agruparse en colonias, representan uno de los dos grupos principales de ácaros que se alimentan de las plantas. Se pueden encontrar en muchos árboles frutales, viñedos, berries, vegetales y en plantas ornamentales (Zhang, 2003).

Su tamaño oscila entre 400 y 600 μm , la hembra adulta posee un aspecto globoso, presentando tonalidades generalmente oscuras, rojizas, amarillentas y verdes, aunque pueden variar según la alimentación y edad del ácaro. Sus estados de desarrollo son: huevo, larva, protoninfa, deudoninfa y adulto. En las mudas permanecen inmóviles y adoptan una posición característica. La mayoría de las especies producen seda o telaraña en gran cantidad, primordialmente para mantener constante la humedad relativa y temperatura, permitiendo la creación de colonias para que se desarrollen los individuos, además que aumenta la seguridad contra posibles depredadores (NAPPO, 2014).

2.4.2 Familias de ácaros más importantes para control biológico de plagas agrícolas

2.4.2.1 Familia Phytoseiidae

Los ácaros fitoseidos son depredadores naturales de ácaros fitófagos, motivo por el cual se han convertido en el grupo más utilizado para el control de ácaros plaga. Dichos ácaros se

caracterizan por ser depredadores de tetraníquidos, aunque también puede alimentarse de otros como eriófidos, tenuipalpidos y tarsonémidos, así como de mosca blanca y trips (Chant, 1985).

Los fitoseídos miden alrededor de 500 μm , el gnatosoma está compuesto por un par de pedipalpos los cuales utilizan para la detección de alimento, un par de quelíceros quelados dentados que sirven para desgarrar, sujetar, romper y manipular el alimento; en el dedo móvil de los quelíceros de los machos se encuentra el espermadáctilo con los que transfiere los espermátóforos de su abertura genital a la abertura genital de la hembra (Chant, 1985).

El ciclo biológico de los fitoseídos pasa por los estadios de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto. La mayoría de las especies completan su ciclo en una semana con las condiciones óptimas a 27 °C de temperatura y de 60 a 80 % de humedad relativa (Gerson *et al.*, 2003).

2.4.2.2 Familia Stigmaeidae

Stigmaeidae es la familia más abundante dentro de la superfamilia Raphignathoidea y actualmente consta de 32 géneros válidos y más de 500 especies (Dogan *et al.*, 2015). Son pequeños ácaros que se encuentran en muchos hábitats y forman parte importante de la acarofauna de la tierra, basura y plantas. Es un grupo cosmopolita que consta de los depredadores que se alimentan de artrópodos, ectoparásitos de dípteros y alimentadores de polen (Bagheri *et al.*, 2012). Es la familia ácaros depredadores más abundante en las plantas, después de los Phytoseiidae. Son generalmente de color naranja, verde o rojizo y se caracterizan por tener un proceso llamado “tibia-tarso” (De Arruda Filho y De Moraes, 2003).

2.5 Ácaros asociados a los cultivos de arándano y frambuesa

2.5.1 Ácaros asociados al arándano

En el cultivo del arándano, a nivel mundial se han reportado 16 especies de ácaros de seis familias y tres órdenes, las cuales se registran en España, Nueva Zelanda, Estados Unidos de América y México, siendo este último donde más investigaciones se han realizado, con un registro de 11 especies, todas de Michoacán (Cuadro 7) (Ayala-Ortega, 2014).

Cuadro 7. Registros de ácaros asociados al cultivo del arándano, *Vaccinium corymbosum*.

FAMILIA	ESPECIE	PAÍS/ESTADO	FUENTE
ORDEN MESOSTIGMATA			
Phytoseiidae	<i>Amblyseius herbicolus</i> (Chant, 1959)	España	Miñarro <i>et al.</i> 2005
	<i>Amblyseius andersoni</i> (Chant, 1957)	España	Miñarro <i>et al.</i> 2005
	<i>Euseius concordis</i> (Chant, 1959)	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018
	<i>Euseius vivax</i> (Chant & Baker, 1965)	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018
	<i>Typhlodromalus peregrinus</i> (Muma, 1955)	México (Michoacán)	Bucio-Soto <i>et al.</i> 2016
	<i>Typhlodromips Jimenezi</i> Denmark & Evans, 1999	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018
	<i>Typhlodromus evansi</i> Hirschmann, 1962	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018
ORDEN TROMBIDIFORMES			
Eriophyidae	<i>Acalitus vaccinii</i> (Keifer, 1939)	Estados Unidos	Weibelzahl y Liburd, 2013
Tarsonemidae	<i>Hemitarsonemus</i> sp.	México (Michoacán)	Bucio-Soto <i>et al.</i> 2016
	<i>Tarsonemus</i> sp.	México (Michoacán)	Bucio-Soto <i>et al.</i> 2016
	<i>Tarsonemus</i> sp.	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus yothersi</i> (Baker, 1949)	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018
Tetranychidae	<i>Bryobia lagodechiana</i> Reck, 1953	Nueva Zelanda	Baker y Cowley, 1989
	<i>Eotetranychus carpini</i> (Oudemans, 1905)	Estados Unidos	McGregor, 1917
	<i>Panonychus ulmi</i> (Koch, 1836)	México (Michoacán)	Bucio-Soto <i>et al.</i> 2016

Continuación del cuadro 8. Registros de ácaros asociados al cultivo del arándano, *Vaccinium corymbosum*.

FAMILIA	ESPECIE	PAÍS/ESTADO	FUENTE
ORDEN SARCOPTIFORMES			
Acaridae	<i>Tyrophagous putrescentiae</i> (Schrank, 1781)	México (Michoacán)	Escalera-Ordaz, 2018

2.5.2 Ácaros asociados a la frambuesa

En el cultivo de la frambuesa, a nivel mundial, se han reportado 38 especies de ácaros asociados a frambuesa, las cuales pertenecen a dos órdenes y cinco familias. Del total de especies 10 son de Tetranychidae, 14 de Phytoseiidae, tres de Eriophyidae, dos de Tenuipalpidae y una de Stigmaeidae. En cuanto a México, este cuenta con tres especies registradas, dos de Tetranychidae, *Tetranychus urticae* y *T. ludeni*, y una de Phytoseiidae, *Neoseiulus fallacis* (Cuadro 8).

Cuadro 9. Registros de ácaros asociados al cultivo de frambuesa, *Rubus idaeus*.

FAMILIA	ESPECIE	PAÍS/ESTADO	FUENTE
ORDEN MESOSTIGMATA			
Phytoseiidae	<i>Amblyseius andersoni</i> (Chant, 1957)	EUA	Cogdon, 2009
	<i>Amblyseius chilensis</i> Gonzalez & Schuster, 1962	Chile	Guilleminot y Apablaza, 1986
	<i>Amblyseius rademacheri</i> Ehara, 1966	Austria	Ragusa y Ragusa, 1997
	<i>Anthoseius clavatus</i> (Wainstein, 1972)	Austria	Ragusa y Ragusa, 1997
	<i>Euseius finlandicus</i> (Oudemans, 1915)	Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017
	<i>Metaseiulus arboreus</i> (Chant, 1957)	EUA	Cogdon, 2009
	<i>Neoseiulus bicaudus</i> (Wainstein, 1962)	EUA	Cogdon, 2009
	<i>Neoseiulus fallacis</i> (Garman, 1948)	EUA	Cogdon, 2009
		México (Michoacán)	Pamat, 2019
	<i>Neoseiulus idaeus</i> Denmark & Muma, 1973	Brasil	Moraes <i>et al.</i> 2004
	<i>Neoseiulus umbraticus</i> (Chant, 1956)	Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017

Continuación del cuadro 8. Registros de ácaros asociados al cultivo de frambuesa, *Rubus ideaus*.

FAMILIA	ESPECIE	PAÍS/ESTADO	FUENTE
	<i>Phytoseius canadensis</i> Chant, 1965	Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017
	<i>Proprioseiopsis antonellii</i>	EUA	Cogdon, 2009
	<i>Typhlodromus (Anthoseius) rhenanus</i> (Oudemans, 1905)	Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017
	<i>Typhlodromus pyri</i> Scheuten, 1978	EUA	Cogdon, 2009
ORDEN TROMBIDIFORMES			
Eriophyidae	<i>Aculus schlechtendali</i> (Nalepa, 1980)	Polonia	Skoracka <i>et al.</i> 2005
	<i>Calepitrimerus chamaemori</i> (Liro, 1941)	Polonia	Skoracka <i>et al.</i> 2005
	<i>Phyllocoptes gracilis</i> (Nalepa, 1981)	Polonia	Skoracka <i>et al.</i> 2005
		Serbia	Milenković y Marčić, 2012
		Austria, Alemania	Pye y De Lillo, 2010
Stigmaeidae	<i>Zetzellia mali</i> (Ewing, 1917)	EUA	Fan <i>et al.</i> 2016
Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus obovatus</i> Donnadieu, 1875	Irán	Khanjani <i>et al.</i> 2013
	<i>Cenopalpus spinosus</i> Pritchard & Baker 1958	Irán	Khanjani <i>et al.</i> 2013
Tetranychidae	<i>Amphitetranychus viennensis</i> (Zacher, 1920)	Serbia	Marić <i>et al.</i> 2018
	<i>Bryobia praetiosa</i> Koch, 1836	EUA	Reeves, 1963
	<i>Eotetranychus carpini</i> (Oudemans, 1905)	EUA	Barney y Miles, 2007
	<i>Eotetranychus frosti</i> (McGregor, 1952)	EUA	Migeon y Dorkeld, 2019
	<i>Eotetranychus lewisi</i> (McGregor, 1943)	EUA	Howell y Daugovish, 2013
	<i>Eotetranychus rubiphilus</i> Reck, 1948	Serbia	Marić <i>et al.</i> 2018
	<i>Eotetranychus smithi</i> Pritchard & Baker, 1955	China	Migeon y Dorkeld, 2019
	<i>Eurytetranychus ulmi</i> Wang, 1977	Georgia	Migeon y Dorkeld, 2019
	<i>Neotetranychus rubi</i> Trägårdh, 1915	Serbia	Marić <i>et al.</i> 2018
		Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017
		Hungría	Kontschán y Ripka, 2017
		Bélgica, Francia, Alemania, Hungría, Polonia, Eslovenia, Holanda	Bolland <i>et al.</i> 1998

Continuación del cuadro 8. Registros de ácaros asociados al cultivo de frambuesa, *Rubus ideaus*.

FAMILIA	ESPECIE	PAÍS/ESTADO	FUENTE
	<i>Panonychus caglei</i> Mellot, 1968	EUA	Mellott, 1968
		EUA	Cagle, 1962.
	<i>Panonychus ulmi</i> (Koch, 1836)	EUA	Barney y Miles, 2007
		Francia, EUA	Migeon y Dorkeld, 2019
		Georgia	Arabuli <i>et al.</i> 2016
	<i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisdu- val 1867)	Colombia	Mesa, 1999
	<i>Tetranychus ludeni</i> Zacher, 1913	México (Michoacán)	Pamat, 2019
	<i>Tetranychus mcdanieli</i> McGregor, 1931	EUA	Barney y Miles, 2007
		Canadá	Roy <i>et al.</i> 1999
	<i>Tetranychus sawzdargi</i> Mitrofanov, 1980	Rusia	Mitrofanov <i>et al.</i> 1980
	<i>Tetranychus schoenei</i> McGregor, 1941	EUA	Reeves, 1963
	<i>Tetranychus turkestan</i> (Ugarov & Nikolskii, 1937)	Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017
		Serbia	Marić <i>et al.</i> 2018
	<i>Tetranychus urticae</i> Koch, 1835	EUA	Barney y Miles, 2007
		Chile	Guilleminot y Apablaza, 1986
		EUA	Alston, 2017
		Serbia	Marić <i>et al.</i> 2018
		Serbia	Stojnić <i>et al.</i> 2017
		Canadá	Roy <i>et al.</i> 1999
		México México (Michoacán)	Pamat, 2019
		México (Chihuahua)	Parra-Quezada, 2002

2.6 Estimación de riqueza

Una de las mayores complicaciones con las estimaciones de riqueza, es la dependencia que se tiene al tamaño de las muestras, ya que difícilmente éstas son iguales, aún y cuando se estandarizan los esfuerzos de recolecta. La rarefacción es un método que sirve para comparar el número de especies cuando las muestras sean diferentes en tamaño, además estima la riqueza de especies en función del tamaño de muestra más pequeño (Kraker-Castañeda y Cobar-Carranza, 2011).

Uno de los problemas más comunes en los estudios ecológicos, se estima el número de grupos diferentes que hay de una población. De manera general existen dos métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población, los métodos paramétricos y los no paramétricos. A los métodos paramétricos se les llama así porque parten de supuestos acerca de la población y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma. En cuanto a los no paramétricos, también llamados libres de distribución, los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos que los ajusten a algún modelo determinado, el cálculo de éstos es más sencillo y rápido, y de igual manera son más fáciles de entender y explicar, además de que, son relativamente efectivos. Entre los principales modelos no paramétricos que se utilizan para la estimación de riqueza podemos encontrar a Jackknife de 1er. y 2do. orden, bootstrap y Chao2 (Escalante-Espinoza, 2003).

III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 Hipótesis

Los cultivos de arándano o frambuesa albergan especies de ácaros fitófagos o depredadores no registradas para dichos cultivos.

3.2 Objetivo general

Analizar la diversidad, abundancia y la fluctuación poblacional de los ácaros asociados a dos huertos de arándano y dos huertos de frambuesa en algunas regiones importantes de producción de Michoacán.

3.3 Objetivos específicos

- Identificar a las especies de ácaros asociados a los cultivos de frambuesa y arándano.
- Determinar la abundancia y fluctuación poblacional de ácaros asociados a los cultivos de frambuesa y arándano a lo largo de un ciclo anual.
- Correlacionar los factores climáticos con la abundancia de los ácaros del género *Tetranychus* colectados en los huertos de Los Reyes y Madero.
- Estimar la riqueza por familia y por especie para los cultivos de arándano y frambuesa y determinar si el esfuerzo realizado fue suficiente para representarla.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugares de colecta por cultivo

4.1.1 Arándano

El municipio de Tancítaro se localiza al oeste del estado, en las coordenadas 19° 20' de latitud Norte y 102° 22' de longitud Oeste, a una altura de 2,080 metros sobre el nivel del mar. Su superficie es de 714.43 km² y representa 1.21 por ciento del total del estado. Limita al norte con Peribán y Nuevo Parangaricutiro, al oeste con Nuevo Parangaricutiro y Parácuaro, al sur con Parácuaro, Apatzingán y Buenavista, y al oeste con Peribán y Buenavista. Su clima es templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial anual de 900 milímetros y temperaturas que oscilan entre 7 y 38 °C (INAFED, 2018).

El municipio de Ziracuaretiro se localiza en la parte central del estado, en las coordenadas 19° 26' de latitud Norte y 101° 55' de longitud Oeste, a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 159.93 km² y representa el 0.27 por ciento del total del estado. Ziracuaretiro limita al norte con Timgambato, al este con Santa Clara, al sur con Taretan, y al oeste con Uruapan; su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,200 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.0 y 37.0 °C (INAFED, 2018).

Los ácaros asociados al arándano se colectaron en dos huertos: a) El huerto “El Coliseo”, ubicado en las coordenadas 19° 17' 59'' N y 102° 19' 34'' O de la localidad de Zirimbo, municipio de Tancítaro, Michoacán. Es un huerto en macrotunel con manejo agronómico bajo un enfoque de manejo integrado, donde se realizan podas fitosanitarias, fertirriego, estimulación foliar y de fruto, control de malezas con acolchado, aplicación de fungicidas y muy pocos insecticidas (Z-Cipermetrina[®] y Imidacloprid[®]). En este huerto, se destaca el uso de extractos vegetales para el manejo de trips, mosca blanca, frailecillo y gusanos defoliadores.

b) Por su parte el huerto denominado “San Felipe” ubicado en las coordenadas 19° 24' 21.51'' N y 101° 57' 10.74'' O de la localidad de El Pedregal, municipio de Ziracuaretiro, Michoacán. Este huerto se encuentra a campo abierto con manejo agronómico convencional, el cual incluye las aplicaciones de nematicidas y de fungicidas preventivos y curativos para el control de enfermedades como la roya o el mildiu. Actualmente no se aplica ningún tipo de insecticida o

acaricidas debido a que dicho huerto no presenta problemas de plagas. Las podas fitosanitarias no son tan frecuentes en este huerto pero se realizan labores de fertilización y estimulación, así como el control de malezas mediante la aplicación de herbicidas y control cultural.

4.1.2 Frambuesa

El municipio de Los Reyes se localiza al oeste del estado, en las coordenadas 19° 35' de latitud Norte y 102° 28' de longitud Oeste, a una altura de 1,300 metros sobre el nivel del mar. Su superficie es de 480.97 km² y representa un 0.81 por ciento del total del estado. Limita al norte con Tingüindín, al este con Charapan y Uruapan, al sur con Peribán y el estado de Jalisco, y al oeste con Tocuambo. El clima de este municipio es templado y en algunas partes tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 900 milímetros y temperaturas que oscilan de 15.6 a 31.6 °C (INAFED, 2018).

El municipio de Madero se localiza al este del estado, en las coordenadas 19° 23' de latitud Norte y 101° 17' de longitud Oeste, a una altura de 2,180 metros sobre el nivel del mar. Su superficie es de 1,018.76 km² y representa un 1.73 por ciento del total del estado. Limita al norte con Morelia, al este con Tzitzio y Tiquicheo, al sur con Carácuaro y Nocupétaro, y al oeste con Tacámbaro y Acuitzio. El clima es templado, con lluvias en verano y en algunas partes tropical. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,654.5 milímetros y temperaturas que oscilan de 7.5 a 23.9 °C (INAFED, 2018).

Los ácaros asociados a la frambuesa se colectaron en dos huertos: a) Huerto “San Sebastián”, ubicado en las coordenadas 19° 33'50.1” N y 102° 29'18.9” O de la localidad de San Sebastián, municipio de Los Reyes, Michoacán. Es un huerto en macrotunel con manejo agronómico bajo un enfoque de manejo integrado, donde se realizan actividades de fertirriego, podas, estimulación foliar y de fruto, control de malezas, aplicación de fungicidas. Así mismo, destaca el control de plagas mediante la implementación de control biológico mediante liberaciones de *P. persimilis*, *N. californicus*, *A. swirskii* y *Orius leavigatus*, control etológico (trampas amarillas pegajosas, trampas de vinagre y trampas con agua y melaza) y control biorracional (uso de extractos botánicos) para el manejo de ácaros, trips, mosca del vinagre de alas manchadas, frailecillo y gusanos defoliadores.

b) Huerto “Villa”, ubicado en las coordenadas 19° 25'00.8” Norte y longitud 101° 17' 04.8” Oeste de la localidad de Villa Madero, municipio de Madero, Michoacán. El manejo que se llevó en el huerto de esta localidad fue convencional con aplicaciones de insecticidas y acaricidas para el control de trips y ácaros, al igual que fungicidas preventivos y curativos para el control de enfermedades, así como labores para el control de malezas. También se realizaron actividades de fertilización, podas y estimulación foliar y de fruto.

4.2 Recolecta

Los muestreos se realizaron con una periodicidad mensual a partir de octubre de 2018 a septiembre de 2019. En cada una de las recolectas, se tomaron 30 muestras de material vegetativo (hojas, flores y frutos) por huerto para arándano y 40 muestras para frambuesa, de acuerdo con la fórmula de tamaño de muestra de Cochran (1977). Las plantas muestreadas se eligieron de manera aleatoria (utilizando un sistema de coordenadas X y Y), en cada punto seleccionado se colocó un marco de madera de 1 m² sobre la superficie del suelo y a su vez dentro de este se colocó en el extremo superior izquierdo un marco de 20 cm² para el caso de la frambuesa y de 10 cm² para arándano en el centro del marco de 1 m² (Fig. 1). El material vegetativo que se encontraba dentro de dicho marco representó la unidad experimental.



Figura 1. Recolecta de muestras mediante el método de recolecta directa.

Las muestras se tomaron mediante el método de recolecta directa de acuerdo a lo propuesto por Walter y Krantz (2009), para lo cual el material vegetal se cortó con ayuda de una tijera de podar

y se colocaron en bolsas de polietileno con cierre hermético dentro de una hielera para ser transportados al laboratorio, en donde se almacenaron a 4 °C hasta su procesamiento.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la siguiente fórmula de acuerdo con Cochran (1977):

$$= \frac{22\alpha(2), (n-1)}{2}$$

Dónde:

n = Número de muestras

S² = Varianza, se obtuvo de los datos de la diversidad de morfoespecies obtenidas en el muestreo piloto

t = Nivel de confianza, calculado en la función de Excel “Inv.T.2C (α , n-1)” en donde α es el nivel de significancia (0.05) y n-1 son los grados de libertad. *t* se puede obtener también a partir de la Tabla de t-Student.

d = Margen de error

Lo de $\alpha(2)$ (n-1) se expresa en la fórmula para indicar el cálculo de *t*, por lo tanto, la fórmula queda así:

$$= \frac{22}{2}$$

En el laboratorio, el material vegetativo se colocó sobre un vidrio de reloj de 90 mm de diámetro y se observó con ayuda de un microscopio estereoscópico (C-PS, Nikon Instruments Inc.®), los ácaros observados se contabilizaron y se anotaron en una bitácora, y a su vez se colocaron en preparaciones fijas (montaje) en porta y cubreobjetos según lo propuesto por Walter y Krantz, (2009), o bien se colocaron en alcohol al 70 % hasta su preparación (Anexo 1).

4.3 Identificación de ácaros

La identificación de los ácaros se realizó con ayuda de las claves taxonómicas de Nappo (2014) para Tetranychidae, Denmark *et al.* (1999) para Phytoseiidae, Lindquist (1986) para

Tarsonemidae, Beard *et al.* (2015) para Tenuipalpidae, Andre (1980) para Tydeidae y Hughes (1976) para Acaridae.

Las fotografías se tomaron con un microscopio de la marca (Leica®) y una cámara DM 1000.

4.4 Análisis de datos

4.4.1 Abundancia relativa

Se calculó la abundancia relativa (AR) de los taxones registrados en cada uno de los huertos revisados. El cálculo se realizó mediante la fórmula:

$$R = \frac{n_i}{N} 100$$

Donde

n_i = es la cantidad de ejemplares de la especie i ésima (fitófagos, depredadores, de otros hábitos o por familia)

N = es el total de ácaros encontrados

4.4.2 Estimación de riqueza

Se realizó una estimación de riqueza por familia y por especie con los estimadores de Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 descritos por Burnham y Overton (1979), los cuales no asumen ningún modelo de abundancia de especies (Magurran, 2004) y utilizan datos de presencia-ausencia (Chao, 1984; Leitner y Turner, 2001; Chao *et al.*, 2005).

De igual manera se calculó la rarefacción (Vásquez-García, 2008), a través de la fórmula:

$$O = \sum - \frac{-/}{/}$$

Dónde:

$E(S)$ = Número esperado de especies

N = Número total de individuos en la muestra

N_i = Número de individuos de la i ésima especie

N = Tamaño de muestra estandarizado

Se calculó Chao 2 a través de la expresión:

$$= + \frac{L^2}{M}$$

Dónde: **L** = Número de especies que ocurren en una muestra; y **M** = Número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

Se calculó Jackknife 1 a través de la expresión:

$$= + \frac{L^2}{M}$$

Dónde: **L** = Número de especies que ocurren en una muestra; y **M** = Número de muestras.

4.5 Análisis de correlación

Se realizó un análisis de correlación simple entre el número de ácaros de la familia Tetranychidae y las variables de temperatura (T) y humedad relativa (HR) con el paquete IBM SPSS Statistics versión 21 (Chicago, IL).

4.6 Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos de temperatura y humedad relativa se obtuvieron de la base en línea de la Asociación de Productores y Empacadores de Aguacate de México A. C.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En total se recolectaron 11,369 ácaros (6043 ♀, 762 ♂, 3645 ninfas y 919 larvas, Anexo 2) de tres órdenes, siete familias y 20 especies (Cuadro 9). Del total de ácaros, el 75 % (n = 8,555), 24 % (n = 2,716), 0.55 % (n = 63) y < 0.5% (n = 35) correspondieron a los municipios de Los Reyes, Madero, Tancítaro y Ziracuaretiro, respectivamente. En relación al tipo de cultivo, el 99.13 % (n = 11,271) de los ácaros se recolectaron en frambuesa y sólo el 0.86 % en arándano. La familia Tetranychidae fue la más abundante con 10,645 ácaros, seguido por las familias Phytoseiidae (n = 661), Acaridae (n = 33), Tarsonemidae (n = 15), Tenuipalpidae (n = 10), Tydeidae (n= 4) y sólo un ejemplar de Iolinidae. Las especies *Tetranychus ludeni* y *T. urticae* fueron las más abundantes del total de ácaros identificados, pero sólo se recolectaron sobre frambuesa en los municipios de Los Reyes (69.83 %) y Madero (23.42 %), respectivamente (Cuadro 9). El siguiente grupo más abundante estuvo comprendido por organismos depredadores como son *P. persimilis*, *Neoseiulus* sp. y *N. californicus* (rango de 1.09 a 2.91 %), todas ellas colectadas nuevamente sobre frambuesa y en el municipio de Los Reyes. El resto de las especies identificadas comprendieron un rango de abundancia de entre 0.009 y 0.246 %, considerando ambos cultivos y los cuatro municipios muestreados (Cuadro 9). Es importante señalar que, en el cultivo de arándano en la localidad de Ziracuaretiro, no se colectó ningún espécimen que sea estrictamente fitófago, lo cual es poco común en el cultivo de las berries; mientras que en Tancítaro sí se recolectaron ejemplares de Tetranychidae, pero del género *Allonychus*, poco común en el cultivo puesto que de esta familia sólo se tienen registros de los géneros *Bryobia* Koch, *Eotetranychus* Banks y *Panonychus* Yocoyama asociados a él (Baker y Cowley, 1989; Bucio-Soto *et al.*, 2016).

Algunos de los organismos colectados sólo se determinaron hasta familia, ya sea por la falta de más ejemplares para lograr su identificación, o bien, debido a que la importancia que estos generan dentro de los agroecosistemas es menor. Tal es el caso de la familia Iolinidae la cual está conformada por organismos de vida libre que viven en el suelo o plantas, por lo que es probable que debido al hábito rastrero que tiene la frambuesa pueda moverse entre estos hábitats. Otra familia es Tydeidae la cual pese a ser considerada por algunos autores como fitófaga, aún no se tiene bien definido el papel que juega dentro de los cultivos, pero evidentemente en los cultivos muestreados no causa daños (Ayala-Ortega, 2017).

Cuadro 10. Especies de ácaros colectadas en huertos de frambuesa y arándano en cuatro localidades del estado de Michoacán.

Cultivo	Localidad	Orden	Familia	Especie	No.	%
Frambuesa	Los Reyes	Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	117	1.029
				<i>Neoseiulus</i> sp.	331	2.911
				<i>Neoseiulus californicus</i>	124	1.09
				<i>Typlodromips krantzi</i>	4	0.035
				<i>Euseius hibisci</i>	2	0.018
				<i>Euseius mesembrinus</i>	1	0.009
		Trombidiformes	Tetranychidae	<i>Tetranychus ludeni</i>	7940	69.83
			Tarsonemidae	<i>Tarsonemus stammeri</i>	1	0.009
				<i>Dendroptus</i> sp.	1	0.009
			Iolinidae	Sin determinar	1	0.009
	Madero	Sarcoptiformes	Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	33	0.291
		Trombidiformes	Mesostigmata	Phytoseiidae	36	0.319
				Tarsonemidae	6	0.052
				Tenuipalpidae	6	0.052
				Tetranychidae	2,663	23.423
Arándano	Tancítaro	Trombidiformes	Tydeidae	Sin determinar	4	0.035
			Sarcoptiformes	Acaridae	1	0.009
			Mesostigmata	Phytoseiidae	18	0.158
	Ziracuaretiro	Trombidiformes		<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	4	0.035
				<i>Brevipalpus</i> sp.	41	0.36
				<i>Allonychus</i> sp.	28	0.246
				<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	28	0.246
				<i>Tarsonemus</i> sp.	7	0.062

5.1 Tratado taxonómico por especie

5.1.1 Familia Phytoseiidae Berlese, 1916

Euseius hibisci (Chant, 1959)

Caracteres diagnósticos: Placa dorsal ovalada; seda R1 y r3 insertada en la cutícula, fuera de la placa dorsal; s4 1.1–2.5 veces más larga que z4; Z5 como máximo 4.0 veces más grande que j6 y como máximo 3.8 veces más que J2; z4 al menos 1.2 veces más larga que z2. El peritrema se extiende casi hasta el nivel de j3; región opistosomal reticulada en la placa dorsal (Fig. 5A). Placa esternal cuadrada con margen posterior recto y con tres pares de sedas. Placa genital truncada posteriormente. Placa ventrianal en forma de jarro, con tres pares de sedas preanales alineadas (Fig. 2C). Quelíceros cortos en forma de pinzas. Pata IV con tres macrosedas, con punta afilada (Fig. 2B). Espermateca con cáliz tubular (Denmark *et al.*, 1999).



Figura 2. *Euseius hibisci* A. Ornamentación opistosomal de la placa dorsal; B. Macrosedas de pata IV puntegudas; C. Placa ventrianal y sedas preanales.

El género *Euseius* De León se encuentra dentro del tipo de alimentación IV, caracterizado por alimentarse principalmente de polen y algunos microartrópodos (McMurtry y Croft, 1997). La especie *E. hibisci* se ha registrado en por lo menos 14 países, dentro de los cuales se encuentra México, lugar donde se describió sobre *Hibiscus* sp. (Demite *et al.*, 2015). Esta especie tiene en Norteamérica una gran importancia ecológica debido a su amplia distribución, su abundancia y el gran rango de plantas hospederas con las que cuenta (Demite *et al.*, 2015). Por su parte se tiene registro de su presencia en el estado de Michoacán, sitio en el cual es frecuente encontrarla asociado al cultivo de aguacate (Estrada *et al.*, 2002). Durante la investigación solo se colectaron dos especímenes sobre frambuesa, los cuales corresponden a la localidad de Los Reyes. Su bajo número se pudo haber debido a la competencia interespecífica con otros fitoseídos (Rasmy *et al.*, 2004; Ji *et al.*, 2015).

***Euseius mesembrinus* (Dean, 1957)**

Caracteres diagnósticos: Placa dorsal ovalada, sin reticulación en región opistosomal; seda R1 insertada en la cutícula, fuera la placa dorsal; s4 1.1–2.5 veces más larga que z4 (Figura 3B). Cérvix tubular alargado (Fig. 3D). Placa esternal cuadrada con margen posterior recto y con tres pares de sedas. Placa genital truncada posteriormente. Placa ventrianal en forma de jarro, con tres pares de sedas preanales alineadas (Fig. 3A). Quelíceros cortos en forma de pinzas. Macrosedas de la pata IV expandidas distalmente (Fig. 3C); macrosedas de tibia IV claramente más cortas que las de la genua y tarso. Sedas j3 y s4 como máximo 25 µm de largo (Denmark *et al.*, 1999).

Euseius mesembrinus es un ácaro depredador el cual ha sido estudiado como un eficiente controlador de algunas especies de Tetranychidae plaga como *Eutetranychus banksi* (McGregor) y de Tenuiplapidae como *Brevipalpus californicus* (Banks) (Hernández, 1993; Landeros *et al.*, 2004). De esta especie solo se colectó un ejemplar sobre frambuesa en Los Reyes, su esto pudo haberse debido a lo mencionado por Ramsi *et al.* (2004) y Ji *et al.* (2015), y las liberaciones de *P. persimilis* y *N. californicus* significaron una fuerte competencia. Esta es la primera vez que se asocia a esta especie con el cultivo de frambuesa.

.



Figura 3. *Euseius mesembrinus* A. Placa ventrianal y sedas preanales; B. Seda sorsales; C. Macrosedas de pata IV con punta extendida; D-Cérvix tubular de espermateca.

***Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954)**

Caracteres diagnósticos: Placa dorsal, esternal y ventrianal fuertemente reticuladas (Fig. 4B y C); placa esternal ligeramente más larga que ancha; placa ventrianal en forma de escudo; seda J6 alcanzando solo la mitad o menos de la incrustación de la seda j2. Espermateca de tipo sacular, con cérvix no extendido (Fig. 4A). Patas I-III sin macrosedas; pata IV con macroseda; Z4 aserrada y Z5 aserradas. S4 y S5 subiguales y sedas S marcadamente más largas que J5 (Denmark *et al.*, 1999).



Figura 4. *Neoseiulus californicus*. A. Espermateca; B. Placa ventrianal; C. Placa dorsal, quetotaxia y ornamentación.

Neoseiulus californicus es un ácaro depredador que se alimenta especialmente de ácaros de la familia Tetranychidae y es ampliamente utilizada en el control biológico en diversos países y cultivos. Existen diversos reportes de esta especie asociada al cultivo de las berries, Barbar *et al.* (2005) la reportaron sobre especies silvestres de *Rubus* en Francia, Ayala-Ortega (2017) la registró en huertos de *Rubus fruticosus* var. *tupy* en México y Marchetti y Juárez-Ferla (2011) sobre zarzamora cultivada en Brasil; sin embargo, no se había registrado anteriormente sobre el cultivo de frambuesa. Durante la investigación esta fue la segunda especie más abundante de Phytoseiidae, con un total de 124 individuos colectados: es importante señalar que esta especie junto con *P. persimilis* y *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) fueron liberadas por el productor como medida de control, por lo que era de esperarse su presencia.

***Neoseiulus* sp.**

Caracteres diagnósticos: Placa dorsal ovalada, no reticulada. Todas las sedas lisas a excepción de Z4 y Z5 que son aserradas. Sedas dorsolaterales más grandes que las dorsocentrales, a excepción de S5 que es subigual a las dorsocentrales (Fig. 5A). Placa peritremal y placa dorsal fusionadas en la parte anterior, peritremas extendidos hasta el nivel de j1. Placa esternal más o menos cuadrada, con tres pares de sedas. Placa genital angosta. Placa ventrianal lisa con una ligera “cintura” debajo del nivel de JV2, con tres pares de sedas preanales. Sedas ventrales ZV1 y JV4 subiguales; ZV3 más pequeña y JV5 más grande. Cáliz fundibular, alargado. Dedo móvil tridentado, con una región lisa en la parte distal; dedo fijo con siete dientes (Fig. 5C). Sin macrosedas de patas I-III, genua y basitarso de pata IV con macroseda, lisas y puntiagudas (Fig. 5B) (Denmark *et al.*, 1999).



Figura 5. *Neoseiulus* sp. A. Placa dorsal y quetotaxia; B. Macrosedas de pata IV; C. Denticulaciones del dedo fijo.

Neuseiulus sp. fue la especie de Phytoseiidae más abundante en toda la investigación (331 ejemplares), se colectó sobre frambuesa en la localidad de Los Reyes y fue muy abundante durante la mayoría de los meses en que se colectó.

Es importante señalar que, aunque el productor realizó liberaciones de un producto comercial en donde se mencionaba que la especie que se vendía era *A. swirskii* esta especie nunca apareció en los muestreos. Dadas las circunstancias, se descartó una posible confusión en la identificación entre *Neuseiulus* sp. y *A. swirskii*, debido a que estas dos especies difieren en varias características morfológicas: para *A. swirskii*, el dígito fijo posee nueve dientes, cáliz corto en forma de copa, macrosedas en genua de patas I-III y en genua, tibia y tarso de pata IV y una relación Z5/S4 igual a 12.2 (Zannou *et al.*, 2007; Zannou y Hanna, 2011); mientras que *Neoseiulus* sp. únicamente tiene siete dientes, el cáliz es fundibular y alargado, con macrosedas únicamente en la genua y tarso de la pata IV, y la relación Z5/S4 igual a 2.5 (Denmark *et al.*, 1999).

Debido a las diferencias evidentes que existen entre estas dos especies se proponen tres hipótesis, la primera es que los fitoseídos murieron antes o inmediatamente después de su liberación debido a cambios de temperatura y humedad, aumento en la concentración de CO₂ y/o exposición directa al sol, como lo comenta Allen (2009); la segunda, que el producto ofrecido al agricultor no fue identificado correctamente y se trate de *Neuseiulus* sp.; y la tercera es que sea una estrategia de la empresa.

***Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, 1957**

Caracteres diagnósticos: Sedas J2 y J1 ausentes. Seda j5 presente. Seda Z1 y Z4 presente. Seda S4ausente. Sedas j5, s4, Z1, Z4 y Z5 aserradas y muy alargadas. Tres macrosedas en la pata IV. Placa ventrianal sin o con un par de sedas y sin seda preanal (Fig. 6) (Denmark *et al.*, 1999).



Figura 6. *Phytoseiulus persimilis*. A. Sedas dorsales. B. Espermodactilo. C. Espermateca.

P. persimilis es un ácaro de la familia Phytoseiidae, depredador de ácaros de la familia Tetranychidae especialmente de *T. urticae*. Este ácaro se caracteriza por encontrar los daños en las hojas causados por *T. urticae* así localizando rápidamente las colonias de este. Se ha comprobado de su eficiencia en invernadero en el cultivo de fresa donde tuvo un control totalmente exitoso en España (Radványi *et al.*, 2014). Esta especie fue una de las liberadas por el productor en el cultivo de frambuesa en Los Reyes, por lo que era de esperarse que estuviera presente; en total se colectaron 117 ejemplares y fue la tercera especie más abundante de esta familia.

***Typhlodromalus peregrinus* (Muma, 1955)**

Caracteres diagnósticos: Espermateca no es corta sacular Z4 es la mitad de larga que Z5. Seda dorsal no espatulada. Placa dorsal al menos parcialmente reticulada. Seda r3 y R1 localizadas en la placa dorsal. Seda Z5 y St IV aproximadamente 70 (Fig. 7) (Denmark *et al.*, 1999).

Typhlodromalus peregrinus es por excelencia depredadora y se alimenta principalmente de tetránidos, aunque en ocasiones puede ser generalista, pudiendo comer polen y algunos micro

artrópodos. *T. peregrinus* se ha encontrado sobre chicozapote (*Achras zapota* (L.) P. Royen: Sapotaceae) y tronadora (*Tecoma stans* (L.) Juss. Ex Kunth: Bignoniaceae), en Chiapas; fresa (*Fragaria × ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier: Rosaceae) en Guanajuato y estado de México; cítricos, en Nuevo León; algodóncillo (*Asclepias curassavica* L.: Apocynaceae) en San Luis Potosí; bonebract (*Sclerocarpus* sp.: Asteraceae) cuárana (*Cupania macrophylla* A. Rich: Sapindaceae), madre de cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.: Fabaceae), palo mulato (*Bursera simaruba* (L.) Sarg: Burseraceae), árbol de coral (*Erythrina* sp.: Fabaceae), jiniculle (*Inga* sp.: Fabaceae), barrenillo (*Waltheria brevipes* Turcz: Sterculiaceae) y (*Rhynchanthera mexicana* DC.: Melastomataceae) en Veracruz; pepino (*Cucumis sativus* L.: Cucurbitaceae) en Morelos y una planta sin especificar, en Tabasco (Pérez y Marco, 2011). Durante la investigación esta especie se colectó en el cultivo de arándano tanto en Ziracuaretiro como en Tancitaro con 28 y 18 ejemplares respectivamente. Esta especie ya había sido registrada en este cultivo con anterioridad en el estado de Michoacán (Bucio, 2016).



Figura 7. *Typlodromalus peregrinus* (Muma). A. Hembra vista dorsal; B. Espermateca. C. Macrosedas de la pata IV.

***Amblyseius krantzi* (Chant, 1959)**

Caracteres diagnósticos: Placa dorsal ovalada y lisa. Sedas s4, Z4, Z5 mucho más largas que otras, j1 y j3 medias; el resto muy corto. Sedas dorsales lisas, excepto Z5 aserradas. Seda j3 más larga que la distancia desde su base a la base de z2. Placa esternal con tres pares de setas (St1-St3). Placa genital con un par de sedas. Placa ventrianal con forma de jarrón y lisa; con tres pares de sedas preanales. Poros anales grandes, en forma de media luna, alineados transversalmente y estrechamente asociados con las setas JV2. Quelíceros de tamaño normal, dedo fijo con ocho dientes y dedo móvil con tres. Espermateca en forma de copa con cérvix cortó. Peritremas largos, que se extienden más allá de las bases de las setas j1. Pata IV con tres macrosetas puntiagudas y lisas: la más larga en el basitarso y la genua, y más corta en la tibia (Fig. 8) (Denmark *et al.*, 1999).

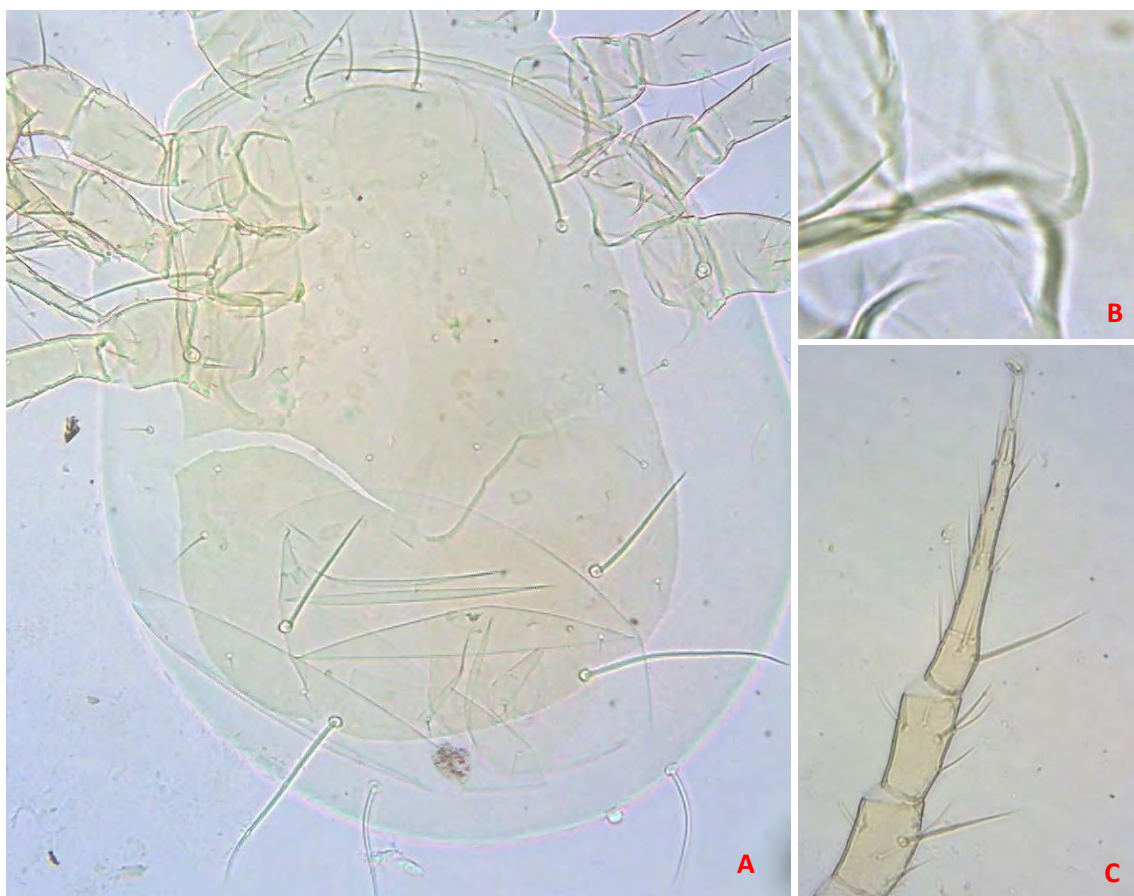


Figura 8. *Amblyseius krantzi*. A. Placa dorsal; B. Espermateca; C. Macrosedas en pata IV.

Amblyseius krantzi es un fitoseído nativo de la región Paleártica y Neártica; sin embargo, en México no existen reportes que comprueben su presencia. Esta especie nunca se ha encontrado asociada a ninguna especie de *Rubus*. Durante la investigación se colectaron cuatro ejemplares en frambuesa en Los Reyes, esta es la primera vez que se asocia esta especie con *R. idaeus*, así como también es la primera vez que se colecta en México.

5.1.2 Familia Tarsonemidae Kramer, 1877

***Dendroptus* sp.**

Caracteres diagnósticos: Idiosoma ovalado, con sedas idiosomales dorsales lisas. Hembra con lóbulo caudoventral más ancho que largo y redondeado distalmente; con dos pares de sedas coxales metapodosomales y tres sedas en el fémur I (Lindquist, 1986).

Lindquist (1986) menciona que organismos del género *Dendroptus* fueron localizados en agallas de hojas y alrededor de la abertura de estas, las cuales son producidas por *Aceria cephalonea* (Nalepa) y *A. macrochela* (Nalepa) (Acari: Eriophyidae). El autor sugiere que *Dendroptus* se alimentan de los erineos formados por los eriófidos o incluso de sus huevos. Este género no ha sido reportado sobre *Rubus* spp. y en la presente investigación sólo se encontró un individuo.

***Tarsonemus* sp.**

Caracteres diagnósticos: El tarso I generalmente termina en una garra curvada, los tarsos II y III en una garra bífida, mientras que el tarso IV es diferente según el sexo, el tarso IV de la hembra termina en dos largas setas de diferente longitud; pata IV del macho encorvado hacia adentro formando un ángulo agudo (Lindquist, 1986).

Son ácaros de hábitos diversos, aunque algunos pueden llegar ser plaga como en el cultivo de ciclamen en donde se alimentan de los tejidos la planta, en la cual vacían el contenido de las células superficiales y segregan sustancias responsables de la aparición de desorden de crecimiento en las células vegetales, y por consiguiente malformaciones en flores y hojas (Cyclamen, 2019). Se colectaron 15 ejemplares de este género, tanto en frambuesa, en Los Reyes (1) y en Madero (7), como en arándano en Ziracuaretiro (7).

5.1.3 Familia Tenuipalpidae Berlese, 1913

Brevipalpus sp.

Caracteres diagnósticos. Prodorso. La cutícula central presentó fuertes areolas; la sublateral con reticulaciones formando grandes celdas, débilmente reticulada en la parte anterior. Opistosoma. c1-c1 a d1-d1 con cutícula suave y débilmente reticulada; d1-d1 a e1-e1 con cutícula débilmente reticulada o arrugada; e1-e1 a h1-h1 con cutícula con una serie de pliegues en forma de V debilitándose hacia h1-h1; con cutícula sublateral reticulada con celdas regulares, celdas longitudinalmente alargadas hacia h1-h1 (Fig. 9) (Beard *et al.*, 2015)

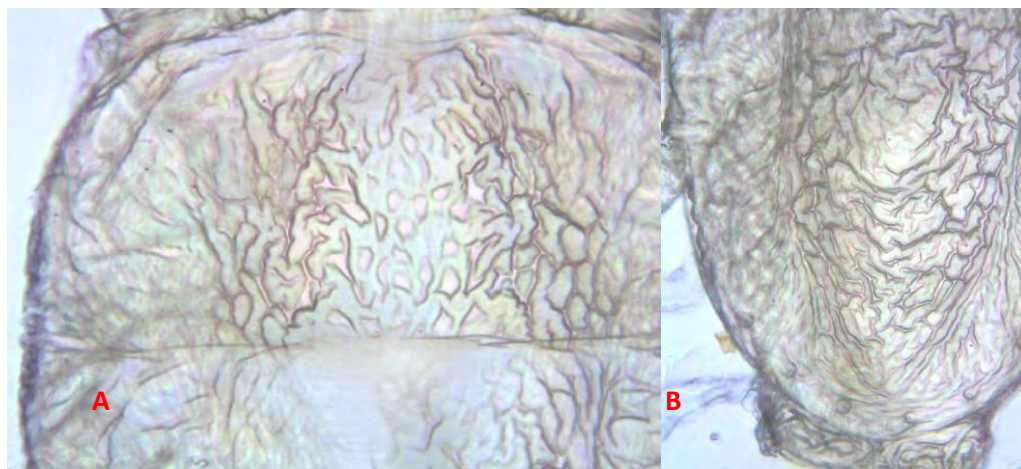


Figura 9. *Brevipalpus* sp. A. Reticulación del prodorso, B. opistosoma dorsal posterior.

El género *Brevipalpus* es uno de los más importante en la agricultura, debido a que son plagas en diversos cultivos en donde pueden ocasionar daños directos, pero de igual manera puede ser vectores de algunos patógenos como hongos y virus (Quirós *et al.*, 2005). Este género cuenta con especies como *B. phoenicis* (Geijskes), *B. californicus* (Banks) y *B. obovatus* (Donnadieu), las cuales conforman un complejo de especies que son vectores del virus de la “Leprosis de los Cítricos”, principal problema fitosanitario que se presenta en los cultivos de cítricos en algunas zonas de México (Méndez-Méndez *et al.*, 2012). Durante la investigación esta especie se colectó en frambuesa en la localidad de Madero, aunque solo se encontraron seis individuos. Especies de este género, anteriormente ya se había asociado a otras berries en la región, tal es el caso *Brevipalpus yothersi* la cual se colectó en Michoacán sobre zarzamora (Ayala-Ortega, 2017).

5.1.4 Familia Tetranychidae Donnadieu, 1875

Allonychus sp.

Caracteres diagnósticos: Presenta dos pares de setas paranales (h2-h3) y dos pares de setas anales; 10 pares de setas opistosomales. Empodio en forma de garra (espolón mediodorsal) con un par de sedas dorsales diminutas y cuatro pares de pelos proximoventrales de longitud variable, pero algunos son más largos que la garra y en ángulos inferiores a la garra. Además de dos pares de setas dúplex ampliamente separadas en el tarso I (Tuttle y Baker, 1968).

Las especies del género *Allonychus* son plagas potenciales de los cultivos agrícolas; se tiene registro de *A. brasiliensis* (McGregor) atacando plátano (*Musa × paradisiaca*; L.) en Nicaragua, membrillo (*Cydonia oblonga*; Miller) y pera (*Pyrus communis*; L.) en Brasil y hierba de búfalo (*Buchloe dactyloides*, (Nutt.) Engelm) en Australia (Jeppson *et al.*, 1975). *Allonychus* sp. fue la única especie de Tetranychidae asociadas a arándano durante la investigación; de esta especie se colectaron 41 ejemplares en la localidad de Tancítaro sin llegar a ser de importancia económica para el cultivo, ya que sus daños no fueron evidentes.

Tetranychus urticae Koch, 1836

Caracteres diagnósticos: Hembra con estrías dorsales entre las setas e1-f1 creando una forma de diamante, estrías longitudinales y/o oblicuas entre las sedas e1-e1 y entre las sedas f1-f1, y estrías transversales en el área central entre las sedas e1 y f1. Estrías pregenitales de la hembra generalmente enteras, aunque algunas veces débiles o escasas. Tarso I con los alveolos (base) de las cuatro sedas táctiles más próximas insertadas de manera próxima al alveolo del par proximal de sedas dobles, aunque algunos especímenes pueden tener 1-2 sedas montadas; el empodio de la hembra I-IV con espolón o con uno pequeño, empodio I-II del macho con espolones más largos. Edeago con punta distinta, la cual es casi paralela a su astil; la proyección posterior de la punta 0.6 veces menor a el ancho de su cuello (Fig. 10); margen dorsal de su punta en forma convexa, y suavemente redonda o en forma de ángulo; la punta presenta una proyección posterior más pequeña, la cual es más corta que el ancho de su cuello, y su margen

dorsal es redondeada o angular. Las hembras recolectadas en el verano son de color verde, amarillo o rojo (NAPPO, 2014).



Figura 10. Edeago de *Tetranychus urticae*.

Es un ácaro fitófago comúnmente conocido como araña roja, tiene un alto potencial reproductivo, ciclo biológico corto y una gran capacidad de dispersión (Argolo, 2012). Es una plaga cosmopolita y polífaga que ataca a numerosos cultivos de importancia económica, como los cultivos hortícolas, extensivos, cítricos, vid, frutales y ornamentales (De Moraes y Flechtmann, 2008). Se ha considerado desde hace mucho tiempo que es la especie asociado a la zarzamora y otras berries en Michoacán (Ayala-Ortega, 2017). Esta especie fue colectada en frambuesa en la localidad de Villa Madero, dicha especie fue la más abundante en este sitio, en total se colectaron 2,663 ejemplares.

***Tetranychus ludeni* Zacher, 1913**

Caracteres diagnósticos: Además de las características que comparte con *T. urticae*, se puede observar el edeago con una angulación posterior y una proyección anterior pequeña y puntiaguda (Fig. 14) (Fig. 11) (NAPPO, 2014).

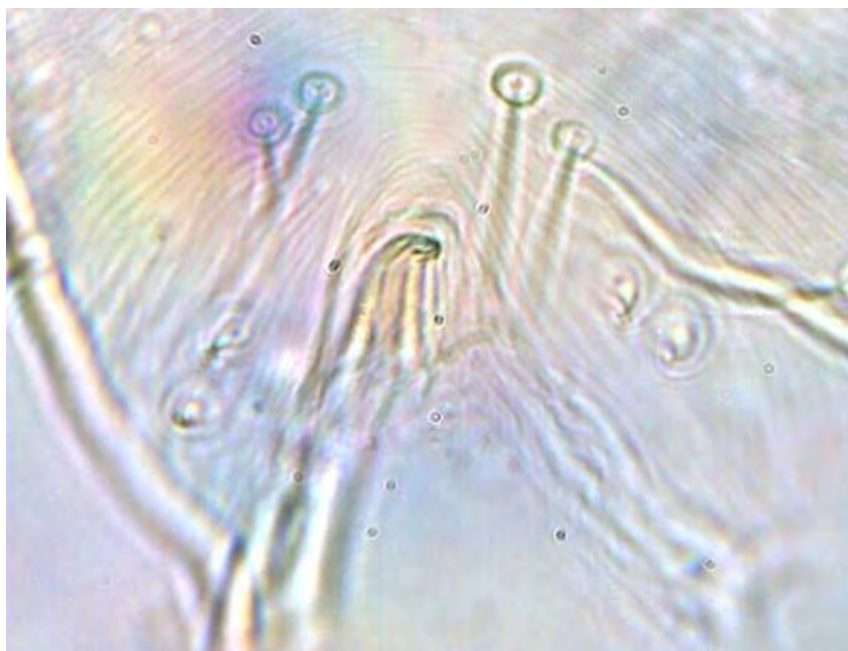


Figura 11. Edeago de *Tetranychus ludeni*.

Tetranychus ludeni es una plaga cosmopolita que se encuentra en un gran número de cultivos y países, entre las familias de plantas más importantes que se encuentran asociadas a esta especie podemos encontrar a Caricaceae, Cucurbitaceae, Leguminosae, Malvaceae, Musaceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Poaceae, Rosaceae, Rutaceae y Solanaceae (Gupta y Gupta, 1994; Ohno *et al.*, 2010; Vacante, 2010; Seeman y Beard, 2011; Ben-David *et al.*, 2013). En México, *T. ludeni* se registró en el cultivo de zarzamora en Michoacán y Jalisco, en donde se menciona que es la especie más abundante asociada a dicho cultivo, esto a pesar que durante mucho tiempo se consideró a *T. urticae* como la especie de ácaros más importante asociada a zarzamora (Ayala-Ortega, 2017). Durante la investigación esta especie fue la más abundante y se colectó tanto en Los Reyes, en donde se encontraron 7,940 ejemplares, es decir, casi el 70 % del total de ácaros colectados.

5.1.5 Familia Acaridae

Tyrophagus putrescentiae (Schrank, 1781)

Caracteres diagnósticos: Las setas verticales internas (VI) se proyectan por delante de los quelíceros y al igual que las verticales externas (VE) están ligeramente pectinadas. Las setas escapulares internas y externas (SC I y SC E) son más largas que el propodosoma, siendo a su vez SC más corta que SC I. La seta supracoxal (SC X) es ramificada y con una extensa base de la que se van proyectando escalonadamente ramificaciones que la hacen más fina. Manchas oculares presentes. Pene en forma de S (Hughes, 1976).

A pesar de ser conocido como un ácaro del polvo, *T. putrescentiae* ha sido reportado causando daños en tallos de soya en condiciones de campo, lo que es raro ya que sólo se había reportado causando daños en productos almacenados (Oliveira *et al.*, 2007; Zannou *et al.*, 2013). Marchetti y Juárez-Ferla (2011) reportaron esta especie sobre *R. fruticosus* en Brasil, pero sin ocasionar ningún tipo de daño. En la frambuesa se observó una situación similar, ya que no se asoció ninguno, por lo que se sugiere que tiene otra fuente de alimentación como el micelio de hongos o materia orgánica.

5.2 Fluctuación poblacional de ácaros en el cultivo de frambuesa

5.2.1 Los Reyes

En el municipio de Los Reyes se recolectó la mayor diversidad y abundancia de ácaros sobre frambuesa comparado con Villa Madero. La especie fitófaga de mayor abundancia para el primer municipio fue *T. ludeni* (Tetranychidae). La presencia de esta especie sobre este cultivo es relevante puesto que es una plaga polífaga de importancia económica y de amplia distribución (Arimoto, *et al.*, 2013; Beyzavi *et al.*, 2013).

La presencia de *T. ludeni* también fue reportada por Pamatz (2019) sobre cultivo de frambuesa en el estado de Michoacán, en dicho estudio la mayor incidencia se observó en los meses de abril y mayo de 2018. En otros cultivos de berries se registró causando daños en zarzamora en los municipios de Ziracuaretiro y Tacámbaro (Ayala-Ortega, 2017). En ambos municipios, los

autores reportan que *T. ludeni* presentó su pico más alto en el mes de marzo con un promedio de 39 ácaros por muestra, mientras que, en el resto de los muestreos, realizados en un ciclo anual, los promedios se encontraron por debajo de 15 ácaros por muestra.

En el presente estudio, en el mes de noviembre se observó una drástica reducción de este ácaro; sin embargo, en los tres meses subsecuentes, diciembre, enero y febrero se registró la mayor abundancia (2,651 y 3,096 y 975 ejemplares, respectivamente). En el municipio de Ecuandureo, Michoacán Valerio-Salgado *et al.* (2019) reportaron a *T. ludeni* presente en febrero y marzo de 2017, siempre junto a *T. urticae* sobre las hojas de plantas de fresa.

La reducción de *T. ludeni* observada en este estudio en el mes de noviembre y, a partir de febrero, coincidió con el incremento poblacional y el mayor pico de abundancia de los ácaros de la familia Phytoseiidae, especialmente en los meses de enero y febrero, en donde se recolectaron más de 100 ejemplares. En el resto de los meses, las poblaciones se encontraron por debajo de 15 ácaros por recolecta (Fig. 12A).

Chávez *et al.* (2017) señalan que en la medida en que aumenta la población de los ácaros fitófagos, se tiene un incremento de la población de los ácaros depredadores como respuesta a la disponibilidad de alimento y posteriormente una disminución en la población de fitófagos. Esto fue claramente observado en el presente estudio, en donde la mayor abundancia de los fitoséidos coincidió con la disminución de la cantidad recolectada de *T. ludeni* en el mes de febrero.

Es importante señalar que la alta diversidad y abundancia de los ácaros fitoséidos observada en este municipio, puede estar influenciada por las liberaciones masivas que se realizaron de estos ácaros en el transcurso del estudio, ya que algunas de las especies liberadas coinciden con las especies identificadas en el presente estudio (ejemplo, *P. persimilis* y *N. californicus*).

El grupo de ácaros fitoséidos más abundante estuvo comprendido por las especies *P. persimilis*, *Neoseiulus* sp. y *N. californicus* con 117, 331 y 124 ejemplares recolectados, respectivamente. En relación a estas especies, se conoce que los ácaros del género *Phytoseiulus* tienen una alta capacidad reproductiva (Gerson *et al.*, 2003; Ayala-Ortega, 2017) y son depredadores

especializados en ácaros del género *Tetranychus* y algunos *Eotetranychus* (McMurtry y Croft, 1997; Ayala-Ortega, 2017). Estos últimos producen la llamada “red complicada” que es un tipo de telaraña que producen para su protección, desarrollo y reproducción (McMurtry *et al.*, 2013).

Con respecto al género *Neoseiulus*, estos son ácaros depredadores generalistas que se encuentran en espacios confinados en plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas los cuales atacan a cualquier especie de ácaros fitófagos (McMurtry *et al.*, 2013). *N. californicus* también ha sido recolectado en cultivos de fresa en Michoacán, junto con otros fitoséidos registrados por primera vez en México, como también fue el caso de *Amblyseius fragariae* (Kennett), *Neoseiulus inornatus* (Schuster & Pritchard) y *Neoseiulus loxus* (Schuster & Pritchard) para el mismo cultivo (Valerio-Salgado *et al.*, 2019).

En general, los ácaros fitoséidos son depredadores abundantes en los sistemas agrícolas, los cuales son considerados de gran importancia por alimentarse de ácaros fitófagos, saprófagos micófagos, pequeños insectos plaga, melaza, hongos o polen (Pérez y Marco, 2011). La presencia de ácaros depredadores fitoséidos en frutillas es importante, ya que pueden actuar regulando las poblaciones de los propios ácaros tetraniquidos, aunque también puede alimentarse de otras familias como Eriophyidae, Tenuipalpidae y Tarsonemidae, así como de insectos plaga como mosca blanca y trips, además de polen u hongos (McMurtry y Croft, 1997). Al mismo tiempo, algunas especies del género *Phytoseiulus* tienen la capacidad para reproducirse todo el año en zonas tropicales, subtropicales y mediterráneas (Gerson *et al.*, 2003).

La familia Acaridae también estuvo presente, aunque su presencia no superó los tres ejemplares por recolecta, esta familia incluye especies de vida libre que se encuentran en casi todos los hábitats, los cuales se alimentan de todo tipo de sustancias como materia orgánica en descomposición, corteza de árboles, micelio de hongos y nidos (De la Torre Santana, 2013). Esta baja incidencia coincide con los estudios de Ayala-Ortega (2017) en cultivos de zarzamora, en donde a lo largo de un ciclo anual, sólo se recolectaron un máximo de 12 a 14 ejemplares. En contraste, en cultivos de fresa la especie *T. putrescentiae* puede ser muy abundante. Sin embargo, esta abundancia puede deberse a la presencia de micelio de hongo en los frutos de fresa en el campo, alimento preferido de la especie (Valerio-Salgado *et al.*, 2019).

5.2.2 Madero

En el municipio de Madero, los ácaros de la familia Tetranychidae también se encontraron presentes durante todo el año y fue el grupo de mayor abundancia. Sin embargo, a diferencia de Los Reyes, sólo se recolectó a *T. urticae* y se observó que abril y mayo fueron los meses de mayor abundancia en donde se encontraron 727 y 1,117 ácaros, en enero y julio se recolectaron 126 y 267 ejemplares respectivamente.

El resto de los meses, estuvo representado por un máximo de 80 ácaros. En otros estudios, Ayala-Ortega (2017) reportó la presencia conjunta de *T. urticae* y *T. ludeni* en huertos de zarzamora ubicados en los municipios de Tacámbaro y Ziracuaretiro, aunque la especie dominante fue *T. ludeni*. En dicho estudio, ambas especies estuvieron presentes durante un año y presentaron sus mayores poblaciones en la segunda quincena de febrero y todo el mes de marzo en donde incluso se llegó a recolectar un promedio de 183 ácaros por muestra. Este incremento poblacional es distinto a lo observado en el presente estudio, en donde el mayor pico poblacional se observó entre abril y mayo.

Aunque se desconocen las razones por las cuales *T. ludeni* y *T. urticae* no coincidieron en un mismo huerto y municipio, posiblemente puede deberse a las propias adaptaciones de las especies hacia distintas condiciones climáticas. Si bien, el clima de ambos municipios es templado con lluvias en verano, la temperatura media en los meses más fríos es menor en el municipio de Madero comparado con Los Reyes. Esto nos confirma que la diversidad de ácaros puede depender el tipo de planta hospedera, manejo del cultivo y condiciones climáticas como lo menciona Marchetti y Juárez-Ferla (2011).

Tetranychus urticae es una de las plagas más importantes que enfrenta la frambuesa y ha sido también observada sobre este cultivo en Jalisco y Baja California (Monroy-Reyes *et al.*, 2015; Márquez-Chávez *et al.*, 2019). Valerio-Salgado *et al.* (2019) señalaron que *T. urticae* está presente en cultivos de fresa en Michoacán y puede causar graves daños.

En lo que respecta a la familia Phytoseiidae, esta sólo estuvo representada por *Neoseiulus* sp. pero al igual que en Los Reyes, estos ácaros estuvieron presente durante todas las recolectas,

excepto en el mes de diciembre; sin embargo, las poblaciones siempre fueron bajas y no superaron los diez ácaros por recolecta (Fig. 12B). La incidencia natural de *Neoseiulus* sp. en frambuesa es importante, ya que como se mencionó anteriormente, los ácaros de este género pueden alimentarse de distintos ácaros fitófagos, y sus diversas especies son utilizadas como controladores biológicos en varios países y cultivos (McMurtry *et al.*, 2013).

Si bien, la abundancia de *Neoseiulus* sp. fue baja, los datos mostraron que los dos picos poblacionales coincidieron con la mayor abundancia de *T. urticae*, lo que posiblemente indique que este depredador se sincroniza con el incremento de la presa, fenómeno que también se observó en el municipio de Madero y que ha sido documentado en otras especies de fitoséidos en otros frutales como aguacate (*Persea americana*; Mill) (Chávez *et al.*, 2017) y papaya (*Carica papaya*; L.) (Abato-Zárate *et al.*, 2018). Este último autor observó que el incremento poblacional de *Galendromus helveolus* (Chant) coincidió con el incremento del tetrániquido *Eotetranychus lewisi* (McGregor).

Cabe destacar que también se encontraron otros ácaros de las familias Acaridae, Tydeidae y Tarsonemidae; sin embargo, su aparición fue esporádica, debido a sus diversos hábitos alimenticios o quizás a que cayeron de forma accidental en la planta. La presencia de las dos últimas familias también se ha registrado en los cultivos de zarzamora (Ayala-Ortega, 2017) y diversos cultivos de exportación del estado de Michoacán: fresa (*Fragaria* × *ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier: Rosaceae), aguacate (*Persea americana* Mill: Lauraceae), mango (*Mangifera indica* (L.): Anacardiaceae), guayaba (*Psidium guajava* L.: Myrtaceae) limón (*Citrus* × *limón* (L.): Rutaceae) y toronja (*Citrus* × *paradisi* Macfad: Rutaceae) (Ayala- Ortega, 2014).

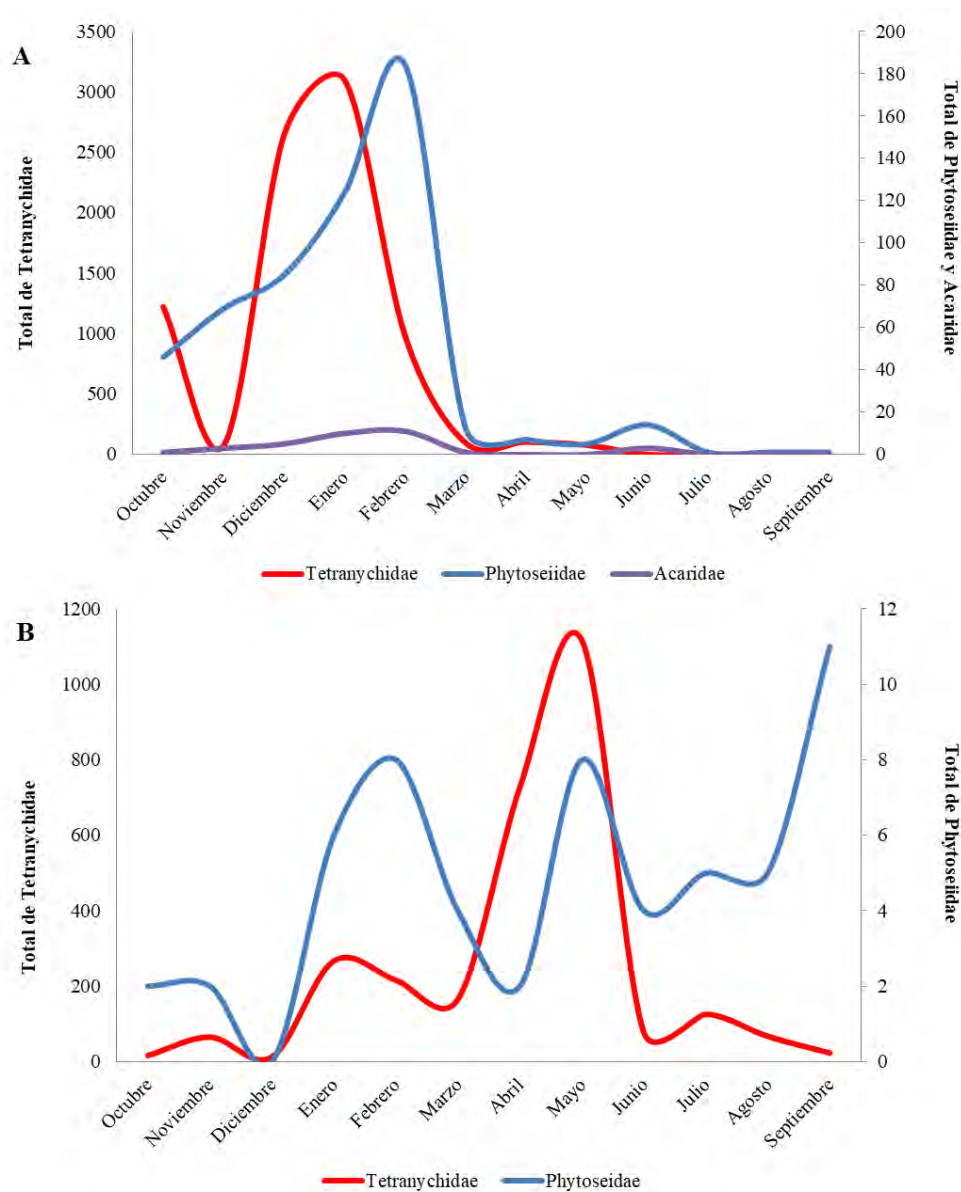


Figura 12. Fluctuación poblacional de ácaros asociados al cultivo de frambuesa en los municipios de Los Reyes de Salgado (A) y de Madero (B).

5.3 Fluctuación poblacional de ácaros en el cultivo de arándano

5.3.1 Tancítaro

La abundancia y diversidad de los ácaros en arándano fue distinta a la observada en los cultivos de frambuesa. En el municipio de Tancítaro, los ácaros de la familia Tetranychidae (*Allonychus*

sp.) sólo se encontraron durante cinco recolectas, diciembre, enero, abril, junio y julio; los meses de mayor abundancia fueron diciembre y abril con 28 y 10 ácaros, respectivamente. Varias especies del género *Allonychus* han sido reportadas sobre frutales, tales es el caso de *A. braziliensis* (McGregor) en mango en Brasil y aguacate en Cuba (Livshits & Salinas-Croche, 1968; Paschoal, 1970). *Allonychus dorestei* Baker & Pritchard en coco (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae) y plátano (*Musa x paradisiaca* L.: Musaceae) en Centroamérica (Baker & Pritchard, 1962; Tuttle, Baker & Abbatiello, 1976); *Allonychus littoralis* (McGregor) en *Persea americana* en Centroamérica (Baker y Pritchard 1962).

La familia Phytoseiidae estuvo presente durante todo el año, excepto el mes de junio. Sin embargo, su número siempre se encontró por debajo de los cinco ejemplares por recolecta, con excepción de los meses de diciembre y agosto en donde se recolectaron siete y nueve ejemplares; es probable que las bajas poblaciones de Phytoseiidae se deba a que hubo bajas poblaciones de ácaros fitófagos, y por lo tanto, poca disponibilidad de alimento.

Así mismo, únicamente se encontraron cuatro ejemplares de la familia Tenuipalpidae en el mes de agosto (Fig. 13A). Esta familia además de ser considerada importancia económica, incluye especies que pueden llegar a ser vectores y transmisores de enfermedades de plantas (Zhang, 2003; Gerson, 2008; Walter y Krantz, 2009; Ayala-Ortega, 2017). La baja abundancia de esta familia posiblemente indica que las características del cultivo del arándano no son favorables para estos ácaros.

En general, el comportamiento que presentaron las poblaciones de ácaros en el huerto del municipio de Tancítaro fue distinto a lo que mencionan otros autores, ya que diversos estudios de fluctuación poblacional de ácaros en frutales perenes en el estado de Michoacán, muestran que las mayores poblaciones de estos organismos se encuentran en los meses de marzo, abril y mayo, como es el caso del aguacate (Ferra y Vilchis, 2015) y la guayaba (Vázquez y Hernández 2016). Sin embargo, hay que considerar que la envergadura de las plantas de guayaba y aguacate es muy diferente en comparación con el arándano, lo que pudo haber influido para que se presentaran dichas diferencias, tienes también condiciones de manejo lo que posiblemente afecte esta fluctuación.

5.3.2 Ziracuaretiro

En el huerto del municipio de Ziracuaretiro, no se colectó ningún ejemplar de la familia Tetranychidae, aun cuando se conoce que es uno de los principales problemas que presenta el cultivo de berries en Michoacán, esto se puede deber a que actualmente el cultivo de arándano no presenta plagas de importancia económica en el estado. En dicho huerto, sólo se encontraron ácaros pertenecientes a las familias Phytoseiidae y Tenuipalpidae. En lo que respecta a la primera familia, ésta estuvo presente en la mayoría de los meses, con excepción de octubre, enero y julio. En el mes de abril se recolectó el mayor número de ejemplares ($n = 12$), seguido por mayo ($n = 9$) y marzo ($n = 8$). En el resto de los meses, sólo se recolectaron tres o menos fitoseídos.

La familia Tarsonemidae estuvo presente en todos los municipios y ambas frutillas bajo estudios, pero en arándano sólo estuvo presente en cuatro meses (octubre, enero, abril y julio) en este municipio, en donde se recolectaron cuatro, dos, uno y siete ejemplares, respectivamente (Fig. 13B). La sincronización entre Tarsonemidae y Phytoseiidae se observó en todos los meses, especialmente en los meses más cálidos (marzo-mayo), al respecto se ha publicado que existe una relación denso-dependencia debido a que los tarsonémidos forman parte de la dieta de los fitoséidos a los cuales pertenece el género *Typhlodromalus* (McMurtry *et al.*, 2013), que es posible que esté sucediendo en esta huerta pero se requieren de estudios más precisos para afirmar este supuesto.

El ácaro depredador *T. peregrinus* que se encontró en el presente estudio en el huerto del municipio de Tancítaro que, coincide con el registro en el mismo cultivo en Zitracuaretiro, al igual que para el tarsonémido que se colectó del género *Tarsonemus* (Bucio *et al.*, 2016). Las razones por las cuales, en el huerto de Ziracuaretiro no se encontró ninguna especie estrictamente fitófaga, puede ser debido a que el cultivo de arándano es relativamente nuevo en el estado de Michoacán y existen una reciente adaptación de las plagas. Así mismo, Bucio *et al.* (2016) encontraron una pequeña diversidad de ácaros; una especie depredadora *T. peregrinus* y cuatro especies fitófagas, *Tarsonemus* sp., *Tydeus* (*Afrotydeus*) ca. *meyerae* Baker, *Hemitarsonemus* sp. y *Panonychus ulmi* (Koch) en bajas densidades durante el muestreo de un ciclo anual. Larraín

et al. (2007) señala la presencia de *Oligonychus ilicis* (McGregor) sobre arándano en Chile, pero no se documenta su incidencia a través del tiempo.

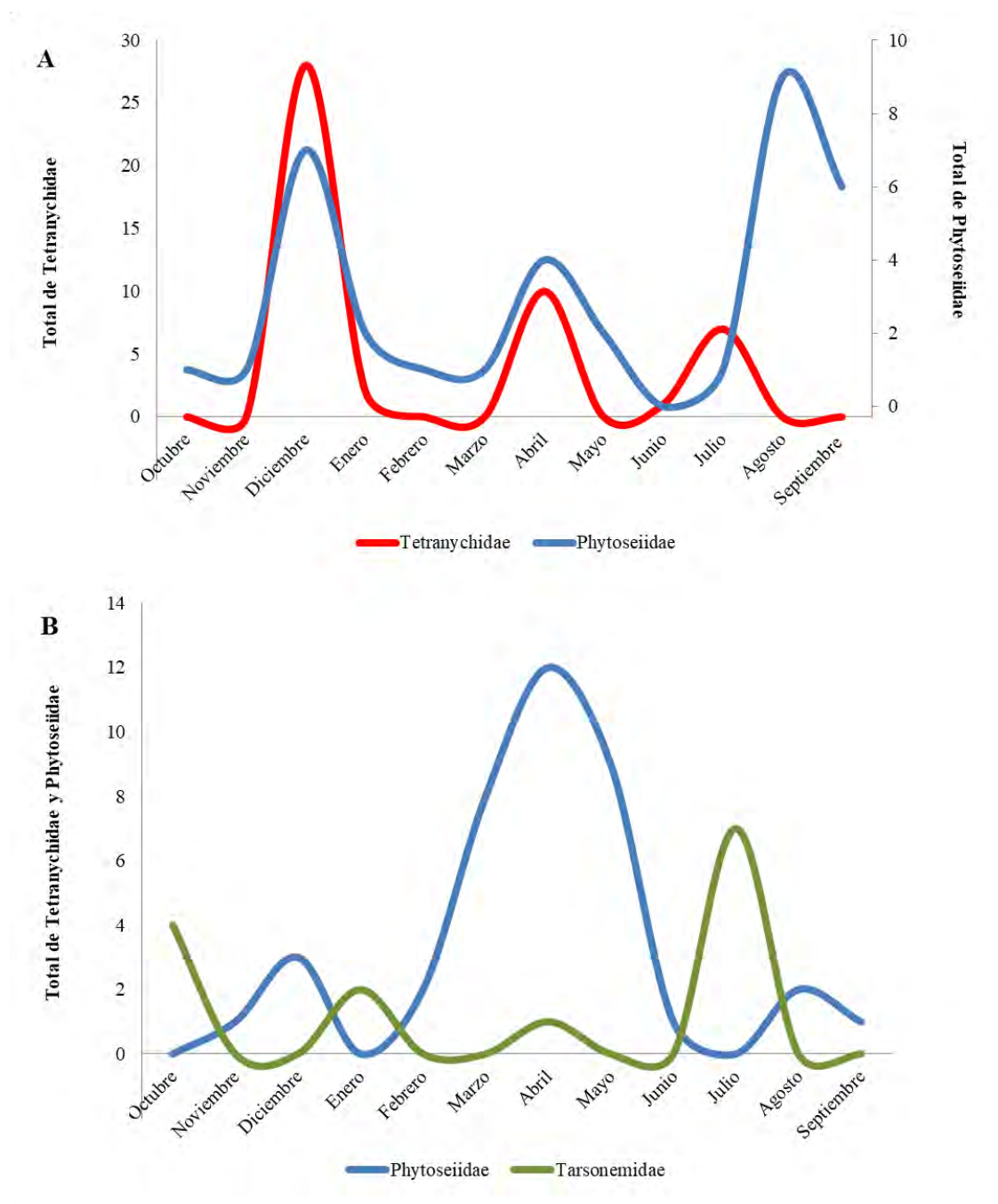


Figura 13. Fluctuación poblacional de ácaros asociados al cultivo de arándano en los municipios de Tancítaro (A) y Ziracuaretiro (B).

5.4 Fluctuación poblacional de *Tetranychus* spp. y correlación con los factores climáticos

5.4.1 Los Reyes

La fluctuación poblacional de los ácaros fitófagos *T. ludeni* y *T. uticae* en relación al clima fue distinta entre especies y municipios. En los Reyes, se observó una relación negativa entre el incremento de la población de *T. ludeni* y la temperatura (T) debido a que, en el mes de enero, cuando estas estuvieron en su punto más bajo ($>15^{\circ}\text{C}$), las poblaciones de tetraníquidos se encontraron en su punto más alto y cuando las poblaciones de *T. ludeni* descendieron en el mes de febrero, coincidió con el incremento de la temperatura, esto se constató mediante un análisis de correlación, el cual fue significativo y negativo ($R = -0.321$, $P = 0.05$) (Fig. 14A). En contraste, los valores de humedad relativa (HR) de 60 % coincidieron con el mayor pico poblacional de los ácaros en el mes de enero; y entre los meses más húmedos, junio y septiembre, se observaron los menores valores de la presencia de ácaros (Fig. 14B); sin embargo, en general el índice de correlación entre la HR y el número de ácaros fue no significativo ($P = 0.34$).

El presente estudio es el primero en establecer la relación de la abundancia de *T. ludeni* con el clima en cultivos de frambuesa. Sin embargo, en otras frutillas como zarzamora esta especie se correlacionó positivamente con la T y HR en dos municipios de Michoacán a lo largo de un ciclo anual (Ayala-Ortega, 2017), lo cual se suman a lo observado con otras especies de tetraníquidos (Nienstaedt y Marcano 2009; Marchetti y Juárez-Ferla 2011; Bouriga-Valdivia 2015; Ayala-Ortega, 2017). En general, aunque el incremento de la T puede ser favorable para el incremento de las poblaciones de ácaros (Marchetti y Juárez-Ferla, 2011; Ayala-Ortega, 2017), la razón por la cual en nuestro estudio “aparentemente” no hay una respuesta positiva con *T. ludeni*, quizás se deba a que en estos huertos se realizaron liberaciones de ácaros depredadores y esto influyó en la disminución del ácaro fitófago como se señaló anteriormente.

En estudios realizados en Brasil (Marchetti y Juárez-Ferla, 2011), las mayores poblaciones de tetraníquidos coincidieron con el periodo de menor HR y mayor T en zarzamora. Similarmente, en el presente estudio, la menor HR coincidió con el mayor pico de *T. ludeni*, pero cuando hubo

un incremento de este parámetro entre los meses de junio y septiembre, las poblaciones declinaron.

5.4.2 Madero

En contraste a lo observado con *T. ludeni*, en el huerto de este municipio se observó una relación positiva entre la temperatura (T) y las poblaciones de *T. urticae*, debido a que conforme se elevó la T en los meses de marzo, abril y mayo, las poblaciones del ácaro también se incrementaron (Fig. 14C) ($R = 0.431$, $P = 0.03$). Aunque en el transcurso de las recolectas la HR tuvo fluctuaciones importantes, la correlación entre este parámetro y la cantidad de ácaros recolectados no fue significativa ($P = 0.34$). Los resultados aquí obtenidos difieren en algunos puntos con el estudio realizado por Ayala-Ortega (2017) en huertos de zarzamora en el estado de Michoacán, en donde se observó que ubicados en las localidades de Ziracuaretiro y Tacámbaro las poblaciones de *Tetranychus* spp. presentaron una correlación positiva y significativa para las variables T y HR.

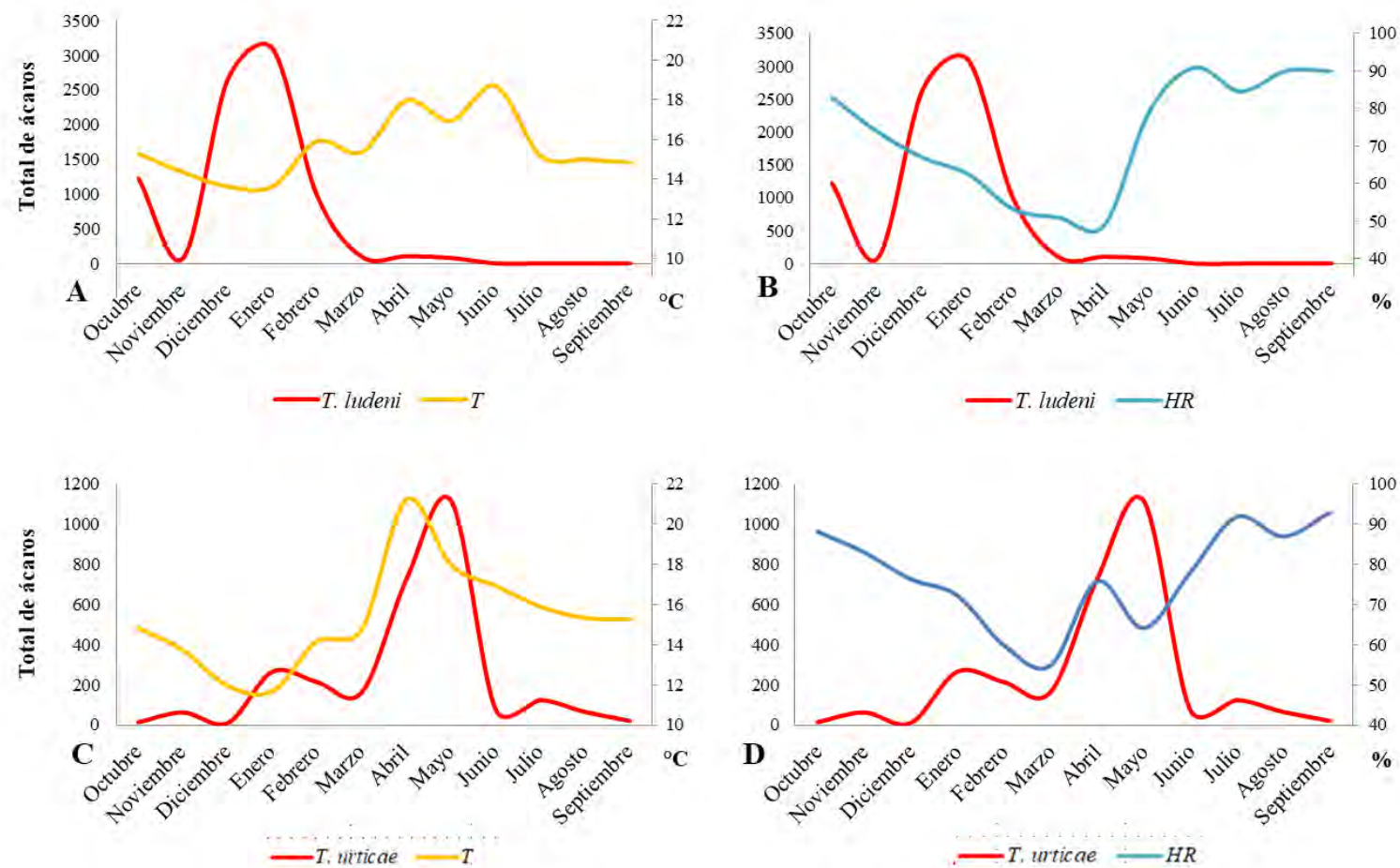


Figura 14. Fluctuación poblacional de *Tetranychus ludeni* en Los Reyes, Michoacán: A) Temperatura (°C); B. Humedad Relativa (%) y fluctuación poblacional de *Tetranychus urticae* en Madero, Michoacán: C). Temperatura (°C); D) Humedad Relativa (%).

5.5 Estimación de riqueza

Los ácaros representan el grupo más diverso de los arácnidos (Zhang, 2011) y la riqueza de sus especies ha sido ampliamente documentada en distintos sistemas (Giller 1996; Lavelle 1996). La diversidad de este grupo se ve reflejada en su distribución cosmopolita, las relaciones que establecen con otros seres vivos y sus hábitos alimenticios, entre otros aspectos (González-Montaña *et al.*, 2017). Por otro lado, la estimación de la riqueza de las especies, además de la importancia que tiene con fines de conservación, permite estimar el esfuerzo de los métodos de muestreo (De Mas Castroverde, 2007).

Hasta este momento, no se tienen estudios previos sobre estimación de la diversidad de ácaros en los cultivos de frambuesa y arándano en los municipios bajo estudio. Debido a ello, uno de los objetivos del presente trabajo fue estimar la riqueza de ácaros por familia y por especie para, a su vez, determinar si el esfuerzo de muestreo realizado fue suficiente para representarla. Los resultados mostraron que, tanto para familia como para especie, el esfuerzo en el muestreo realizado fue adecuado. A continuación, se describen los resultados específicos para cada grupo y cultivo:

5.5.1 Estimación de riqueza por familia

La curva de rarefacción para ambos cultivos (arándano y frambuesa) y, para todos los huertos muestreados, indicó que el número de familias identificadas se incrementó conforme al esfuerzo muestreo (Fig. 15). En ambos cultivos, los valores para los estimadores de Chao 2, Jackknife 1, Jackknife 2 y Bootstrap reflejaron el 100 % de las familias esperadas (Cuadro 10), lo cual indicó que el tiempo de recolecta y el tamaño de muestra fueron adecuados y mostraron alta riqueza de ejemplares a nivel de esta categoría taxonómica.

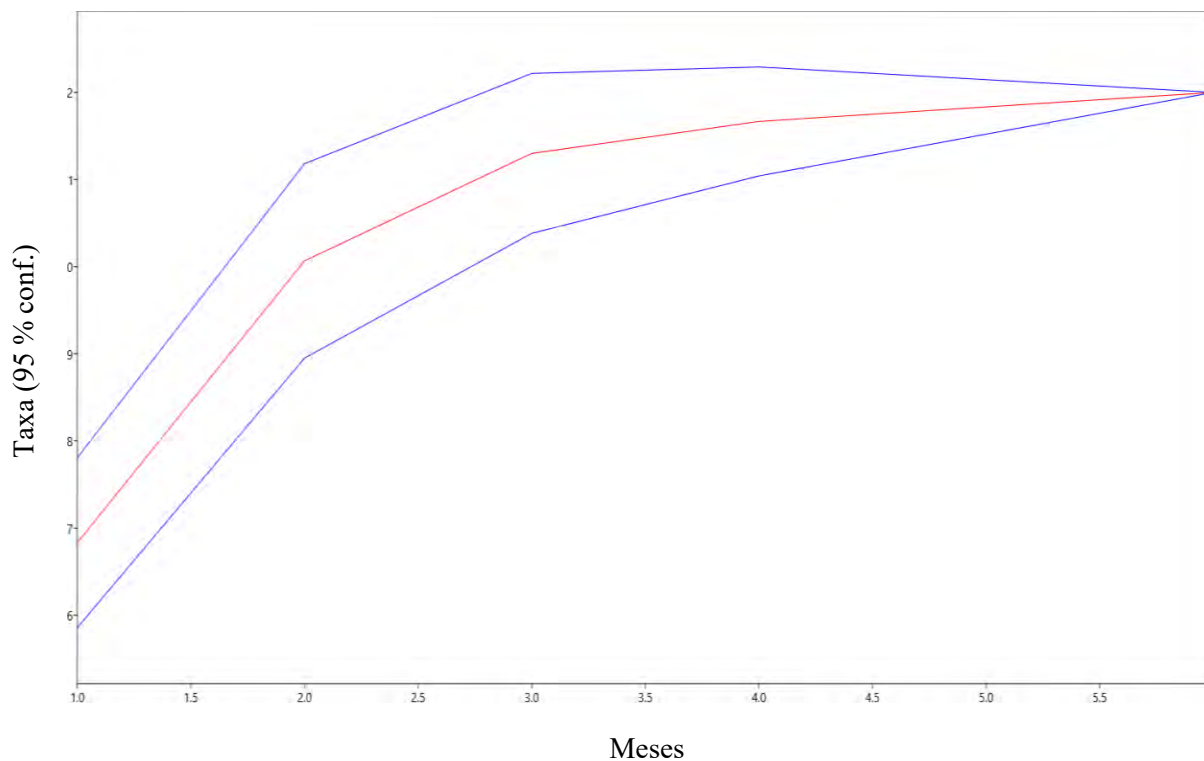


Figura 15. Curva de rarefacción para el cultivo de frambuesa y arándano por familia, en cuatro huertos del estado de Michoacán.

Cuadro 11. Estimación de riqueza para el cultivo de frambuesa y arándano por familia, en cuatro huertos del estado de Michoacán.

Cultivo	Estimador	Familias observadas	Estimadas	% de la riqueza estimada
Frambuesa	Chao 2:	8	6.62571	> 100
	Jackknife 1:		7.08358	> 100
	Jackknife 2:		7.40275	> 100
	Bootstrap:		6.07106	> 100
Arándano	Chao 2:	4	3.99583	> 100
	Jackknife 1:		4.04533	> 100
	Jackknife 2:		3.94882	> 100
	Bootstrap:		4.03171	> 100

5.5.2 Estimación de riqueza por especie

Para el análisis de la riqueza de especie, se analizaron 20 especies de ácaros con los mismos estimadores utilizados para el análisis por familia. El análisis indicó un rango de los valores obtenidos para dichos estimadores de 21.05 a 30.67, lo cual a su vez reflejó un rango de la riqueza estimada de 65.23 a 95.01 %. En este caso, el mayor valor correspondió al índice Bootstrap (Cuadro 11). El análisis por cultivos independientes (frambuesa y arándano) mostró resultados similares en el porcentaje de la riqueza cuando se analizaron 16 y cuatro especies observadas, respectivamente. El rango de los valores de los estimadores fue de 18 a 23.25 para frambuesa y 4.75 a 5.5 para arándano con un rango de la riqueza estimada de 68.81 a 88.88 % y 72.72 a 84.21 %, respectivamente (Cuadro 11).

Estos resultados indican que con el esfuerzo de muestreo se logró determinar más del 60 % de las especies esperadas. Sin embargo, para elevar este porcentaje se requiere aumentar las localidades y/o el tiempo de recolectas para lograr el 100 % de la riqueza por especies presente en estos cultivos. De acuerdo con González-Montaña *et al.* (2017), entre los factores que pueden explicar una diversidad estimada menor se considera el papel de la estructura del hábitat. Por ejemplo, en sectores con vegetación más densa, los métodos de recolecta pueden ser menos efectivos, lo cual se refleja en la riqueza observada.

Así mismo, la riqueza de especies también puede ser modificada por el manejo de las labores del cultivo o por la ausencia del mismo en algunos periodos (González *et al.*, 2014). Al respecto, Ayala-Ortega (2017) observó que algunas especies de ácaros fitófagos (ejemplo, *T. ludeni* y *T. urticae*) estuvieron ausentes en cultivos de zarzamora en ciertos periodos de tiempo, lo cual posiblemente se debió a la defoliación que se realiza en el cultivo, como parte de las labores culturales que se llevan a cabo con la finalidad de inducir floración.

Cuadro 12. Estimación de riqueza en los cultivos de frambuesa y arándano por especie, en cuatro huertos del estado de Michoacán.

Cultivo	Estimador	Especies observadas	Estimadas	% de la riqueza estimada
Global	Chao 2:	20	26.9	74.34
	Jackknife 1:		26.0	76.96
	Jackknife 2:		30.67	65.23
	Bootstrap:		21.05	95.01
Frambuesa	Chao 2:	16	23.25	68.81
	Jackknife 1:		21.0	76.19
	Jackknife 2:		21.0	76.19
	Bootstrap:		18.0	88.88
Arándano	Chao 2:	4	4.75	84.21
	Jackknife 1:		5.50	72.72
	Jackknife 2:		5.50	72.72
	Bootstrap:		4.75	84.21

VI. CONCLUSIONES

- En los cultivos de arándano y frambuesa existe una gran abundancia de ácaros, ya que en total se recolectaron 11,369 ejemplares de tres órdenes, siete familias y 20 especies.
- El cultivo de frambuesa fue el que presentó una mayor riqueza de especies (16 especies) y abundancia con 11,271 ejemplares, mientras que en arándano se obtuvieron 4 especies y 98 ejemplares.
- El huerto con mayor abundancia de ácaros fue el de Los Reyes, con un total de 8,555 (75 %), mientras que el menos abundante fue el de Ziracuaretiro, con 35 ejemplares, ya que en Los Reyes se presentó una temporada de altas poblaciones de Tetranychidae.
- La familia más abundante fue Tetranychidae con 10,644 ácaros colectados, mientras que Phytoseiidae fue la más diversa con 661 individuos de ocho especies.
- En el municipio de Los Reyes, el incremento de la temperatura se relacionó negativamente con la abundancia de los ácaros tetránquidos recolectados en los meses más cálidos. En contraste, en el municipio de Madero, el incremento de la temperatura se relacionó positivamente con la abundancia de los ácaros.
- Siete de las especies recolectadas son nuevos registros para los cultivos de frambuesa o arándano, por lo que no se rechaza la hipótesis planteada.
- La rarefacción para ambos cultivos y localidades indicó que el esfuerzo y métodos usados son suficientes para representar la riqueza en familias.
- En la estimación de riqueza de familias para ambos cultivos indicaron que se obtuvo el 100 % de las familias esperadas; mientras que para estimación de riqueza por especie se estimó entre el 65 y 95 % de las especies esperadas por lo que se determina que se realizó un buen muestreo.

VII. LITERATURA CITADA

- Abato-Zárate, M., Villanueva-Jiménez, J. A., Otero-Colina, G., Ávila-Reséndiz, C. y Reyes-Pérez N. 2018. Dinámica poblacional de ácaros de las familias Tetranychidae y Phytoseiidae asociados al papayo (*Carica papata* L. 1753) *Acta Zoológica Mexicana*, 34(1): 29-38 p.
- Acuña-Soto, J. A. 2012. Eriophyoidea. Pp. 158-190. In: E. G. Estrada-Venegas, J. A. Acuña-Soto, M. P. Chaires-Grijalva, y A. Equihua-Martínez (Eds.). Ácaros de importancia agrícola. Colegio de Posgraduados y Sociedad Latinoamericana de Acarología, Texcoco, estado de México. 276 p.
- Allen, C. M. 2009. Thermal biology and behaviour of two predatory Phytoseiid mites: *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari:Phytoseiidae) and *Phytoseiulus longipes* (Evans) (Acari:Phytoseiidae) (Doctoral thesis). University of Birmingham. 206 p.
- Alston, D. 2017. Spider mites in raspberry. Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory. 3 p.
- Andre, H. M. 1980. A generic revision of the family Tydeidae (Acari: Actinedida). Bulletin et Annales de la Societe Royale Belge d'Entomologie, 116: 104–169 pp.
- Arabuli, T., S. Çobanoglu and P. Auger. 2016. *Panonychus* from Georgia: survey, taxonomical status and redescription of *P. hadzhibejliae* (Reck, 1947) (Acari, Tetranychidae). *Zootaxa*, 4114(4): 464–476.
- Argolo, P. 2012. Gestión integrada de la araña roja *Tetranychus urticae* Koch (Acari; Tetranychidae): optimización de su control biológico en clementinos. Tesis de doctorado para obtener el título de Doctora ingeniera agrónoma. Universidad Politécnica de Valencia. 140 p.

- Arimoto, M., Satoh, M., Uesugi, R. and Osakabe, M. 2013. PCR-RFLP Analysis for Identification of *Tetranychus* Spider Mite Species (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 106: 661–668.
- Ayala-Ortega, J. J. 2014. Ácaros de importancia agrícola en trece cultivos de exportación del estado de Michoacán. Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Parasitología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México. 120 p.
- Ayala-Ortega, J. J. 2017. Ácaros asociados al cultivo de la zarzamora *Rubus fruticosus* L. var. *Tupy* en Ziracuaretiro y Tacámbaro Michoacán. Tesis de maestría para obtener el título de Maestro en Producción Agropecuaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Instituto de Investigaciones Agrícolas y Forestales. 81 p.
- Bagheri, M., Gheblealivand S. S. and Ghorbani H. 2012. *Stigmaeus Iranensis*, a new species of the genus *Stigmaeus* Koch (Acari: Stigmaeidae) from northwest Iran. *Revista Acarina*, 20(1), 44-47.
- Baker, R. y Cowley, J. 1989. Evaluation of the economic impact of newly introduced pests. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 19: 330–334.
- Baker, E.W. y Pritchard, A. E. 1962. Arañas rojas de América Central (Acarina: Tetranychidae). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 23: 309–340.
- Barney, D. L. y C. Miles. 2007. *Commercial Red Raspberry Production*. 110 p.
- Beard, J. J.; Ochoa, R; Braswell, W. E. and Bauchan, G. R. 2015. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) species complex (Acari: Tenuipalpidae) a closer look. *Zootaxa*, 3944: 1–67.
- Ben-David, T., Ueckermann, E. and Gerson, U. 2013. An annotated list of the spider mites (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) of Israel. *Israel Journal of Entomology*, 43: 125–148.

- Beyzavi, G., Ueckermann, E.A., Faraji, F. and Ostovan, H. 2013. A catalog of Iranian prostigmatic mites of superfamilies Raphignathoidea & Tetranychoidae (Acari). *Persian Journal of Acarology* 2: 389–474.
- Bolland, H. R., J. Gutierrez and C. H. W. Flechtmann. 1998. *World Catalogue of the Spider Mite Family (Acari: Tetranychidae)*. Brill Editorial, Amsterdam, Netherlands. 393 p.
- Bouriga-Valdivia, E. 2015. Evaluación de insecticidas orgánicos para el control de araña roja y cristalina el cultivo del aguacate en Zirimicuaro, Michoacán. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México. 30 pp.
- Bucio-Soto, G., Ayala-Ortega, J. J., Vargas-Sandoval, M., Lara-Chávez, M. B. N., Aguirre-Paleo, S. y Negrete-Rodríguez, O. M. 2016. Acarofauna asociada al cultivo del arandano (*Vaccinium corymbosum* L. var. *biloxi*) en Ziracuaretiro Michoacán. *Entomología mexicana*, 3: 120–124.
- Burnham, K. P. and W. S. Overton. 1979. Robust estimation of population size when capture probabilities vary among animals. *Ecology*, 60: 927-936.
- Chávez, E. A., Miranda, C. I. y Rodríguez, M. H. 2017. Dinámica poblacional de ácaros fitófagos y depredadores en aguacatero (*Persea americana* Miller). *Fitosanidad*, 21: 9–15.
- Cagle, L. R. 1962. Biology of a red spider mite *Panonychus* sp., on raspberry in Virginia. *Annals of the Entomological Society of America*, 55: 373–378.
- Chao, A. 1984. Non Parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270.
- Chao, A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell and T. J. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8: 148–159.

- Chant, D. 1985. The Phytoseiidae. Pp. 3–33. In: W. Helle, and M. Sabellis,. (Eds.). Spider mites. Their biology, natural enemies and control. Amsterdam, Elsevier Science Publishers. V.
- Cochran, W. G. 1977. Técnicas de Muestreo. Editorial Continental S. A. de C.V. México, D. F. 107–108 pp.
- Cogdon, B. D. 2009. The family Phytoseiidae (Acari) in western Washington State with descriptions of three new species. *International Journal of Acarology*, 28(1). 3–27.
- Cyclamen. 2019. Las plagas. Recuperado de <https://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/1/2> (Fecha de consulta: 29-VI-2019).
- De Arruda Filho, G. P. y De Moraes G. J. 2003. Stigmaeidae mites (Acari: Raphignathoidea) from Arecaceae of the Atlactic Forest in Sao Paulo State, Brazil. *Neotropical Entomology*, 32(1): 1–9 p.
- De la Torre Santana, P. E. 2013. Nuevos registros de la familia Acaridae (Acaridae: Sarcoptiformes) en Cuba. *Fitosanidad* 17(3): 151–154.
- De Mas Castroverde, E. 2007. Evaluación y predicción de la biodiversidad. Un modelo con Araneidos en el parque natural del Cadí-Moixeró. Tesis para obtener el grado de doctora en Ciencias Biológicas. Universidad de Barcelona. 313 p.
- Demite, P. R., Moraes, G. J., McMurtry, J. A., Dermank, H. A. and Castillo, R. C. 2015. Phytoseiidae Data base. Disponible en www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae (Fecha de consulta: abril 16, 2020).
- Denmark, H. A. and G. A. Evans. 2011. Phytoseiidae of North America and Hawaii. Indira Publishing House, Michigan, USA. 451 p.

- Denmark, H. A., Evans, G. A., Aguilar, H., Vargas, C. and Ochoa, R. 1999. Phytoseiidae of Central America. Indira Publishing House, Michigan, U.S.A. 125 p.
- De Moraes, G. e Flechtmann, C. W. 2008. Manual de Acarología. Acarología básica de ácaros de plantas cultivadas en Brasil. Holos Editora, São Paulo, Brasil, 270 p.
- Dogan, S., Bingul M, Dilkaraoglu S. y Fan Q-H. 2015. Description of a new species of the genus *Stigmaeus* Koch (Acari:Stigmaeidae) from Turkey, with a list of described species in the world. *International Journal of Acarology*, 41(4): 290–299.
- Doreste, E. 1984. Acarología. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Serie investigación y desarrollo No 11. San José Costa Rica. 410p.
- Escalante-Espinosa, T. 2003. ¿Cuántas Especies Hay? Los estimadores No Paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*, 52: 53–56.
- Escalera-Ordaz, F. 2018. Relaciones ecológicas de la acarofauna asociadas al cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en Michoacán. Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Parasitología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México. 48 p.
- Estrada-Venegas, E. G. 2012. Ácaros de importancia agrícola. *In*: E. G.; Estrada-Venegas, J. A., Acuña-Soto, M. P., Chaires-Grijalva, y A. Equihua-Martínez. (Eds.). Ácaros de importancia agrícola. Colegio de Posgraduados y Sociedad Mexicana de Entomología. Texcoco, estado de México. 276 p.
- Estrada, E., Rodríguez, S. y McMurtry, J. A. 2002. Some avocado mites from Michoacan, Mexico. *International Journal of Acarology*, 28(4): 387–393 p.
- Evans, D. W. 1999. Mites in forest canopies: filling the size distribution shortfall. *Annual Review of Entomology*, 44: 1–19.

- Fan, Q-H., C. H. W. Flechtmann and G. J. Moraes. 2016. Annotated catalogue of Stigmaeidae (Acari: Prostigmata), with a pictorial key to genera. *Zootaxa*, 4176(1): 001–199.
- FAO. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics División. Disponible en: http://faostat3.fao.org/home/index_es.html?locale=es (Fecha de consulta: 22-VI-2018).
- FAO. 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Fecha de consulta: diciembre 4, 2019).
- Ferra, L. F. y Vilchis, G. A. C. 2015. Fluctuación poblacional de *Olygonichus perseae* (Hirst) y *Olygonichus punicae* Tuttle (Acari: Tetranychidae) en cinco huertas de aguacate de Michoacán, México. Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Parasitología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México. 36 p.
- FIRA. 2018. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Panorama agroalimentario. Berries. 41 p.
- García, R. J. C., García, G. L. G. y Ciordia, A. M. 2014. El cultivo del frambueso. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos del Principado de Asturias. Disponible en: <http://www.serida.org/pdfs/6085.pdf> (Fecha de consulta: 19-IV-2018).
- Gerson, U. Smiley R. L., Ochoa R. 2003. Mites (Acari) for pest control. Oxford, Blackwell Science, 539 p.
- González, A. M. I. y Céspedes L. M. C. 2010. Manual de producción de frambuesa orgánica. Recuperado de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR37206.pdf> (Fecha de consulta: abril 18, 2018).

- González, F. M. L., Jahnke, S. M., Morais, R. M. y Da Silva, G. S. 2014. Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamão RS, Brasil. *Revista Colombiana de Entomología*, 40(1): 120–128.
- González-Montaña, L. A., Wilches-Álvarez, W. y Rocha-Caicedo, C. 2017. Diversidad alfa y beta de artrópodos epigeos (Arthropoda) en tres sectores sobre la Cordillera Oriental de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2): 292–300.
- Grasswitz, T. R. 2012. Biology and control of Eriophyid mites with a case study of *Aceria* sp. on New Mexico olive (*Forestiera pubescens* Nutt. var. *Pubescens*). Recuperado de <https://www.fs.usda.gov/treearch/pubs/42745> (Fecha de consulta: junio 3, 2019).
- Giller, P. S. 1996. The diversity of soil communities, the ‘poor man’s tropical rainforest’. *Biodiversity and Conservation*, 5(2): 135–168.
- Guillemín, R. A. y J. U. Apablaza. 1986. Insectos y arácnidos asociados a la frambuesa (*Rubus idaeus*) en la Región Metropolitana, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 13(3): 252–256.
- Gupta, S. K. and Y. N. Gupta. 1994. A taxonomic review of Indian Tetranychidae (Acari: Prostigmata) with description of new species, redescription of known species and keys to genera and species. *Memoirs of the Zoological Survey of India* 18: 1–196.
- Hernández, E. 1993. Respuesta funcional de *Euseius mesembrinus* (Dean) en función de la densidad de *Brevipalpus californicus* (Banks) (Acari: Phytoseidae; Tenuipalpidae). *Southwestern Entomologist*, 18(4): 301–304.
- Howell, A. D. and O. Daugovish. 2013. Biological control of *Eotetranychus lewisi* and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on strawberry by four phytoseiids (Acari: Phytoseiidae). *Journal of Economic Entomology*, 106: 80–85.
- Hughes, A. M. 1976. The mites of stored food and houses. *Ministry of agriculture, fisheries and food*. London. 400 p.

- INAFED. 2018. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, estado de Michoacán de Ocampo. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16111a.html>. (Fecha de consulta: diciembre 18, 2018).
- Iraola, V. 1998. Introducción a los ácaros (I): Descripción general y principales grupos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 23: 13–19.
- Jeppson, L. R., Keifer H. H. and Baker E. W. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. Los Angeles. 614 pp.
- Ji, J., Zhang, Y., Wang, J., Lin, J., Sun, L., Chen, X., Ito, K. and Saito, Y. 2015. Can the predatory mites *Amblyseius swirskii* and *Amblyseius eharai* reproduce by feeding solely upon conspecific or heterospecific eggs (Acari: Phytoseiidae). *Applied Entomology and Zoology*, 50: 149–154 p.
- Khanjani, M., S. Farzan, M. Asadi and M. Khanjani. 2013. Checklist of the flat mites (Acari: Trombidiformes: Tenuipalpidae) of Iran. *Persian Journal of Acarology*, 2(2): 235–251.
- Kontschán, J. and G. Ripka. 2017. Checklist of the Hungarian spider mites and flat mites (Acari: Tetranychidae and Tenuipalpidae). *Systematic and Applied Acarology*, 22: 1199–1225.
- Kraker-Castañeda, C. y Cobar-Carranza, A. J. 2011. Uso de rarefacción para comparación de la riqueza de especies: el caso de las aves de bosque en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Guatemala. *Naturaleza y Desarrollo*, 9(1): 60–70.
- Landeros, J., Cerna, E., Badii, M., Varela, S y Flores, A. 2004. Patrón de distribución espacial y fluctuación poblacional de *Eutetranychus banksi* (Mcgregor) (Acari: Tetranychidae) y su depredador *Euseius mesembrinus* (Dean) (Acari: Phytoseiidae) en una huerta de naranjos. *Acta Zoológica Mexicana*, 20(3): 147–155.

- Larraín, S. P., Salas, F. C. y Graña, S. F. 2007. Plagas del arándano presentes en la región de coquimbo. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR35529.pdf> Fecha de consulta: agosto del 2020.
- Lavelle, P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, 33: 3–16.
- Leitner, W. and W. R. Turner. 2001. Measurement and analysis of biodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, 4: 123-144.
- Lin, J. and Z. Zhi-Qiang. 2002. Tarsonemidae of the World (Acari: Prostigmata) key to genera, geographical distribution, systematic catalogue and annotated bibliography. *Systematic y Applied Acarology*. Available in: http://www.nhm.ac.uk/hosted_sites/acarology/saas/ (Fecha de Consulta 25-V-2020).
- Lindquist, E. E. 1986. Ther world genera of tarsonemidae (Acari: Heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family group taxa in the heterostigmata. *Memoir of the entomological society of Canada*. 136–517 p.
- Linquist, E. E., Krantz, G. W. and Walter, D. E. 2009. Classification. 97 103. *In*: G. W. Krantz, and D. E. Walter, (Eds.) *A manual of acarology*. 3er Ed. Texas Tech University Press. Texas.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Uk: Blackwell Publishing Company.
- Marchetti, M. M. e N. Juarez-Ferla. 2011. Diversidade e flutuação populacional de ácaros (Acari) em amora-preta (*Rubus fruticosus*, Rosaceae) no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia Serie Zoologia*, 101(1-2): 43–48.

- Marić, I., D. Marčić, R. Petanović and P. Auger. 2018. Biodiversity of spider mites (Acari: Tetranychidae) in Serbia: a review, new records and key to all known species. *Acarologia*, 58(1): 3-14.
- Márquez-Chávez, A., Guzmán-Franco, A. W., Santillán-Galicia, M. T., Tamayo-Mejía, F. and Rodríguez-Maciel, J. C. 2019. Effect of host plant on the genetic diversity of *Tetranychus urticae* Koch populations and their susceptibility to fungal infection. *Biological control*, 137: 1–8.
- McGregor, E.A. 1917. Description of seven new species of red spiders. *Proceedings of the U. S. National Museum*, 51: 581–590.
- McMurtry, J. and Croft, B. 1997. Life of styles of Phytoseiidae mites and their roles as biological control agent. *Annual Review of Entomology*, 42; 291–321.
- McMurtry, J. A., De Moraes, G. J. and Sourassou, N. F. 2013. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic & Applied Acarology*, 18(4): 297–320.
- Méndez-Méndez, P., Sánchez-Soto, S., Romero-Nápoles, J. and Ortiz-García, C. F. 2012. Fluctuación poblacional de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae), vector de la leprosis de los cítricos en Tabasco, México. *Fitosanidad*, 16(2): 73–77.
- Mesa, N. C. 1999. Ácaros de importancia agrícola en Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 52(1): 321–363.
- Migeon, I. and Dorkeld F. 2019. Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae. *Trends in Acarology*: 557-560 Disponible en: <https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/> 23-IV-2019.
- Miñarro, M, Dapena, E. y Barros, R. 2005. Fitoseidos en plantaciones frutales experimentales de arándano, avellano, castaño, cerezo, kiwi y manzano en Asturias. *Bol. San. Veg. Plagas*, 31(4): 493–501.

- Mitrofanov, V. I., Z. I. Strunkova and I. Z. Livshits. 1980. New species of the Tetranychoida (Acariformes). *Zoologicheskii Zhurnal*, 10: 1571–1575.
- Monroy-Reyes, B., Posos-Ponce, P y Posos, P. A. 2015. Control de araña roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) utilizando el acaricida torque 500 sc (Óxido de fenbutatin) en el cultivo de frambuesa. *Entomología mexicana*, 2: 332–338.
- Moraes, G. J., McMurtry, J. A., Denmark, H. A. and Campos. C. B. 2004. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*, 434: 1–494.
- Morales A. C. G. 2017. Manual de manejo agronómico del arándano. Recuperado de <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/manual-arandanos.pdf?sfvrsn=0> (Fecha de consulta: 1-V- 2018).
- NAPPO (North America Plant Protection Organization). 2014. Protocolos de diagnóstico de la NAPPO PD 03: Identificación morfológica de las arañas rojas (Tetranychidae) que afectan a las frutas importadas. Secretaria de la Organización Norteamericana de Protección a las Plantas. Ottawa, Ontario, Canadá. 36 p.
- Nienstaedt, B.; Marcano, R. 2009. Fluctuación poblacional y distribución vertical del ácaro *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst, 1924), sobre especies de *Citrus*. *Entomotropica*, 24(2): 57–63.
- Nunes, M. A., de Oliveira, C. A. L., de Oliveira, M. L., Kitajima, E. W., Hilf, M. E., Gottwald, T. R., and Freitas-Astúa, J. 2012. Transmission of Citrus leprosis virus C by *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) to alternative host plants found in citrus orchards. *Plant Disease* 96: 968–972.
- Ochoa, R., Aguilar H. y Vargas C. 1991. Ácaros fitófagos de América central. Manual técnico número 6. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 261 p.
- Ohno, S., Miyagi, A., Ganaha-Kikumura, T., Gotoh, T., Kijima, K., Ooishi, T., Moromizato, C., Haraguchi, D., Yonamine, K and Uezato, T. 2010. Non-crop host plants of

- Tetranychus* spider mites (Acari: Tetranychidae) in the field in Okinawa, Japan: determination of possible sources of pest species and inference on the cause of peculiar mite fauna on crops. *Applied Entomology y Zoology*, 45: 465–475.
- Oliveira, C. M., D. Návia y M. R. Frizzas. 2007. First record of *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) in soybean plants under no tillage in Minas Gerais, Brazil. *Ciência Rural*, 37(3): 876–877.
- Pamatz, A. M. M. 2019. Identificación y comportamiento poblacional de la acarofauna en frambuesa (*Rubus idaeus* L.) en Zamora, Michoacán. Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Parasitología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México.
- Parra-Quezada, R. A., M. R. Ávila-Marioni y R. Ríos-Sánchez 2002. Avances en el desarrollo de la frambuesa roja en el estado de Chihuahua. 35 p.
- Pérez, M. I. y Marco, M. V. S. 2011. Importancia y uso de los ácaros fitoseidos (Acari, Phytoseiidae) en el manejo agroecológico de plagas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. Pp. 69-92 *In*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (ed). Manejo agroecológico de sistemas. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Pye, D. R. L. y E. De Lillo. 2010. A review of the eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) on *Rubus* spp. in Britain, with a new species (Diptilomiopidae) and two new records. *Zootaxa*, 2677: 15–26.
- Quirós, M., Petit, Y., Poleo, N. y Gómez, A. 2005. Distribución de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae) en la planta del guayabo (*Psidium guajava* L.) en La Coruba, municipio Mara, estado Zulia, Venezuela. *Entomotropica*, 20(1): 39–47.
- Radványi, G., Rodrigo, E., Quilis, J., Salcedo, F., Bertomeu, S. y Laborda, R. 2014. Utilización de *Phytoseiulus persimilis* para el control de *Tetranychus urticae* en el cultivo de

fresa ecológica en invernadero. XI Congreso Sociedad Española Agricultura Ecológica familiar. Valencia, España. 1 pp.

- Ragusa, S. and E. Ragusa. 1997. On some phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) from Styria (Austria). *Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark*, 127: 137–145.
- Rasmy, A. H., Abou-El Ella, G. M. and Hussein, H. E. 2004. Cannibalism and interspecific predation of the phytoseiid mite, *Amblyseius swirski*. *Journal of Pest Science*, 77: 23–25 p.
- Reeves, R. M. 1963. Tetranychidae infesting woody plants in New York State, and a life history study of the elm mite *Eotetranychus matthyssei* n. sp. Cornell University Agricultural Station. Memoir 380. 99 p.
- Roy, M., J. Brodeur and C. Cloutier. 1999. Seasonal abundance of spider mites and their predators on red raspberry in Quebec, Canada. *Environmental Entomology*, 28(4): 735–747.
- SAGARPA. 2011. El Sistema Producto Zarzamora en Michoacán: Bases y Estrategias para Mejorar su Competitividad. Recuperado de http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/michoacan/Lists/Evaluaciones%20Externas1/Attachments/50/compt_zarzamora.pdf. (Fecha de consulta: junio 15, 2018).
- Seeman, O. D. and Beard, J. J. 2011. Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of Tetranychus (Acari: Tetranychidae). *Zootaxa*, 2961: 1–72.
- SIAP. 2020. Cierre de la producción agrícola. Disponible en: <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Fecha de consulta: 28-VI-2020).
- Skoracka, A., M. Lewandowski and J. Boczek. 2005. A catalogue of eriophyoid mites (Acari: Eriophyoidea) of Poland. Natura optima dux Foundation. Warszawa, Polonia. 199 p.

- Stojnić, B., Mladenović, K. and Marčić, D. 2017. Species composition of spider mites and predatory mites (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on *Rubus* spp. in Serbia. The 6th Meeting of the IOBC Working Group "Integrated Control of Plant-Feeding Mites". Chania, Greece.
- Tuttle, D. M. and Baker E. W. 1968. Spider Mites of Southwestern United States and a Revision of the Family Tetranychidae. University of Arizona Press. 143 p.
- Vacante, V. 2010. Citrus mites. Identification, bionomy and control. CABI Editores. Reino Unido. 312 p.
- Valerio-Salgado, A., Ayala-Ortega, J. J., Ramos-Lima, M., Lara-Chávez, Ma. B. N., Aguirre-Paleo, S. y Vargas-Sandoval, M. 2019. Ácaros asociados al cultivo de fresa (*Fragaria* spp.) en cinco municipios de Michoacán, México. Entomología mexicana 6: 55–61.
- Vásquez-García, A. 2008. Biodiversidad beta. Disponible en: <https://es.slideshare.net/anterovasquez/diversidad-beta> (Fecha de consulta: 24-VII-2020).
- Vázquez, H. B. P. y Hernández, M. L. M. 2016. Fluctuación poblacional de ácaros de importancia agrícola en el cultivo de guayaba (*Psidium guajava*) en Nuevo Urecho Michoacán. Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en Fruticultura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. Uruapan, Michoacán, México. 46 p.
- Walter, D. E. y Krantz, G. W. 2009. Collection, rearing, and preparing specimens. Pp. 83–96. In: G. W., Krantz, and D. E. Walter, (Eds.) A manual of acarology. 3er Ed. Texas Tech University Press. Texas.
- Walter, D. E. and Proctor, H. C. 2013. Mites: Ecology, Evolution y Behaviour. Springer. New York, USA. 494 p.

- Weibelzahl, E. y Liburd, O. E. 2013. Blueberry Bud Mite, *Acalitus vaccini* (Keifer) on Southern Highbush Blueberry in Florida. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN84400.pdf> Fecha de consulta: 25 enero 2020.
- Zannou, I. D. and R. Hanna. 2011. Clarifying the identity of *Amblyseius swirskii* and *Amblyseius rykei* (Acari: Phytoseiidae): are they two distinct species or two populations of one species?. *Experimental and Applied Acarology*, 53: 339–347.
- Zannou, I. D., H. O. Adebo, E. Zannou and K. Hell. 2013. Mites associated with stored grain commodities in Benin, West Africa. *Experimental and Applied Acarology*, 61: 449–470.
- Zannou, I. D., Moraes, G. J., Ueckermann, E. A., Oliveira, A. R., Yaninek, J. S and Hanna, R. 2007. Phytoseiid mites of the subtribe Amblyseiina (Acari: Phytoseiidae: Amblyseiini) from sub-Saharan Africa. *Zootaxa*, 1550: 1–47.
- Zhang, Z. Q. 2003. Mites of Greenhouses. Identification, Biology and Control. CABI Publishing. (Eds.), 235 p.

VIII. ANEXOS

8.1 Anexo 1

Método para las preparaciones fijas (montaje) con base en la metodología descrita por Walter y Krantz (2009)

1. Colocar un portaobjetos sobre una base que no permita que se mueva.
2. Depositar una gota del “Hoyer” justo en el centro del portaobjetos.
3. Con una aguja entomológica de punta plana tomar el ácaro del contenedor y trasladar al Hoyer, donde se deposita.
4. Con ayuda de la misma aguja sumergir el ácaro hasta el fondo del Hoyer y acomodar de la manera deseada (ventral o dorsal) acomodando las patas de forma que éstas quedasen extendidas.
5. Con la ayuda de unas pinzas de disección tomar el cubreobjetos y colocar de forma vertical a un lado de la gota de Hoyer, bajándolo poco a poco y de lado para evitar que se formen burbujas.
6. Una vez colocado, mover la preparación con la ayuda de unas pinzas, acomodando el ácaro de forma que sus patas se extiendan lo mejor posible.
7. Etiquetar la muestra con un marcador indeleble.
8. Dejar secar las preparaciones en una plancha eléctrica a 45° durante una semana o hasta que el Hoyer seque.
9. Una vez secas las laminillas sellar con un primer anticorrosivo que se aplicara alrededor del cubreobjetos dejando secar durante 24 horas en temperatura ambiente.
10. Rotular finalmente con una etiqueta adherible, que debe contener los siguientes datos: del lado izquierdo el lugar de recolecta, estado y país, coordenadas geográficas y altitud, hospedante, colector y número de ejemplar. Del lado derecho se colocara la información taxonómica: superfamilia, familia, género y especie, descriptor, sexo, determinador y medio en el cual está montado.
11. Para la adecuada protección y almacenamiento de las laminillas guardar en cajas con ranuras.

8.2 Anexo 2

Total de ácaros recolectados por especie, indicando el número de machos, hembras, ninfas y larvas que se recolectaron en cada uno de los huertos muestreados.

Localidad	Familia	Especie	Hembras	Machos	Ninfas	Larvas	Total
Los Reyes	Phytoseiidae	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	32	16	69	0	117
		<i>Neoseiulus</i> sp.	182	30	119		331
		<i>Neoseiulus californicus</i>	62	8	51	3	124
		<i>Typlodromips krantzi</i>	3	1			4
		<i>Euseius hibisci</i>	2				2
		<i>Euseius mesembrinus</i>	1				1
	Tetranychidae	<i>Tetranychus ludeni</i>	4268	506	2518	648	7940
	Tarsonemidae	<i>Tarsonemus stammeri</i>	1				1
		<i>Dendroptus</i> sp.	1				1
	Iolinidae	Sin determinar	1				1
Madero	Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	33				33
	Phytoseiidae	<i>Neoseiulus</i> sp.	18	10	5	3	36
	Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.	6				6
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp.	5			1	6
	Tetranychidae	<i>Tetranychus urticae</i>	1356	178	873	256	2,663
	Tydeidae	Sin determinar	4				4
Tancítaro	Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	1				1
	Phytoseiidae	<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	16	2			18
	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus</i> sp.	3			1	4

	Tetranychidae	<i>Allonychus</i> sp.	27	4	5	5	41
	Phytoseiidae	<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	14	7	5	2	28
Ziracuaretiro	Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.	7				7