



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

ESCUELA DE ESTUDIOS SUPERIORES DE XALOSTOC

**EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE TRES PLAGICIDAS EN EL CONTROL DE
Oligonychus punicae EN AGUACATE DE COATEPEC HARINAS, ESTADO DE
MÉXICO.**

Tesis como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FITOSANITARIO

Presenta:

Luis Ángel Álvarez Martínez

DIRECTOR DE TESIS: Dr. Dagoberto Guillén Sánchez

CODIRECTOR: Dr. Ernesto Hernández Mendieta

Junio de 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



DRA. JOSEFINA VERGARA SÁNCHEZ
DIRECTORA DE LA EESX
P R E S E N T E

Por medio del presente, los revisores de la Tesis que lleva por Título: "EFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE TRES PLAGICIDAS EN EL CONTROL DE *Oligonychus punicae* EN AGUACATE DE COATEPEC HARINAS, ESTADO DE MÉXICO", que ha realizado la pasante **Luis Ángel Álvarez Martínez** de la Licenciatura en Ingeniería en Fitosanitaria, otorgamos el **voto aprobatorio** para la impresión de la Tesis por haberse realizado las correcciones consideradas pertinentes de nuestra parte:

Nombre	Puesto	Firma
Dr. Dagoberto Guillén Sánchez	Director	
Ing. Bartolo Jahen Muñoz	Revisor	_____
Dr. Roberto Venado Campos	Revisor	_____
Dra. Yessica Flor Cervantes Adame	Revisor	_____
Ing. Juan Martín Lara Gallegos	Revisor	_____

Atentamente
Por una humanidad culta
Una universidad de excelencia

C.c.e Luis Ángel Álvarez Martínez. Para su conocimiento.
Archivo.

Av. Nicolás Bravo S/N, Interior Parque Industrial Cuautla, Ayala, Morelos. C.P. 62715 Tel: (777) 329 7981 Ext. 6500 y 6501 Email: eesxalostoc@uaem.mx





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

DAGOBERTO GUILLEN SANCHEZ | Fecha:2020-08-10 12:39:25 | Firmante

TJOH7M7ddQ4QE481JQ9glC0sPrM2ab8MBzaMJVierV9+Mh0FR38knV419lf2bckYQK3wDhR2KcP/Z0dphjltBQ7qk8Inf3VcjfiBZfyDeckPIHMz5l1oaWj3NtuhCO21PJQKh1XjPZr5rsHblPmzWv4k6nMxtGhBs9oinuSee51/GNbyqq4h+f3/psC+HsYusPIOoZnjEmGNW3nj9H79yGTHmKnLPt8HtchFfDpT9ZjrNy0A7OWiAt3PGqHvuuHJ4wtpGAon0BN/U9QcwQ0FtkZQ5m/NiR1hFe4QlnAtsVksMiSf7cT4zjyK5ey9xoMFqXeYwbAxhn45xrPFfb93w==

BARTOLO JAHEN MUÑOZ | Fecha:2020-08-10 12:48:48 | Firmante

t8h3wZ7dnpcFeCfIOWW0PRyMT9dKq1oxv4YAjBSB6QJPNc5NKRpOgeLSjKLi4bDaTJJAQYw2+kjRy1C4o8pdruiDQ2+JP+vbSx4i8k2Hwwa3AWYUqh2mBpljHqIDYANySUXqQRpYAozQp0kT41HEOZJ0G7aJNOKUDhoo9YUSDkj5ZBsT5SDeNzePgKNEtVBWTxFmv5yO79q+Q3U4eievzKQKqb953TED8yg+TsSwf7zplfndIMQ10j/NF04OhCR4UpJ7fY4CYnEbT9XWQ+PSKRDstdvYSL5Ro+4v2abrmhAcPviHC9k2atoc6YNsTn2JqgSVFRmfKCaGPSw==

ROBERTO VENADO CAMPOS | Fecha:2020-08-10 13:20:33 | Firmante

L87vZFq59iIT30iVbPp6NubEb2D/GxemK0Q54zhxkI2jyEdCCW Lhtuz234yVfxjFnZ8MCQVnAGve3QRWjrBhThmJSaDQLaTZLd9wCTfVCVe4p3aJhN1Dui3IGVe6GOH5kcLN7IN445kyl0RU8kf4eA5LpubcaOrSRU3jvCdsG0ebL9BwbKT7dtucvZAlmTfQYR6CNVwkn9WqGWXkJ9Wuak1mW2ECDwbcgHGM83M8FRQc261CnD3FnrrgpZQuV7tGRB3XkLdMLm6Wt8MpHfz/Yr92kFwt/4oFaMGp+E9gwJellkRky6Lcp7iVhcYA45gATe3R4gWkUu8PnwiZfwRig==

YESSICA FLOR CERVANTES ADAME | Fecha:2020-08-10 13:50:47 | Firmante

Qr6PrmaDTbYZPYIEimmdAEAwTuEMJ3ZzcdZQHCEh3Uh3MH2qIRqgh9mSFm9fYzj1yipCPKWU9y0SvxJcsBRp9J1TRn3Wng/XataFCcNaZACJFMuCdidi2hK5gp6S0kskrLiFV7Iv70N0TOTP3Rvx++pCviefV2dnQMIDJmQt8aYXEUaOSIACTQmTvzgae7bclNSQR0ZjtpR3fnEaTylgHEICrFPJ0OMXAw3y8SJMg8SOLb0++xgBXGuB4WKHup3cZScp+TiXQdmYppL3toKnhBbuBrHRbjdyE5vhEpmNxsSO391Hve30hrDCg2i5F4BUiFFsg4e1sNFQyeDypGrw==

JUAN MARTIN LARA GALLEGOS | Fecha:2020-08-11 17:22:46 | Firmante

dN/N0z3M3r+f7+7gOCSpd6UZnC5a0oCudFC8lwHVGR+xlRtRaiGONYkaC6Hgx27oBm+zjl+TuA7ENg128Kl0I9IM7dwCTKp65lItcLUXKtmLUqVhOHU48I+3mONm6BaeWfd2IFRQlr8TgXcm6Dbj/7IB4A9KZK+UYegB2UHGF2JwZg9e25ADxu/OQZKquJtP1M0R6f2/8Js+ubvJ618cXlvDBLm7ohR7TGva4i5nZr2nSyGX11ILT+eq5p7Vsg4wPZFr1ddxcyBlxBOsAffSjqJJ5MEwFRdJx7br6ZuOhc1yJlXA+BSyxXP7ie1F/Z6npydW/+C7NxJ4pvl771bxw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



nakOt3

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/mU8IQgbI8yUnkK1roZjgcQO8UhiE3gG>



Una universidad de excelencia

RECTORÍA
2017-2023

DEDICATORIAS



A MI MADRE

A ti Antonia que siempre me has apoyado dando tus consejos de madre, que siempre me has demostrado tu amor incondicional y motivarme siempre para dar todo de mí, elegir el buen camino para ser un hombre de bien, a ti te agradezco todo. Te amo.

A MI PADRE

A ti Miguel que has estado en todo momento, siempre tuviste el tiempo y la manera de apoyarme en lo que necesitaba para terminar mis proyectos y tareas o darme la idea de cómo mejorarlos por eso y más te lo agradezco.

A MI ESPOSA

A ti Giselle que te cruzaste en mi camino y me ayudaste a seguir con mis estudios, de la cual los 2 somos profesionistas de la misma carrera, estar apoyándome en todo momento y ser a hora mi esposa.

AGRADECIMIENTOS



A MIS HERMANOS

A Félix y Miguel por todos los momentos que hemos vivido juntos, a mi hermano Félix quien fue el que me impulso a elegir la carrera de agronomía. Todos los consejos y vivencias que hemos tenido los 3 a hora están rindiendo frutos gracias hermanos.

A MIS COMPAÑEROS

Mis compañeros de ambas escuelas de la UTIM y EESUX siempre les tendré un gran afecto, estuvimos en las buenas y en las malas, pero sobretodo más en las buenas y a hora que cada uno es un profesional de bien les deseo lo mejor en sus vidas.

AL DOC.DAGOBERTO

Un gran profesor que conocí en 5to semestre con su singular forma de darnos las clases y las practicas, sobre todo, supo inculcarnos a cada uno de sus alumnos, como olvidar las tardes en el dagus garden donde era el punto de reunión para cada una de las celebraciones que teníamos, le doy las gracias porque a hora puedo culminar mi carrera con su ayuda al llevar a cabo esta tesis.

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los bloques y tratamientos en campo para el control químico de <i>Oligonychus punicae</i> en el cultivo de aguacate en Coatepec Harinas, México.....	23
Cuadro 2. Tratamientos y dosis evaluadas en el control del acaro café (<i>Oligonychus punicae</i> Hirst) (Acari: Tetranychidae), en el cultivo del aguacate (<i>Persea americana</i> Mill) en Coatepec Harinas, Estado de México, México	23
Cuadro 3. Escala de puntuación propuesta por la EWRS para evaluar fitotoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica porcentual	25
Cuadro 4. Transformación de la escala puntual logarítmica de la EWRS a escala porcentual	25
Cuadro 5. Poblaciones del ácaro café (<i>O. punicae</i>) observados por campo de lupa, en hojas de aguacate en Anacalco, Coatepec Harinas, Estado de México	27
Cuadro 6. Poblaciones del ácaro café (<i>O. punicae</i>) observados por campo de lupa, en hojas de aguacate en la Colonia Segunda del Monte, Coatepec Harinas, Estado de México	29
Cuadro 7. Eficacias de control (Abbott) de los tratamientos evaluados para el control del acaro café (<i>O. punicae</i>) en el cultivo de aguacate en dos sitios en Coatepec Harinas, Estado de México	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de aguacatero (<i>Persea americana</i>)	10
Figura 2. Flores del aguacatero (<i>P. americana</i>)	11
Figura 3. Variedad de formas del fruto, color de la piel y textura de la pulpa del aguacate (<i>P. americana</i>)	12
Figura 4. Semilla o hueso de aguacate (izquierda) y semilla de aguacate tallada (derecha)	12
Figura 5. Ácaros del género <i>Oligonychus</i> : A) Acaro café (<i>Oligonychus punicae</i>), B) Acaro cristalino (<i>Oligonychus perseae</i>).....	16
Figura 6. Daños ocasionados por el ácaro café (<i>Oligonychus punicae</i> Hirst 1926) en hojas de aguacate	16
Figura 7. Ubicación geográfica de los huertos de aguacate donde se realizó el estudio: Anacalco (Sitio 1) (Izquierda) y Colonia Segunda del Monte (Sitio 2), en Coatepec Harinas, Estado de México, México	22
Figura 8. Número de individuos del acaro café, por campo de lupa, en el cultivo de aguacate en la localidad de Anacalco (Sitio 1) en Coatepec Harinas, Estado de México	22
Figura 9. Número de individuos del ácaro café por campo de lupa en el cultivo de aguacate en la Colonia Segunda del Monte, en Coatepec Harinas, Edo. de México	28

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	4
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA.....	5
4.1. Generalidades del cultivo	5
4.1.2. Sistemática	6
4.1.3. Clasificación taxonómica del aguacate (Fersini, 1975).....	7
4.1.4. Valor nutricional del aguacate.....	7
4.1.5. Distribución y producción de aguacate en México	9
4.1.6. Características botánicas de la planta.....	10
4.2. Requerimientos Edafoclimáticos.....	13
4.2.1. Exigencias del clima.....	13
4.2.2. Exigencias de suelo	14
4.3. Plagas principales	14
4.3.1. Acaro café (<i>Olygonicus punicae</i>).....	15
4.3.1.1. Ciclo biológico	17
4.3.1.2. Manejo.....	18
V. MATERIALES Y METODOS	21
5.1. Ubicación del estudio y localización.....	21
5.2. Diseño experimental.....	22
5.3. Tratamientos y dosis evaluadas	23
5.4. Aplicación de los tratamientos	24
5.5. Número de evaluaciones y parámetros analizados.....	24
5.6. Análisis estadísticos	24
5.7. Evaluación de la fitotoxicidad	25
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....	26
6.1. Sitio 1. Anacalco.....	26
6.2. Sitio 2. Colonia Segunda del Monte.....	28
VII. CONCLUSIONES	33
VIII. RECOMENDACIONES.....	33
IX. LITERATURA CITADA.....	34

RESUMEN

El estudio se realizó en los meses de octubre y noviembre de 2018, en una huerta comercial de aguacate variedad "Hass", localizada en Coatepec Harinas, Estado de México, con el objetivo de evaluar el control y efectividad biológica de diferentes dosis de los plaguicidas: Barazide EC (novaluron + benzoato de emamectina), Ubertop 255 DC (acetamiprid + benzoato de emamectina) y Scarlett EC (acetamiprid + novaluron) en el control del ácaro café (*Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) y su posible efecto fitotóxico. Se estableció en un diseño de bloques completos al azar, con nueve tratamientos y cuatro repeticiones. Se realizaron dos aplicaciones al follaje, contabilizando las poblaciones totales del ácaro por punto de muestreo. Los plaguicidas Barazide EC, Ubertop y Scarlett fueron capaces de controlar la plaga en el cultivo del aguacate en los dos sitios evaluados. El más eficaz fue Barazide EC aplicado a 0.3 L. ha⁻¹ (91 %) después de la 2^{da} aplicación, seguido de Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ que logró una efectividad del 90 % en el control del ácaro. No se detectaron efectos fitotóxicos de estos plaguicidas en las dosis empleadas.

Palabras clave: acaricida, aguacate, eficacia, *Oligonychus punicae*.

ABSTRACT

The study was carried out during 2018, in a commercial avocado orchard the Hass" variety, located in the Municipality Coatepec Harinas, Mexico state. The objective was evaluating the effectiveness of different doses with three acaricide: Barazide EC (novaluron + benzoato of emamectina), Ubertop 255 DC (acetamiprid + benzoato of emamectina) y Scarlett EC (acetamiprid + novaluron), for control of coffee mite (*Oligonychus punicae* Hirst) (Acari:Tetranychidae). The phytotoxic effect of these pesticides also was evaluated in field. It was executed an experimental design on complete blocks at random, with nine treatments and four repetitions. Two applications were made over foliage, following evaluations corresponding. The rate populations mite (nymphs+ adults) was registered each five-sampling point. As results, the three acaricide Barazide, Ubertop y Scarlett in the two-place applied, can be reduced the total populations the coffee mite in avocado. After a second sprinkled with Barazide in doses of 0.3 L. ha⁻¹ (91 %) effectiveness control was obtained. While Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ had 90 % effective control, against coffee mite over avocado. Effects phytotoxic in the field after application pesticides and doses were not detected.

Key words: acaricide, avocado, efficacy, *Oligonychus punicae*.

I. INTRODUCCION

La producción de aguacate en México se encuentra liderada por el estado de Michoacán con una superficie sembrada de 119, 606.98 ha y una producción de 1, 117, 338,49 toneladas, las que representan más del 80 % de la producción total nacional. En dicho Estado, el aguacate se cultiva en 47 municipios de los cuales Tancitaro es el líder productor, posteriormente se encuentran los municipios de Tacámbaro, Salvador Escalante, Uruapan y Ario de Rosales, los que constituyen el centro de producción en el Estado. En 2017, se recolectaron poco más de 2 millones 29 mil toneladas de aguacate. Los estados con mayor volumen de cosecha son: Michoacán, Jalisco, Estado de México, Nayarit y Morelos, en conjunto suman 95 % de la producción total del país (SIAP, 2018).

El aguacate (*P. americana*), es un producto de gran importancia en la agricultura y en la dieta mexicana. Nuestro país tiene un amplio conocimiento en su cultivo, además es el principal productor y consumidor en el mundo; con una superficie sembrada de 203 732 ha, de las cuales se cosechan 178 706 ha, con una producción de 1, 878, 599 toneladas. Se han reportado plantaciones comerciales en casi todas las entidades federativas del país a excepción de Chihuahua, Coahuila y Distrito Federal (SIAP, 2019).

México aporta 3 de cada 10 ton de aguacate que se producen a nivel mundial, ocupando el primer lugar en exportación, seguido de Indonesia quien exporta 294 200 ton, lo que supera 1 316 104 ton anuales, es decir 4.4 veces más de la exportación que realiza el país asiático (SAGARPA, 2015).

En el Estado de México este cultivo se encuentra establecido aproximadamente en 8 841 ha. La producción en esta entidad ha crecido cerca de un 50 %, principalmente en los municipios ubicados al sur, siendo el municipio de Coatepec Harinas uno de los de mayor producción, con una superficie sembrada de 2 036 ha y una producción de 26 691 ton. Otros municipios que se destacan son: Tenancingo, Donato Guerra,

Almoloya de Alquisiras, Temascalpetec, Villa Guerrero, Valle de Bravo y Joquicingo (SAGARPA, 2018).

La importancia económica del mismo recae en el máximo aprovechamiento que se realiza de la planta, presentando una variada posibilidad de usos como: remedios caseros, prevención en la caída del cabello, como aliado en la salud, fuente maderable; además de productos industrializados como pulpas, bases para productos untables (guacamole), obtención de aceite, para cosméticos, aceite extra virgen para fines culinarios, entre otros (Limón, 2010).

El fruto del aguacate es uno de los más nutritivos entre todas las frutas comerciales. Tiene un alto contenido de calorías, proteínas, lípidos y vitaminas (particularmente A), así como potasio, fósforo y calcio. De los frutos frescos se utiliza la pulpa, congelada y deshidratada, y los extractos de aceite para la industria cosmética. Las hojas, semillas y corteza se utilizan como remedio medicinal y en la producción de tintes. Los árboles son parte de los huertos de café y cacao y de los traspatios de las casas (SAGARPA, 2011).

Existen numerosos factores que pueden limitar la producción y la calidad de la fruta, uno de ellos es la presencia del ácaro fitófago de los frutales (*Oligonychus punicae* (Hirst) (Acari:Tetranychidae)) (McGregor 1941; Van de Vrie *et al.*, 1972; Jeppson *et al.*, 1975). Se ha reportado en las zonas aguacateras de Puebla, Chiapas, Tamaulipas, Michoacán, Morelos y Estado de México (Estébanes y Baker, 1968; Tuttle *et al.*, 1976), alimentándose del follaje, introduciendo sus estiletes en los tejidos de la planta provocando manchas de color rojizo (Aponte y McMurtry, 1997), ocasionando el colapso del mesófilo dando como resultado la defoliación (Sances *et al.*, 1982; Ochoa *et al.*, 1994).

O. punicae inicia su daño con puntos rojizos que se distribuyen e incrementan por toda la hoja hasta llegar a ocasionar un bronceado total. Cuando se descuidan las huertas, la plaga puede atacar retoños, flores, el envés de las hojas y frutos en

formación; se le puede encontrar durante todo el año, pero con mayor incidencia en los meses secos y calurosos (Coria y Ayala, 2010).

Los árboles atacados con altas poblaciones del ácaro pueden abortar los frutos, lo que genera producciones reducidas (Bender, 1993). Las huertas infestadas pueden presentar defoliación, debilitamiento general y en consecuencia, tienden a presentar arboles raquíuticos, con frutos poco desarrollados y escasos (Coria y Ayala, 2010).

Para el control de este ácaro se emplean tradicionalmente productos químicos (Soto, 2013). Sin embargo, estos cada vez han ido perdiendo su eficacia, atribuida principalmente a posibles problemas de resistencia, aunado a los problemas de residualidad, que en muchos de los casos han sido motivo del rechazo de la fruta para exportación. Por lo que se ha hecho necesario el uso de sustancias más amigables con el medio ambiente y poco residuales, lo que ha incentivado a probar nuevas alternativas para lograr formulaciones con mayor eficacia que puedan ser aplicadas sin ocasionar daños severos al ecosistema y a la entomofauna benéfica, capaces de aminorar los daños originados por la plaga y con ello contribuir a la obtención de mejores cosechas y frutos de mayor calidad.

Heredia (2012) reportó porcentajes de efectividad biológica del 89 y 93 % para abamectina sobre *O. punicae* en aguacate. A pesar de que su uso está recomendado en este cultivo resulta ser costosa para el productor, por lo que se hace evidente evaluar nuevos plaguicidas que puedan ser incorporados en el control de esta plaga.

Por lo comentado anteriormente y con base en las experiencias de otros científicos se hace indispensable realizar estudios enfocados en encontrar alternativas eficientes que ofrezcan un buen control del ácaro café (*Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae)), en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill), en Coatepec Harinas, Estado de México, motivo por el cual se llevó a cabo el presente estudio.

II. OBJETIVOS

1. Comparar el efecto de control de diferentes dosis de los plaguicidas Barazide EC (novaluron + benzoato de emamectina), Ubertop 255 DC (acetamiprid + benzoato de emamectina) y Scarlett EC (acetamiprid + novaluron) en el control del ácaro café (*Oligonychus punicae* Hirst) (Acari: Tetranychidae) en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en el Estado de México, México.
2. Evaluar el posible efecto fitotóxico de las dosis probadas de los plaguicidas Barazide EC (novaluron + benzoato de emamectina), Ubertop 255 DC (acetamiprid + benzoato de emamectina) y Scarlett EC (acetamiprid + novaluron) en el cultivo del aguacate (*P. americana*).

III. HIPOTESIS

Alguno de los plaguicidas y sus dosis máximas evaluadas, presentan una efectividad biológica $\geq 90\%$, y pueden ser considerados en los programas fitosanitarios de control de la araña café (*Oligonychus punicae* Hirst) en Aguacate.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Generalidades del cultivo

4.1.1. Origen e historia del aguacate

El aguacate es nativo de América. Es una importante fruta tropical originaria de Mesoamérica, en la región alta del centro de México y Guatemala (Williams, 1976,1977; Galindo-Tovar *et al.*, 2008). Se dispersó hacia Sudamérica por las culturas que habitaron en Mesoamérica en la época prehispánica (Galindo-Tovar *et al.*, 2007). Se desarrolló en el Neotrópico desde tiempos antiguos y es posible que su domesticación en Mesoamérica se iniciara antes que otras plantas anuales hace 5,000 años A.C. (Smith, 1969). Los restos fósiles de aguacate encontrados en cuevas de Coxcatlán, Valle de Tehuacán, en el estado de Puebla, México, tienen una antigüedad de 8,000-7,000 años A.C. y probablemente fueron de un árbol nativo que crecía al este, en el bosque mésico en una de las barrancas en la ladera de la montaña. La cantidad de semillas de este árbol y la presencia de otras plantas cultivadas, indica que los árboles de aguacate estaban siendo plantados cerca de arroyos hace 6,500 años (Smith, 1966).

Casi todos los miembros reconocidos del subgénero *Persea* aparecen primariamente en la misma región: desde la parte central de México, a través de Guatemala hasta gran parte de Centroamérica. Como evidencia de lo anterior, están los hallazgos de aguacates primitivos en esa área, extendiéndose desde la Sierra Madre Oriental en el estado de Nuevo León, México, hasta Costa Rica en Centroamérica (Bergh y Ellstrand, 1986; Storey *et al.*, 1986; Schroeder, 1990, Hawkes, 1991; Ben Ya'acov, 1992; Bergh, 1992). Esa área coincide en gran parte con la descripción del llamado centro Principal de Origen VII, que incluye a México, Centroamérica y el Caribe.

Desde ahí el aguacate se dispersó hacia Norteamérica por México hasta el Sudeste de los EEUU; hacia Las Antillas, todo Centroamérica y gran parte de Sudamérica: Colombia, Venezuela, Las Guyanas, Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Hawkes ,1991).

Gama y Gómez (1992), realizaron un estudio en la región Maya de México y Centroamérica para adentrarse más en los aspectos de Etnobotánica con relación al aguacate. De acuerdo con sus conclusiones, la domesticación del mismo ocurrió hace miles de años, cuando los antiguos pobladores movieron plantas de su medio silvestre hacia la cercanía de sus sitios de morada, a huertos, y luego las semillas ahí obtenidas fueron regresadas al medio silvestre.

4.1.2. Sistemática

El aguacate (*P. americana*), también conocido como palta (quechua), cura, avocado (inglés) o abacate (portugués) es un árbol con fruto comestible que pertenece a la familia *Lauraceae*, una de las más antiguas entre las plantas con flores. En esta familia se incluyen alrededor de 3,000 especies principalmente arbóreas de regiones tropicales y subtropicales, incluyendo a la canela (*Cinnamomum verum* J. Presl), al laurel (*Laurus nobilis* L.) y al árbol de sasafrás (*Sassafras albidum* Nutt.) (Barrientos, 2010).

No se puede asegurar que las antiguas civilizaciones o grupos étnicos que participaron en el proceso de domesticación del aguacate, hayan contribuido de alguna manera a la diferenciación de *P. americana* en subespecies, pero es evidente que se dieron tipos divergentes que se desarrollaron en aislamiento geográfico que finalmente dieron lugar a tipos botánicos distintos (Storey *et al.*, 1986), con diferencias formas de adaptación climática.

Tres de esos tipos en la actualidad son ampliamente conocidos a nivel mundial como subespecies o variedades botánicas de *P. americana*: *P. americana* ssp *drymifolia*, *P. americana* ssp. *guatemalensis* y *P. americana* ssp *americana* (Bergh, 1992).

Desde hace varios años se han conocido en los círculos hortícolas como razas ecológicas o razas hortícolas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana respectivamente

(Bergh y Ellstrand, 1986). Las razas Mexicana y Guatemalteca se originaron y domesticaron en las tierras altas de México y Guatemala, mientras que la raza Antillana tuvo su origen en la costa del Pacífico de Centroamérica, desde Guatemala hasta Costa Rica (Storey *et al.*, 1986).

4.1.3. Clasificación taxonómica del aguacate (Fersini, 1975)

Reino: *Plantae*

Subreino: *Tracheobionta*

Filo: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Magnoliidae*

Orden: *Lurales*

Familia: *Lauraceae*

Género: *Persea americana Mill.*

Especie: *Persea americana*

Botánicamente se clasifica en tres grupos:

a). *Persea americana* Mill. var. *americana* (*P. gratíssima* Gaertn.) (TSN 530949), aguacate antillano.

b). *Persea americana* var. *drymifolia* (Schldl. & Cham.) S. F. Blake, (TSN 530950), aguacate mexicano.

c). *Persea nubigena* var. *guatemalensis* L. O. Williams. (TSN 530948), aguacate guatemalteco.

4.1.4. Valor nutricional del aguacate

Hasta hace poco, el aguacate estaba prácticamente prohibido en las dietas bajas en calorías por su elevado contenido graso. Hoy en día forma parte de cualquier dieta saludable, siempre que se coma con moderación.

Es una fruta grasa, una porción de 30 gramos (1/5 de un aguacate) nos aporta 5 gramos de grasa. A pesar de su alto porcentaje graso, es un alimento muy recomendable (Carranza *et al.*, 1995).

Gran parte de las grasas de esta fruta son monoinsaturadas o cardiosaludables porque aumentan los niveles en sangre de colesterol HDL (colesterol bueno). Ha sido indicado en personas con un elevado colesterol LDL (colesterol malo).

Villanueva *et al.* (2007), lo definieron como una perfecta fuente de vitamina E, cuyo efecto antioxidante nos ayuda a reducir el riesgo de desarrollar enfermedades coronarias y a prevenir el envejecimiento celular, rico en fibra, lo que lo convierte en un estupendo tentempié saciante. Puede ayudar a disminuir la sensación de hambre entre comidas. Por su contenido graso, retrasa el vaciado del estómago y como resultado produce sensación de saciedad por más tiempo. Además, la presencia de compuestos como los fitoesteroles (betasitosterol), limitan la absorción intestinal de colesterol procedente de la dieta. Es rico en potasio y apenas contiene sodio regulando la presión arterial y previniendo la retención de líquido.

Actualmente la semilla del aguacate es considerada un producto de desecho, sin embargo, estudios fitoquímicos indican que es rica en metabolitos secundarios incluyendo polifenoles, ácidos grasos y alcaloides, también los estudios han indicado beneficios potenciales para la salud, como anticancerígeno, regulador del colesterol, antimicrobiano y antiinflamatorio (Dabas *et al.*, 2013).

La importancia socioeconómica del aguacate se deriva del beneficio que derrama entre productores, comercializadores, industrializadores y consumidores. Los huertos generan empleo al demandar mano de obra para las podas, los riegos, el cuidado nutritivo y fitosanitario, la cosecha, el acarreo, la selección, el empaque, el traslado, el mercadeo y ventas al mayoreo y menudeo. La demanda de mano de obra para la poda, cosecha, selección y comercialización es una aportación del aguacate a la atención de los problemas socioeconómicos derivados de la

globalización de la economía. El valor del cultivo por unidad de área hace del aguacate una opción comercial enfocada a los mercados nacionales e internacionales (Téliz y Mora, 2007).

4.1.5. Distribución y producción de aguacate en México

Con una producción histórica de un millón 997 mil 629 toneladas en 2017, México se consolidó como el principal productor de fruto a nivel mundial, informó la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2018). Es el principal proveedor de este alimento en el mercado internacional con una participación de 45.95 % del valor de las exportaciones mundiales.

Los principales destinos de exportación del aguacate son Estados Unidos, Japón, Canadá, España, Francia, Países Bajos, El Salvador, China, Honduras y Guatemala, que en conjunto representan cerca del 98 % del total de las exportaciones realizadas.

Los principales estados mexicanos productores son Michoacán, con una superficie sembrada de 158 806 has, Jalisco con 21 027 ha, Estado de México con 8 841 ha, Nayarit con 6 129 ha y Guerrero con 4 492 ha. Michoacán concentra 84.9 % del volumen de producción de aguacate, ya que produce más de un millón de toneladas. Otras entidades que tienen participación, son: Jalisco, Estado de México, Nayarit, Morelos y Guerrero.

Más de 60 países del mundo son productores de por lo menos 500 variedades. El campo de México es generador de las tres variedades más apreciadas por los consumidores: Hass, Criollo y Fuerte (SIAP, 2016).

En el Estado de México, en el municipio de Coatepec Harinas se produce el 25 % del aguacate mexiquense; es decir uno de cada cuatro provienen de este municipio; además en esta localidad se ubica el Banco de Germoplasma de

Aguacate, uno de los más importantes a nivel mundial por las distintas especies y razas que se conserva de esta fruta (SAGARPA, 2018).

La producción nacional de aguacate en febrero del 2019, fue de 400 mil 181 toneladas, 4.9 % superior a lo cosechado en el mismo mes el año pasado. En febrero, la producción nacional se incrementó 194 mil 741 toneladas (51.3%), en relación con el mes de enero. La superficie total cosechada en febrero de 2018, fue de 155 mil 620 hectáreas en el mismo mes de este año fue de 163 mil 983, lo que significa un incremento de 5.4 % (8 mil 363 hectáreas).

La producción nacional de aguacate a marzo de 2019, fue de 583 mil 426 toneladas; 3.4 % superior a lo cosechado el mismo mes del año pasado. Los estados de más altos rendimientos fueron: Veracruz 12.79, Estado de México 9.15 y Morelos 6.41 toneladas por hectárea (SIAP, 2019).

4.1.6. Características botánicas de la planta

El árbol del aguacate puede alcanzar hasta 20 m de altura, aunque comúnmente se mantiene en menos de 5 m, con el tronco que puede alcanzar hasta 60 cm de diámetro (Liogier, 1990), (Figura 1).



Figura 1. Árbol de aguacatero (*Persea americana*).

Las hojas son alternas, elípticas, coriáceas, lampiñas en la cara superior, algo pubescente y nervadura prominente en la cara inferior.

Las flores del aguacate son bisexuales, es decir, presentan estambres y pistilos al mismo tiempo y miden aproximadamente 10 mm de diámetro (Figura 2). Presentan simetría radial y se producen en grandes cantidades. Cada árbol genera grupos de flores de manera continua, por lo que la floración es constante durante semanas e incluso meses. Casi todos sus verticilos florales están agrupados en múltiplos de tres y presenta dos grupos de estambres, el primero con tres internos y tres externos (verticilo exterior) y el segundo con tres (verticilo interior), todos rodeando un carpelo central (Ish-Am y Eisikowitch, 1999; Chanderbali *et al.*, 2008).



Figura 2. Flores del aguacatero (*P. americana*), (Chanderbali *et al.*, 2008).

El fruto es carnoso con una sola semilla, presenta una gran variedad de formas, colores de piel y textura de la pulpa, de acuerdo a los diferentes tipos que se conocen (Figura 3). Posee una de las mayores cantidades de aceite entre las angiospermas y probablemente uno de los más nutritivos (Gazit y Degani, 2002; Raven, 2005).

Diversos tipos de Aguacate

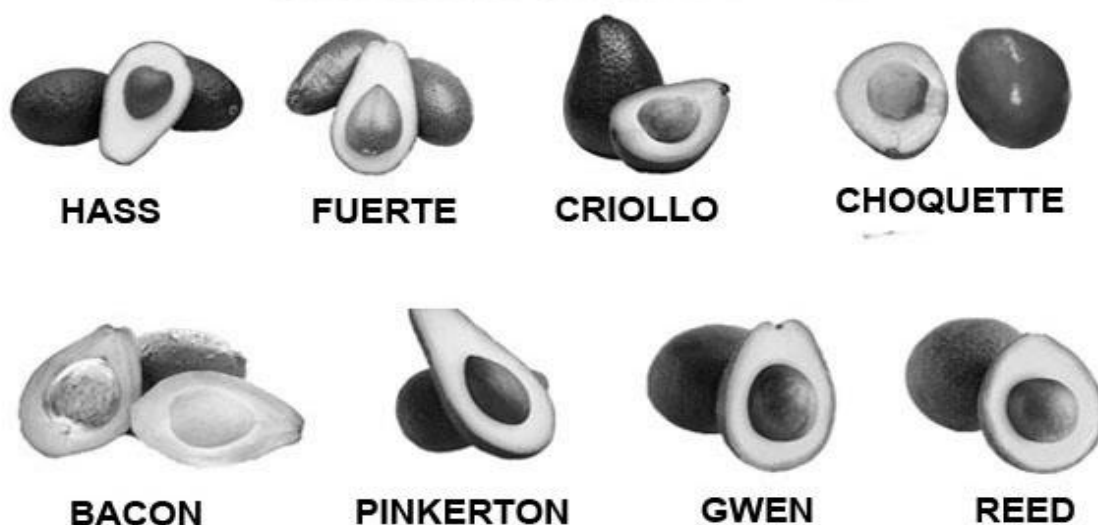


Figura 3. Variedad de formas del fruto, color de la piel y textura de la pulpa del aguacate (*P. americana*).

La semilla o hueso del aguacate presenta gran tamaño y puede ser utilizada en la medicina tradicional de algunas culturas como tratamiento frente a diferentes enfermedades (Chanderbali *et al.*, 2008); y en la elaboración de obras de arte tallando las caras de los espíritus del bosque, el cabello de las diosas antiguas y hasta las setas silvestres (Figura 4).



Figura 4. Semilla o hueso de aguacate (izquierda) y semilla de aguacate tallada (derecha).

4.2. Requerimientos Edafoclimáticos

4.2.1. Exigencias del clima

El aguacate puede cultivarse desde el nivel del mar hasta los 2.500 msnm; sin embargo, su cultivo se recomienda en altitudes entre 800 y 2.500 m, para evitar problemas con enfermedades, principalmente de las raíces. La temperatura y las precipitaciones son los dos factores de mayor incidencia en el desarrollo del cultivo. En lo que respecta a la temperatura, las variedades tienen un comportamiento diferente de acuerdo a la raza. La raza antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la raza guatemalteca son más resistentes y las mexicanas son las que presentan la mayor tolerancia al frío (Gallo, 1992).

En cuanto a las precipitaciones, se considera que 1.200 mm anuales bien distribuidos son suficientes. Las sequías prolongadas provocan la caída de las hojas, lo que reduce el rendimiento; el exceso de precipitaciones durante la floración y fructificación, reducen la producción y provoca la caída del fruto. El terreno destinado al cultivo debe contar con buena protección natural contra el viento o en su ausencia, establecer una barrera cortavientos preferentemente un año antes del establecimiento de la plantación (Gallo, 1979).

El viento produce daño, rotura de ramas, caída del fruto, especialmente cuando están pequeños. También, cuando el viento es muy seco durante la floración, reduce el número de flores polinizadas y por consiguiente de frutos. El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fungosas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la formación de menor número de frutos (Gallo, 1992).

4.2.2. Exigencias de suelo

El aguacate se adapta a una amplia gama de suelos, desde los casi totalmente arenosos, hasta los arcillosos, siempre que posean un buen drenaje interno; sin embargo, la textura más recomendada es la franca ya que las texturas arcillosas tienden al encharcamiento (Amortegui, 2001). Es aconsejable disponer de al menos 0.8-1.0 m de suelo de buena estructura sobre un subsuelo poroso, para garantizar una larga vida del árbol. Es conveniente que el contenido de materia orgánica sea de 2.5 a 5 % para una buena estructura que permita la porosidad y, consecuentemente, las proporciones adecuadas de aire y agua en el suelo serán adecuadas (Alfonso, 2008). Es muy sensible al encharcamiento, lo que produce asfixia radical y favorece el crecimiento de hongos que provocan la pudrición de la raíz como *Phytophthora cinamomi* (Cortez *et al.*, 2005). El pH de 6.5 es aceptable. En cuanto a la pendiente, puede oscilar entre el plano no inundable hasta pendientes menores a 70 %.

4.3. Plagas principales

Al igual que en otros cultivos, durante las primeras etapas del aguacate este puede ser atacado por insectos; pero a medida que transcurre el tiempo y la plantación va creciendo, el manejo se hace un problema más fuerte e importante. Son varios los insectos que podrían hacer su aparición en los huertos. Por ello es de vital importancia vigilar cuidadosamente para evitar que lleguen a ser tan numerosos que puedan producir daños graves.

Las plagas consideradas de mayor importancia económica que se presentan en las plantaciones de México son el ácaro café (*Oligonychus punicae* (Hirst)), el ácaro cristalino (*O. perseae* (Tuttle, Baker & Abbatiello)), el barrenador pequeño de la semilla (*Conotrachelus perseae* Barber) y el barrenador de las ramas (*Copturus aguacatae* Kissinger) y varias especies de trips (*Thysanoptera*), (Equihua *et al.*, 2007).

El ácaro cristalino (*Oligonychus perseae*), se hospeda en el haz de las hojas de cualquier edad, principalmente a lo largo de las nervaduras laterales de donde se alimenta succionando la savia; se protege con una seda y forma numerosas colonias que dan origen a puntos de tejido muerto afectando así la fotosíntesis. Los daños se caracterizan porque las hojas presentan puntos de color verde claro, que se tornan amarillo rojizo y por último café oscuro. Los árboles de un huerto altamente infestado pueden presentar defoliación, debilitamiento general y, en consecuencia, tienden a ser raquíuticos, con frutos poco desarrollados y escasos, se presenta todo el año, pero con mayor severidad en primavera y otoño; es favorecido por temperaturas altas y lluvia escasa, aunque a diferencia de *O. punicae*, este ácaro persiste en condiciones de lluvia moderada (Lemus, 2017).

4.3.1. Acaro café (*Olygonicus punicae*)

El ácaro *O. punicae*, es conocido como ácaro marrón o café. Se localiza inicialmente a lo largo de la nervadura central de la hoja para después extenderse a la nervadura secundaria, hasta casi ocupar toda la superficie foliar, que se torna de color marrón, y en los casos de ataques graves, la hoja finaliza desprendiéndose (Calatrava, 1992).

Es un ácaro fitófago que pertenece a la familia *Tetranychidae*, presenta una amplia distribución a nivel mundial y constituye el grupo más numeroso del orden Acarina. Los miembros de esta familia se caracterizan por poseer un cuerpo pequeño, globoso. La hembra es de forma redondeada y el macho, de menor tamaño, de forma alargada y de menor longitud, ambos con número y longitud de setas dorsales variable entre especies.

En México y específicamente en la zona productora de aguacate del Estado de México, los ácaros tetránquidos del género *Oligonychus* son unos de los principales problemas fitosanitarios del cultivo (Lemus, 2017) (Figura 5).



Figura 5. Ácaros del género *Oligonychus*: A) Acaro café (*Oligonychus punicae*), B) Acaro cristalino (*Oligonychus perseae*). Fuente: GIIA, 2013.

Inicia su daño con puntos rojizos que se distribuyen e incrementan por toda la hoja hasta llegar a ocasionar un bronceado total (Figura 6). Cuando se descuidan las huertas, el ácaro puede atacar retoños, flores, el envés de las hojas y frutos en formación; se le puede encontrar durante todo el año, pero con mayor incidencia en los meses secos y calurosos del año (febrero-mayo), se reduce drásticamente la población con la presencia de las lluvias a partir del mes de junio (Lemus, 2017).



Figura 6. Daños ocasionados por el ácaro café (*Oligonychus punicae* Hirst 1926) en hojas de aguacate. Fuente: Boyero et al. (2014).

Según estudios realizados por Sances et al. (1982), es una plaga muy importante del aguacate en México, ya que densidades de alrededor de 300 ácaros por hoja ocasionan un bronceado de las hojas y defoliación parcial. En densidades menores ocasiona solo puntuaciones ligeras. Sin embargo, la defoliación puede ocurrir a

densidades menores, cuando se presentan 70 hembras adultas por hojas durante periodos cortos o cuando se tiene por varias semanas 50 hembras adultas por hoja.

Los daños afectan la transpiración de la planta, pues al alimentarse reduce la apertura estomatal y como consecuencia limita la fotosíntesis; la planta pierde vigor y en infestaciones severas la defoliación es abundante. El cultivar Hass es muy sensible a este ácaro; infestaciones muy altas pueden dañar no sólo el haz sino también el envés y los frutos (Franciosi, 2003).

El efecto succionador del ácaro, en sus diferentes estados de desarrollo sobre las hojas, se traduce en un cambio notorio y visible de coloración en las áreas atacadas, del verde intenso, a una coloración rojo-cobrizo y un efecto de epinastía desde los bordes de las hojas hacia el nervio medio (Rojas, 1981).

Lara *et al.* (2018) realizaron un estudio sobre el comportamiento espacial de esta plaga en el Estado de México, identificando a través de las técnicas de estadística espacial (SADIE y geoestadística), por medio de krigeado y la estimación de la superficie infestada, el grado de daño de la misma. Los resultados indicaron que las poblaciones de araña café presentan una distribución de tipo agregada, ajustándose a los modelos de tipo Gaussiano, Esférico y Exponencial, demostrando que las infestaciones no se distribuyen en el 100 % de las parcelas de aguacate, encontrando lugares donde la infestación es poca, lo cual permitiría dirigir de manera eficaz acciones de control químico.

4.3.1.1. Ciclo biológico

El ciclo de vida de *O. punicae* consiste en cuatro estados de desarrollo: huevo, larva, ninfa y adulto. El estado ninfal se divide en dos etapas, la posterior a la larva, protoninfa y la anterior al adulto, deutoninfa. Después de cada etapa activa de desarrollo tienen una etapa inactiva o de quiescencia denominada ninfocrisálida (Jeppson *et al.*, 1975).

La duración de cada estado de desarrollo es variable, depende de las condiciones de humedad, temperatura y tipo de hospedante. Se ha observado en trabajos de laboratorio que el tiempo de desarrollo es variable dependiendo de la variedad de aguacate.

Cerna *et al.* (2009) observaron que a 24 °C, la duración del desarrollo de huevo a adulto en las variedades Hass y Fuerte fue de 7.78 y 7.74 días, respectivamente, mientras que, en aguacate Criollo, la duración se incrementó a 9.54 días. Barbosa (1983) observó que el tiempo de desarrollo a 22 °C fue de 15.74 días.

4.3.1.2. Manejo

Los métodos de manejo que más se utilizan son de tipo cultural, físico, biológico y químico; con los cuales se pretende disminuir las poblaciones de las plagas. Las prácticas que se utilizan son a) la aplicación de insecticidas, b) la realización de una fertilización equilibrada, c) el combate de maleza, d) la selección de genotipos resistentes y las podas fitosanitarias (Díaz *et al.*, 2001; Ayvar *et al.*, 2003).

Control Biológico: Asociado con la presencia de *O. punicae*, en las huertas de aguacate en México, se ha encontrado altas poblaciones naturales de varios depredadores, siendo los más comunes *Amblyseius* spp el cual consume huevos de ácaros fitófagos, *Euseius* spp, *Galendronus helveolus*, con igual hábito alimenticio y *Typlodromus cornus*. El trips de seis manchas *Scolothrips sexmaculatus*, *Franklinothrips vespiformis*, *F. orizabensis*, *Leptothrips mali* y el trips negro con bandas blancas *Aeolothrips fasciatus*. También son comunes las larvas de los depredadores generalistas *Crysoperla carnea* y *Hemerobius pacificus* conocidos como crisopa verde y crisopa café respectivamente; también *Sthethorus* spp, cuyas especies son depredadores específicos de ácaros fitófagos (Badii *et al.*, 2000; Sánchez *et al.*, 2001; Hoddle, 2008).

Control cultural: Se recomienda podar (quemar las ramas y hojas dañadas). Si las ramas y hojas se dejan tiradas en el suelo los ácaros se dispersan a otros árboles,

limpiar herramientas y maquinarias que se utilicen en un huerto infestado (Lemus, 2017).

La reducción de malas hierbas en las huertas para evitar la competencia con el cultivo, también contribuye a la destrucción del hábitat natural de los depredadores en general (Sánchez *et al.*, 2001).

Control químico: El control químico es el método más utilizado para el combate de plagas y enfermedades. Esto se debe a que es el método más fácil y ofrece resultados relativamente rápidos. Sin embargo, el uso irracional de los agroquímicos ha generado problemas a la salud humana, al ambiente y ha ocasionado problemas de resistencia a los productos empleados (SENASICA, 2014).

Según Soto (2013), uno de los métodos de control más utilizado para el manejo de ácaros, es la aplicación de productos químicos, sin embargo, algunos de ellos pueden producir efectos nocivos al medio ambiente.

El ácaro rojo es controlado de manera eficaz y económica con aplicaciones de azufre en dosis que dependiendo de la presentación del producto oscilan de 2 a 7 kg/ 1000 L de agua. Otra forma es mediante la aplicación de aceites derivados del petróleo, como es el aceite mineral ligero PureSpray Foliar 22 E en dosis de 2 L/ 100 L de agua, o aceite parafínico de petróleo aplicando 2 - 3 L/100 L de agua; sin embargo, cuando estos son de bajo peso molecular no tienen efecto como ovicidas. La ventaja de la utilización de estos productos es que son aceptados como estrategia de control en la agricultura orgánica. Otros productos autorizados para su uso en aguacate contra ácaros es la Abamectina en dosis de 0.5 a 1.5 L /1000 L de agua; Azadiractina en dosis de 0.5 a 2 L /1000 L de agua y Lambda cyhalotrina 0.5 a 1 L /1000 L de agua (González, 1986; Arias, 1990; Adame, 2001; Morales *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2001; Hoddle, 2008). De cualquier manera, se sugiere realizar de 3 a 4 aspersiones con brisa suave, la primera cuando haya 10 % de floración, otra en plena floración, una más casi al concluir ésta y la última en frutos de tamaño cabeza de cerillo (± 3 mm) a canica (± 1 cm).

De Tenerife (2010), al aplicar espiroclorfen (Envidor) en aguacate, a los 7 y 14 días después reportó eficacias de 95.9 % y 95.3 %, respectivamente. Asimismo, la aplicación de abamectina (Vertimec) superó el 90 % a los 14 días de la aplicación. Escobedo de la Cruz (2017), realizó un estudio sobre el control de ninfas y adultos de *O. punicae*, alcanzando la mayor eficiencia de control con el milbemectin (Milbeknok®) con un 97 % de efectividad, un día después de la aplicación. Reportó además que las aplicaciones con fenpyroximate (Kenyo®) y milbemectin (Milbeknok®) son más eficientes en los primeros días después de la aplicación en comparación con tratamientos a base de etoxazole (Acarisil®), el cual resultó más eficiente a partir de los 14 días después de la aplicación.

Otros investigadores como Lemus (2017) sugiere para el control de ácaros en aguacate el uso de lambda cialotrina, fenproximate, spiroclorfen, aceite mineral ligero, azadiractina o azufre elemental.

En estudios realizados por Heredia (2012), se encontraron porcentajes de efectividad biológica del 89 y 93 % para abamectina y spiroclorfen respectivamente sobre *O. punicae* en aguacate.

El Bifenizate es otro agroquímico ampliamente utilizado en todo el mundo para el control de todas las etapas de crecimiento de distintos géneros de ácaros (*Tetranychus* spp., *Panonychus* spp., y *Oligonychus* spp.) en una amplia variedad de cultivos incluyendo frutas y ornamentales (Van Nieuwenhuyse *et al.*, 2012).

Patra *et al.* (2014), señalaron los efectos que obtuvieron al aplicar etoxazol sobre ácaros fitófagos, reportando que es de uso exclusivo en el control de huevos y ninfas de *O. punicae*, en aguacate, logrando la muerte total después de la primera aplicación.

Según Rodríguez (2015), los métodos de control químico son muy agresivos y no siempre su aplicación y dosificación es realizada de la manera correcta, lo cual ha

ocasionado que los ácaros desarrollen índices de resistencia a piretroides y organofosforados. En muchos casos el uso de insecticidas clasificados como orgánicos es una alternativa para el control de las altas poblaciones de ácaros en las huertas de aguacate.

En general, para el control químico del ácaro del aguacate se recomienda usar plaguicidas que tengan el mínimo impacto posible sobre los enemigos naturales, dejando algunas plantas como refugio de los mismos, así como usar el plaguicida solo cuando sea necesario, por lo que se debe valorar la población de *O. punicae* y de los enemigos naturales presentes en la parcela antes de cualquier aplicación (Hoddle, 2008).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Ubicación del estudio y localización

El trabajo se realizó entre los meses de octubre y noviembre del 2018, en dos huertas comerciales de aguacate (*P. americana*), cultivar Hass, ubicadas en dos sitios del municipio de Coatepec Harinas, en el Estado de México, México. El estado fenológico de los árboles fue desarrollo vegetativo y floración - fructificación.

El primer estudio se instaló en un lote comercial en el poblado de Anacalco (Sitio 1), ubicado geográficamente a los 18° 55' 47.25" de latitud norte, 99° 46' 28.07" de longitud oeste y a una altura sobre el nivel medio del mar de 2 306 m. El segundo en la Colonia Segunda del Monte (Sitio 2), ubicado geográficamente a los 18° 55' 32.2" de latitud norte, 90° 47' 00.8" de longitud oeste y a una altura sobre el nivel medio del mar de 2 284 m (Figura 7).



Figura 7. Ubicación geográfica de los huertos de aguacate donde se realizó el estudio: Anacalco (Sitio 1) (Izquierda) y Colonia Segunda del Monte (Sitio 2), en Coatepec Harinas, Estado de México, México.

5.2. Diseño experimental

Los tratamientos fueron instalados en un diseño experimental de bloques completamente al azar con nueve tratamientos y cuatro repeticiones (Cuadro 1).

En el Sitio1 (Anacalco) los árboles están plantados en marco real a 7 X 7 m, por lo cual la unidad experimental fue un árbol, dando una superficie de 49 m² y 196 m² por tratamiento; mientras que en el Sitio 2 (Colonia Segunda del Monte), la plantación está en tresbolillo con 7 m entre árboles y 8 m entre hileras, lo que equivale a 56 m² por unidad experimental y 224 m² por tratamiento. La parcela útil fue la totalidad de la unidad experimental en ambos sitios de muestreo.

Cuadro 1. Distribución de los bloques y tratamientos en campo para el control químico de *Oligonychus punicae* en el cultivo de aguacate en Coatepec Harinas, México.

9	2	1	4
8	7	9	3
7	4	8	5
6	1	5	8
5	6	2	7
4	3	7	6
3	8	4	9
2	9	3	1
1	5	6	2
BLOQUE I	BLOQUE II	BLOQUE III	BLOQUE IV

5.3. Tratamientos y dosis evaluadas

En el Cuadro 2 se especifican los tratamientos evaluados contra el acaro café (*O. punicae*) en aguacate.

Cuadro 2. Tratamientos y dosis evaluadas en el control del acaro café (*Oligonychus punicae* Hirst) (Acari: Tetranychidae), en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) en Coatepec Harinas, Estado de México, México.

Tratamientos	Dosis de ingrediente activo (g. ha ⁻¹)			Dosis P.F./ha
	Novaluron	Acetamiprid	Benzoato de emamectina	
1. Testigo absoluto				
2. Barazide EC	37.60		29.40	0.20 L
3. Barazide EC	56.40		44.10	0.30 L
4. Ubertop 255 DC		109.00	18.50	0.50 L
5. Ubertop 255 DC		163.50	27.75	0.75 L
6. Ubertop 255 DC		218.00	37.00	1.00 L
7. Scarlett EC	70.00	56.00		0.70 L
8. Scarlett EC	80.00	64.00		0.80 L
9. Scarlett EC	100.00	80.00		1.00 L

5.4. Aplicación de los tratamientos

Se realizaron dos aplicaciones de los plaguicidas al follaje, con intervalos de 14 días entre ellas, empleándose una aspersora motorizada de mochila (Arimitsu®) con aguilón de dos boquillas y calibrada para aplicar un volumen de 2000 L/ha.

5.5. Número de evaluaciones y parámetros analizados

Se efectuó una pre-evaluación, antes de la aplicación de los tratamientos para comprobar la existencia de la plaga. Posterior a los tratamientos se realizó una evaluación a los catorce días después de la primera aplicación y una segunda evaluación a los catorce días posteriores a la segunda aplicación, completándose un total de tres evaluaciones.

Se evaluaron las poblaciones totales del ácaro, empleando el método de evaluación cuantitativo, para lo cual se contabilizaron las poblaciones totales (ninfas + adultos) de (*O. punicae*) por punto de muestreo.

Se tomaron al azar 10 hojas de la parte media del árbol y se registraron las poblaciones totales (ninfas + adultos) por campo de lupa (3 x 3 cm²) en el haz de las hojas maduras y en las nervaduras centrales para un total de 40 hojas/tratamiento (Morales *et al.*, 2003).

5.6. Análisis estadísticos

Se realizaron pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianza. Cumplidos los mencionados supuestos, se llevaron a cabo pruebas paramétricas, donde los datos obtenidos en cada evaluación fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$), aplicando el paquete de análisis estadístico SAS® versión 9 (SAS, 1996). Posteriormente se calculó el porcentaje de eficacia de los tratamientos con la fórmula de Abbott (1925).

$$\% E = [IT - It / IT]. 100$$

% E= porcentaje de efectividad

IT= infección en el testigo

It= infección en el tratamiento

5.7. Evaluación de la fitotoxicidad

La evaluación de la fitotoxicidad de los tratamientos se realizó con la escala de puntuación propuesta por la EWRS (European Weed Research Society) y su interpretación agronómica y porcentual (Cuadro 3 y 4).

Cuadro 3. Escala de puntuación propuesta por la EWRS para evaluar fitotoxicidad al cultivo, y su interpretación agronómica porcentual.

VALOR	EFEECTO SOBRE MALEZA	EFEECTO SOBRE CULTIVO
1	Muerte completa	Sin efecto
2	Muy buen control	Síntomas muy ligeros
3	Buen control	Síntomas ligeros
4	Suficiente en la práctica	Síntomas que no se reflejan en rendimiento
5	Control medio	Daño medio
6	Regular	Daños elevados
7	Pobre	Daños muy elevados
8	Control muy pobre	Daños severos
9	Sin efecto	Muerte completa

Cuadro 4. Transformación de la escala puntual logarítmica de la EWRS a escala porcentual.

VALOR	% CONTROL DE MALEZA	% FITOTOXICIDAD AL CULTIVO
1	99.0 - 100.0	0.0 - 1.0
2	96.5 - 99.0	1.0 - 3.5
3	93.0 - 96.5	3.5 - 7.0
4	87.5 - 93.0	7.0 - 12.5
5	80.0 - 87.5	12.5 - 20.0
6	70.0 - 80.0	20.0 - 30.0
7	50.0 - 70.0	30.0 - 50.0
8	1.0 - 50.0	50.0 - 99.0
9	0.0 - 1.0	99.0 - 100.0

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Sitio 1. Anacalco

Las observaciones previas al inicio del estudio mostraron que las poblaciones de ninfas y adultos del ácaro café, en todas las parcelas, mostraron infestaciones entre 4.2 y 6.0 individuos, sin diferencias entre ellas (Figura 8), lo que permitió comenzar la aplicación de los plaguicidas bajo las mismas condiciones de infestación.

Según Lemus (2017), el ácaro café es uno de los principales problemas fitosanitarios del cultivo del aguacate, con mayor incidencia en los meses secos y calurosos del año, y puede llegar a ocasionar la defoliación total de la planta y la obtención de frutos de baja calidad sino se ejerce un control a tiempo.

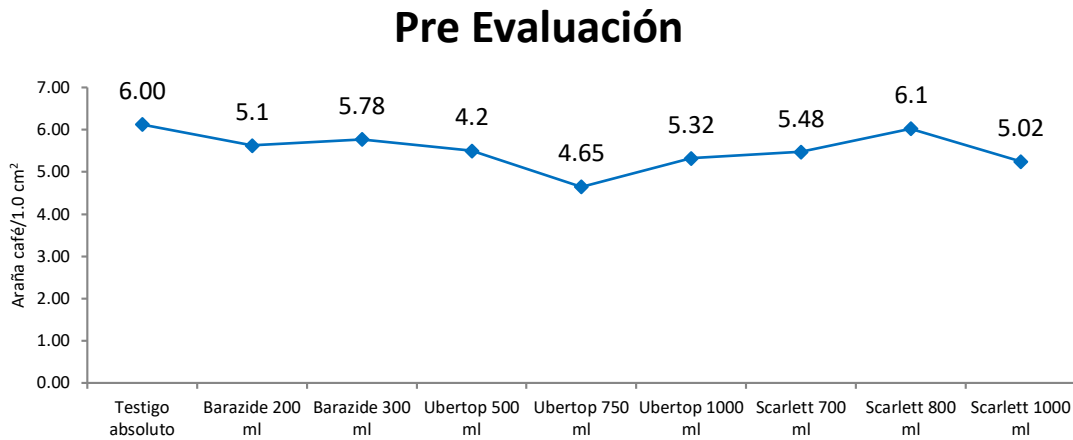


Figura 8. Número de individuos del acaro café, por campo de lupa, en el cultivo de aguacate en la localidad de Anacalco (Sitio 1) en Coatepec Harinas, Estado de México.

Los síntomas del daño ocasionado por el ácaro se manifestaron principalmente en el haz de las hojas del estrato medio, mostrándose puntos rojizos que se distribuyeron e incrementaron por toda la lámina foliar hasta llegar a ocasionar bronceado coincidiendo con los síntomas descritos por Calatrava (1992).

Según los valores de las poblaciones del ácaro registrados en esta localidad (Cuadro 5), se puede observar en la 1^{ra} evaluación una disminución de la plaga con casi todos los plaguicidas empleados respecto al testigo (5.8 individuos)

independiente de las dosis. Diferenciándose significativamente Barazide EC a 0.30 L. ha⁻¹ (1.02) y Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ (1.27), seguido de Scarlett 1.00 L. ha⁻¹ (2.1).

Cuando se realizó la 2^{da} evaluación el testigo sin control químico, alcanzó infestaciones elevadas (7.3), mientras que Barazide EC aplicado a 0.20 y 0.30 L. ha⁻¹ continuó disminuyendo las poblaciones de la plaga con estas dosis a (0.6 y 0.9) respectivamente, sin diferencias con Ubertop 0.50 y 1.00 L. ha⁻¹ que tuvo poblaciones de 0.7 y 1.2 individuos respectivamente. Scarlett por su parte, lejos de disminuir la población del ácaro, la incrementó respecto a la 1^{ra} evaluación, diferenciándose de los demás tratamientos.

Cuadro 5. Poblaciones del ácaro café (*O. punicae*) observados por campo de lupa, en hojas de aguacate en Anacalco, Coatepec Harinas, Estado de México.

Tratamientos	Dosis	1^a Eval	2^a Eval
	P.F./ha		
1. Testigo absoluto		5.80 d	7.30 c
2. Barazide EC	0.20 L	2.10 abc	0.95 a
3. Barazide EC	0.30 L	1.02 a*	0.65 a*
4. Ubertop 255 DC	0.50 L	2.97 bc	2.70 b
5. Ubertop 255 DC	0.75 L	2.25 abc	1.20 a
6. Ubertop 255 DC	1.00 L	1.27 ab	0.72 a
7. Scarlett EC	0.70 L	3.67 c	3.65 b
8. Scarlett EC	0.80 L	2.55 abc	3.32 b
9. Scarlett EC	1.00 L	2.15 abc	3.20 b

P.F.: Producto Formulado

*Tratamientos con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales según prueba de Tukey

Numerosos estudios plantean que la densidad poblacional y fecundidad de varios tetránquidos, depende de la calidad de la planta, modificada directamente por la aplicación de fertilizantes e indirectamente por la protección de algunos plaguicidas (Kerguelen y Hoddle, 2000).

Resultados similares fueron obtenidos por Lemus *et al.* (2016) quienes informaron que las poblaciones del ácaro café en aguacate, disminuyeron drásticamente aplicando acaricidas a los siete días, reduciendo así las poblaciones a valores entre 1-25 ácaros/hoja, en contraste con el testigo donde la población se mantuvo prácticamente igual (100 ácaros/hoja).

6.2. Sitio 2. Colonia Segunda del Monte

Las observaciones previas al inicio del estudio mostraron que las poblaciones de ninfas y adultos del ácaro café en aguacate, en todas las parcelas, mostraron infestaciones entre 4.6 y 6.1 individuos, sin diferencias estadísticas entre ellas, lo que permitió comenzar la aplicación de los plaguicidas bajo los mismos niveles de población (Figura 9).

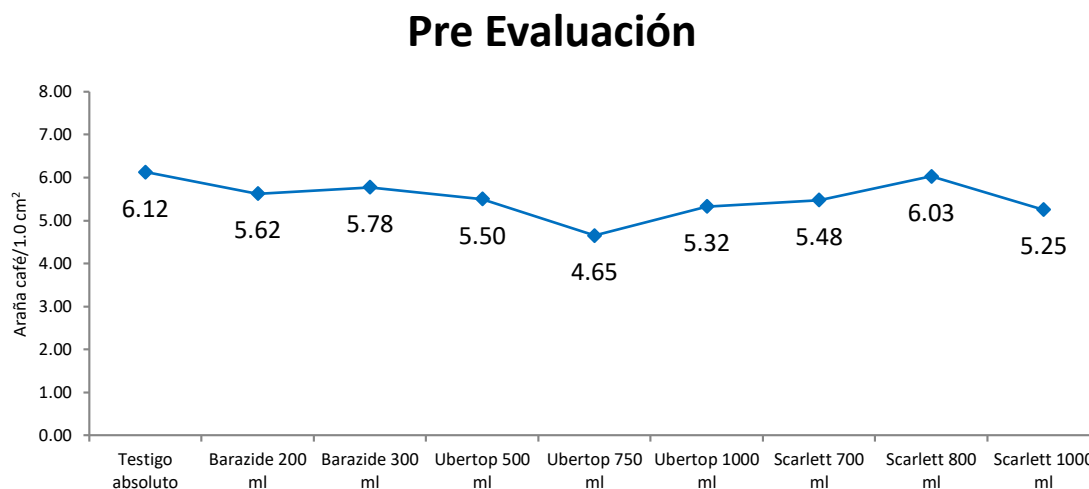


Figura 9. Número de individuos del ácaro café por campo de lupa en el cultivo de aguacate en la Colonia Segunda del Monte, en Coatepec Harinas, Edo. de México.

En la 1^{ra} evaluación los resultados fueron muy similares a los encontrados en Anacalco. Barazide en la dosis de 0.30 L. ha⁻¹ (Cuadro 6), registró las poblaciones más bajas del ácaro, pero solo diferenciándose del testigo y de Scarlett en la dosis

más baja. En la 2^{da} evaluación Barazide en dosis de 0.20 y 0.30 L. ha⁻¹, siguió manteniendo las poblaciones más bajas de los tratamientos, diferenciándose del testigo y de Ubertop y Scarlett en la menor dosis.

Cuadro 6. Poblaciones del ácaro café (*O. punicae*) observados por campo de lupa, en hojas de aguacate en la Colonia Segunda del Monte, Coatepec Harinas, Estado de México.

Tratamientos		Dosis	1 ^a Eval	2 ^a Eval
		P.F./ha		
1.	Testigo absoluto		8.25 c	9.10 e
2.	Barazide EC	0.20 L	1.42 a b	0.97 a b c
3.	Barazide EC	0.30 L	0.85 a*	0.75 a*
4.	Ubertop 255 DC	0.50 L	2.07 a b	1.70 c d
5.	Ubertop 255 DC	0.75 L	1.65 a b	1.25 a b c
6.	Ubertop 255 DC	1.00 L	1.00 a	0.87 a b
7.	Scarlett EC	0.70 L	2.67 b	2.32 d
8.	Scarlett EC	0.80 L	1.72 a b	1.62 b c d
9.	Scarlett EC	1.00 L	1.57 a b	1.17 a b c

P.F.: Producto Formulado

*Tratamientos con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales según prueba de Tukey

Este acaro es muy activo y abundante en condiciones favorables para su desarrollo, contando hasta un promedio de 80 arañas por hoja. En la región de Uruapan se menciona como una de las plagas más importantes, donde alcanza el 71 % de infestación de las huertas, siendo su control satisfactorio con tres productos probados y poder de acción por 66 días. La araña roja en Coatepec Harinas presenta dos picos poblacionales uno en el mes de mayo y otro en el mes de noviembre, siendo el primero el más alto (Bucio, 1992).

Según reportes realizados por Cruzado (2011), los lavados a base de aceites y detergentes agrícolas solo dan buenos resultados cuando existen poblaciones bajas, < 2 % de infestación de daño y en condiciones adecuadas.

Los detergentes tales como Frother® 60 %, seguido por el detergente industrial Blancanieve, ejercen un control más eficiente sobre la población de ninfas principalmente a los dos días después de la aplicación de los tratamientos, ya que conforme van transcurriendo los días estos van perdiendo su efecto residual (Valderrama, 2014).

En este ensayo pese a que las poblaciones en el testigo estaban entre 8 y 9 individuos por campo de lupa, se pudo lograr una disminución a 0.7-2.3 con los productos, lo cual evidencia un buen control por parte de los tres plaguicidas usados.

El Cuadro 7 refleja la Eficacia obtenida mediante la fórmula (Abbott, 1925) entre los diferentes tratamientos y dosis aplicadas para el control de *O. punicae* en aguacate en Anacalco y en la Colonia Segunda del Monte, Coatepec Harinas, Estado de México.

En el Sitio 1, en la 1^{era} evaluación, la eficacia mayor se logró con la aplicación de Barazide EC 0.30 L. ha⁻¹, logrando 82 %, la cual se diferenció del resto de los tratamientos. Un aumento en la eficacia se manifestó, en la 2^{da} evaluación nuevamente con Barazide EC 0.30 L. ha⁻¹ y Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ con 91 y 90 % respectivamente, con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Cuadro 7. Eficacias de control (Abbott) de los tratamientos evaluados para el control del acaro café (*O. punicae*) en el cultivo de aguacate en dos sitios en Coatepec Harinas, Estado de México.

Tratamientos	Dosis P.F./ha	Anacalco		Colonia Segunda del Monte	
		1ª Eval	2ª Eval	1ª Eval	2ª Eval
1. Barazide EC	0.20 L	63.64c	86.64b	82.47dc	89.18c
2. Barazide EC	0.30 L	82.17a*	91.07a*	89.57a*	91.46a*
3. Ubertop 255 DC	0.50 L	48.23g	63.03d	74.23e	81.17g
4. Ubertop 255 DC	0.75 L	61.20e	83.01c	80.04d	86.11e
5. Ubertop 255 DC	1.00 L	78.07b	90.13a	87.69ba	90.22b
6. Scarlett EC	0.70 L	36.53h	50.02g	67.45f	74.30h
7. Scarlett EC	0.80 L	56.08f	54.23f	79.06d	82.06f
8. Scarlett EC	1.00 L	62.30d	56.16e	85.11bc	87.14d

P.F.: Producto Formulado

*Tratamientos con la misma letra en columnas son estadísticamente iguales según prueba de Tukey

En el Sitio 2 (Colonia Segunda del Monte) la eficacia en la 1^{era} evaluación, ratificó a Barazide EC 0.30 L. ha⁻¹ (89. 57 %) como el mejor tratamiento con diferencias con respecto a los demás tratamientos, excepto con Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ que obtuvo un 87.69 %.

En la 2^{da} evaluación cuando se aplicó Barazide EC 0.30 L. ha⁻¹ hubo un aumento de la eficacia (91.46 %), seguido por Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ que, aunque difiere del anterior llegó a (90 %). Estos finalmente se diferenciaron de los demás tratamientos.

En general, para el control químico del ácaro del aguacate se ha recomendado usar plaguicidas que tengan el mínimo impacto posible sobre los enemigos naturales, dejando algunas plantas como refugio de los mismos, así como usar el plaguicida solo cuando sea necesario, por lo que se debe valorar la población de *O. punicae* y

de los enemigos naturales presentes en la parcela antes de cualquier aplicación (Hoddle, 1999).

Torres (2007), realizó ensayos en parcelas comerciales para conocer la eficacia de las materias activas como: Azufre mojable 80 % p/v, Agua a presión, Aceite de verano 83 % p/v, Mezcla de Melamiel (Aceite) y Gescen (azufre). El formulado que mostró una mayor eficacia fue el azufre mojable, con un 83 % de mortalidad de la acaro cristal, pero también fue el que más afectó a la fauna benéfica presente en el aguacatero (Cruzado, 2011).

Una estrategia que puede contribuir con éxito a programas de manejo integrado de plagas es la utilización de compuestos naturales extraídos de plantas, los cuales vienen siendo ampliamente estudiados y con resultados promisorios en el control de ácaros fitófagos (Soto, 2013).

Finalmente, no se mostró evidencias de daños o fitotoxicidad en los tratamientos efectuados con estos plaguicidas en campo. Al respecto, autores como Bernardi *et al.* (2013), plantearon que, en la práctica, la pericia en el manejo de los factores que inciden en la selectividad, junto con el seguimiento de la evolución de las plagas y sus enemigos naturales, favorecen la compatibilidad entre productos fitosanitarios, los organismos benéficos y evitan la fitotoxicidad de los productos.

VII. CONCLUSIONES

1. Los plaguicidas Barazide, Ubertop y Scarlett tuvieron un buen efecto de control sobre araña café (*Oligonychus punicae*) en el cultivo del aguacate en ambos sitios evaluados (Anacalco y Colonia Segunda del Monte) pertenecientes al Municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.
2. La mayor Efectividad biológica en el control de araña café (*Oligonychus punicae*) en aguacate, se observó con la aplicación de Barazide 0.3 L. ha⁻¹ con 91 % y Ubertop 1.00 L. ha⁻¹ con 90 %, en ambas localidades de Coatepec Harinas, Estado de México.
3. No se detectaron efectos fitotóxicos con ninguno de los plaguicidas evaluados en aguacate Var. Hass para el control de araña café (*Oligonychus punicae*).

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de Barazide (Novaluron 56 % + Benzoato de emamectina 44 %) aplicado en dosis de 0.3 L. ha⁻¹, en programas fitosanitarios, como acaricida en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill), para el control de la araña café (*Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae).

IX. LITERATURA CITADA

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol., 18: 265-266.
- Adame, E.L. y Ochoa, S.A. (2001). Estudio de la efectividad biológica del Karate Zeón (microencapsulado) para el control de la araña roja *Oligonychus punicae* (Hirst), en aguacatero *Persea americana* Miller. Pp. 101–106. In: Ochoa, A. S., Morales, G.J. L., Álvarez, S. J., Vidales, F. I. y A.V.M. Coria (Eds.). Memoria del 1er. Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate. Uruapan, Michoacán, México. Agropecuarias, INIA. Colección Libros INIA. No. 23. Chile.
- Alfonso B.J.A. (2008). Manual Técnico del cultivo de aguacate Hass, Lima, Cortez, Honduras.
- Amortegui, F.I. (2001). El cultivo de aguacate. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria PRONATTA. Colombia.
- Aponte, O., McMurtry, J.A. (1997). Damage on Hass avocado leaves, webbing and nesting behavior of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology 21: 265-272.
- Arias, Z.M. (1990). Ácaros plaga del aguacate. En: Ácaros fitófagos. Biología y combate. Vera, J., Prado, E. y Lagunes, A. (Editores). Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo. de México. p. 160-168.
- Ayvar, S.S., Mena, A., Durán, R.J.A., Alcántara, J.J., De Luna, M.J.G., Pereyda, H.J. y Noriega, C.D.H. (2003). Guía para el manejo integrado del amarillamiento de la oca. Centro de Estudios Profesionales. Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala, Gro. México. p. 57.
- Badii, M.H., Flores, E.A. y Ponce, G. (2000). Control biológico de arañas rojas. En: Fundamentos y perspectivas de control biológico. Badii, H.M., Flores, E.A. y Galán Wong, J.L. (Editores). El papel de los ácaros depredadores en el control biológico. Primera edición. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México. p. 255- 280.
- Barbosa, G.A.M. (1983). Ciclo biológico de la araña roja del aguacate *Oligonychus punicae* (Hirts) en estudio de laboratorio. Tesis profesional. Chapingo. 52pp.

- Barrientos, P.A.F. (2010). El aguacate. CONABIO. Biodiversitas, 88:1-7.
- Ben, Y.A. (1992). A study of avocado germplasm resources, 1988-1990. General description of the international project and its findings. Proc. of Second World Avocado Congress 1992. Pp .535-541.
- Bender, G.S. (1993). A new mite problem in avocados. California Avocado Society Yearbook 77: 73-77.
- Bergh, B.O. (1992). The origin, nature, and genetic improvement of the avocado. Calif. Soc. Yearbook. 76 : 61-75.
- Bergh, B., Ellstrand, N. (1986). Taxonomy of the avocado. Calif. Avocado Soc. Yearbook 70 : 135-145.
- Bernardi, D., Botton, M., Da Cunha, U.S., Bernardi, O., Malausa, T., Garcia, M.S., & Nava, D.E. (2013). Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest management science* 69 (1): 75-80.
- Bucio, S.M.E. (1992). Control químico de la araña roja (*Oligonychus punicae*) en el cultivo del aguacate en la región de Uruapan, Mich. Tesis profesional. UMSH. 59 p.
 file:///C:/Users/teresa/Desktop/DOCUMENTOS%20PARA%20LA%20TESIS%20DE%20AGUACATE/BIBLIOGRAFIA%20NUEVA%20CONSULTADA/26005548.pdf
- Calatrava, J. (1992). El aguacate. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario DGIEA Granada Multiprensa. 229 p.
- Carranza, J., Alvizouri, M., Alvarado, M.R., Chávez, F., Gómez, M., Herrera, J.E. (1995). Efectos del Aguacate sobre los Niveles de Lípidos Séricos en Pacientes con Dislipidemias Fenotipo II y IV Arch. Inst. Cardiol. Méx., Vol 65.
- Cerna, E., Badii, M.H., Ochoa, Y., Aguirre, U., & Landeros, J. (2009). Tabla de vida de *Oligonychus punicae* Hirst (Acari: Tetranychidae) en hojas de aguacate (*Persea americana* Mill) variedad Hass, fuerte y criollo. Universidad y ciencia, 25(2), 133-140.

- Chanderbali, A.S., Albert, V.A., Ashworth, V.E.T.M., Clegg, M.T., Litz, R.E., Soltis, D.E. y Soltis, P.S. (2008). *Persea americana* (avocado): bringing ancient flowers to fruit in the genomics. *BioEssays*, 30: 386-396.
- Coria, A.V.M. y Ayala, S.A. (2010). Manejo de ácaros del aguacate en México. Folleto Técnico Núm. 18. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC-CIRPAS. Campo Experimental Uruapan/Campo Experimental Zacatepec. Uruapan Michoacán, México. 19 p.
- Cortez-Marín A.L, Aceves-Navarro. L.A., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M.A. (2005). Zonificación agroecológica para aguacate en la zona central de Venezuela. *TERRA Latinoamericana*, Vol. 23, Núm. 2, Abril-Junio, pp 159-166. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Cruzado F.Y. (2011). Control químico de *Oligonychus punicae* (Arañita marrón) en *Persea americana* Var. Hass en Lambayeque. Universidad de Trujillo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 54 p.
- Dabas, D., Shegog, M.R., Ziegler, G.R., & Lambert, J.D. (2013). Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals. *Current pharmaceutical design*, 19(34), 6133-6140.
- De Tenerife, C.I. (2010). Evaluación de eficacia de acaricidas y sueltas inundativas de *Neoseiulus californicus* para el control de la araña cristalina *Oligonychus perseae* en aguacate.
- Díaz, B.V., Azpiroz, R.S., Flores, R.C. y Montero, T.V. (2001). Etiología de la enfermedad "chino del jitomate" (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y alternativas de control en el Estado de Morelos. Libro Técnico No. 2. Campo Experimental Zacatepec. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Zacatepec, Morelos, México. pp 45-53.
- Equihua, M. A. Estrada, V. E. G. y González, H. H. (2007). Plagas del Aguacate. En: El aguacate y su manejo integrado (ed.), Téliz, M. y Mora, A. Mundi prensa. México. pp. 133-169.
- Escobedo de la Cruz, J. (2017). Eficiencia de tres productos químicos sobre poblaciones del acaro marrón *Oligonychus punicae* Hirst (Acari Tetranychidae) en palto variedad Hass, en Chao, La Libertad.

- Estébanes, M.L. y Baker, E. (1968). Arañas rojas de México (Acari: Tetranychidae). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. Méx. 15: 61-133.
- Fersini, A. (1975). El cultivo del aguacate (No. 634.653 F47.). México City: Diana.
- Franciosi, R. (2003). El palto: producción, cosecha y post-cosecha. Lima- Perú CIMAGRAF, 226 p.
- Galindo-Tovar, M. E., Arzate-Fernández, A.M., Ogata-Aguilar, N., Landero-Torres, I. (2007). The avocado (*Persea americana*, Lauraceae) crop in Mesoamerica: 10,000 years of history. *Harvard Papers in Botany*, 12(2), 325-334.
- Galindo-Tovar, M.E., Ogata-Aguilar, N., Arzate-Fernández, A.M. (2008). Some aspects of avocado (*Persea americana* Mill.) diversity and domestication in Mesoamerica. *Genet Resour Crop Evol*, 55, 441-450.
- Gallo, J., Cardedo, S., & Linares, E. (1979). Cultivo de algunos vegetales en Cuba: Primera parte.
- Gallo, J., Cárdedo, S., & Linares, E. (1992). Cultivo de algunos vegetales en Cuba. Ed. Pueblo y Educación.
- Gama, C.L. y Gómez, P.A. (1992). An Ethnoecological Approach for the Study of *Persea*: A Case Study in the Maya Area. Proc. of Second World Avocado Congress 1992, pp 11-17.
- Gazit, S. y Degani, C. (2002). En Whiley AW, B Schaffer y BA Schaffer. *The avocado: botany, production and uses*. CABI Publishing. Reproductive Biology, pp. 101-127.
- González, A.R.C. (1986). Control químico de araña roja (*Oligonychus* sp.) en el cultivo del aguacatero. Tesis profesional. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". UMSNH. Uruapan, Michoacán, México. 64 p.
- Hawkes, J.G. (1991). Centros de diversidad genética vegetal en Latinoamérica.
- Heredia, R.J.G. (2012). Control químico de la araña café del aguacate *Oligonychus punicae* (Hirst) en el cultivo del aguacate en Ziracuaretito, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán, México. 31 p.
- Hoddle, M. y Hoddle, C. (2008). Lepidoptera and associated parasitoids attacking Hass and non-Hass avocados in Guatemala. *J. Econ Entomol*. 101(4).

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/456358/Bolet_n_mensual_de_la_produccion_de_aguacate_marzo_2019.pdf

- Ish-Am, G., Barrientos-Priego, F., Castañeda-Vildozola, A. y Gazit, S. (1999). Avocado (*Persea americana* Mill.) pollinators in its region of origin. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5: 137-143.
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H. & Baker, E. (1975). Mites injurious to economic plants. University California of Press. San Francisco, 472 p. León. 1° edición. Universidad Autónoma de Nuevo León, pp. 1-148.
- Kerguelen, V., Hoddle, M. (2000). Comparison of the susceptibility of several cultivars of avocado to the *Persea* mite, *Oligonychus perseae* (Acarina: Tetranychidae). *Scientia Horticulturae* (USA) 84: 101 -114.
- Lara-Vázquez, F., Ramírez-Dávila, J. F., Rubí-Arriaga, M., Morales-Rosales, E.J., Figueroa-Figueroa, D.K., Acosta-Guadarrama, A.D., & Rivera-Martínez, R. (2018). Distribución Espacial de Araña Roja *Oligonychus punicae* Hirst en el Cultivo del Aguacate, en dos Municipios del Estado de México. *Southwestern Entomologist*, 43(3), 743-759.
- Lemus, S.B.A. (2017). Manejo Integrado de Ácaros en Aguacate. Serie Frutales Núm. 30. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 4 p.
- Lemus-Soriano, B.A., Pérez-Aguilar, D.A. (2016). Control químico del ácaro café del aguacate *Oligonychus punicae* (Hirst, 1926) (Acari: Tetranychidae). *Entomología mexicana*. 2016;3: 349-353.
- Limón, S.M. (2010). Aguacate: variedades, cultivo, producción en Nuevo León. Univ. Autónoma de Nuevo León.
- Liogier, H.A. (1990). Plantas medicinales de Puerto Rico y del Caribe. San Juan. Iberoamericana de ediciones, p. 566.
- McGregor, E.A. (1941). The avocado mite of California, a new species. *Proceedings of the Entomological*.
- Morales, G.J.L., Mendoza, L.M.R., Coria, A.V.M., Aguilera, M.J.L., Sánchez, P.J. de la L., Vidales, F.J.A., Tapia, V.L.M., Hernández, R.G., Alcántar, R.J.J. (1999). Tecnología - Produce. Aguacate en Michoacán. SAGAR. INIFAP. CIRPAC.

- Campo experimental Uruapan. Fundación Produce Michoacán, A.C. Guía técnica. 32 p.
- Morales-Galván, O., Bravo-Mojica, H., López-Collado, J., González-Hernández, H., & Villegas-Monter, Y. A. (2003). Desarrollo y validación de un plan de muestreo para *Oligonychus punicae* y *O. perseae* (Acari: Tetranychidae) en aguacate cv. Hass. In Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) (pp. 509-514).
- Ochoa, R, Aguilar, H. y Vargas, C. (1994). Phytophagous mites of Central America: An illustrated guide. Manual Técnico, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 234 p.
- Patra, P., Mitra, S., Debnath, N., Pramanik, P., & Goswami, A. (2014). Ciprofloxacin conjugated zinc oxide nanoparticle: A camouflage towards multidrug resistant bacteria. *Bulletin of Materials Science*, 37 (2), 199-206.
- Raven, P.H., Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. (2005). Biology of plants. 6th. Ed. Worth Publishers.
- Rodríguez, J.C. (2015). Detección y manejo de la resistencia a insecticidas. Colegio de Postgraduados.
[http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/extranet/\\$file/MANEJO%20DE%20LA%20RESISTENCIA.pf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/extranet/$file/MANEJO%20DE%20LA%20RESISTENCIA.pf).
- Rojas, S. (1981). La aramia del palto y del chirimoyo; problemas en la V Región. *Investigación y Progreso Agropecuario La Platina* (4): 16-17.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-032-FITO-1995, por la que establecen los requisitos y especificaciones fitosanitarias para la realización de estudios de efectividad biológica de plaguicidas agrícolas y su Dictamen Técnico. Diario Oficial de la Federación, Edo. México: México, 15 pp.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015). Información del SIAP y Delegación de SAGARPA. Michoacán, líder en la producción nacional de aguacate. Boletín informativo. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>.

- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2018). Información del SIAP y Delegación de SAGARPA. Boletín informativo. Disponible en: <http://www.elfinanciero.com.mx/economia/produccion-de-aguacate-superara-dos-millones-de-toneladas-sagarpa>
- SAGARPA. (2011). Aguacate. Monografía de Cultivos. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios. México D.F.
- Sances, F.V., Toscano, N.C., Hoffmann, M.P., Lapre, L.F., Johnson, M.W. & Bailey, J.B. (1982). Physiological responses of avocado leaves to avocado brown mite feeding injury *Oligonychus punicae*. *Environmental Entomology* 11: 516-518.
- Sánchez, P.J. de la L., Alcántar, R.J.J., Coria, A.V.M., Anguiano, C.J., Vidales, F.I., Tapia, V.L.M., Aguilera, M.J.L., Hernández, R.G. y Vidales, F.J.A. (2001). Tecnología para la producción de aguacate en México. INIFAP. CIRPAC. C.E. Uruapan. Libro técnico No. 1. Uruapan, Michoacán, México. 208 p.
- SAS. (1996). Statistical analysis system: user's guide. 956 p. SAS Institute, Cary, North Caroline, USA.
- Schroeder, C.A. (1990). Useful fruits of avocado relatives. Calif. Avocado Soc.
- SENASICA. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2014). Control químico de plagas, enfermedades y malezas [en línea]. <http://www.senasica.gob.mx/?even=398> .
- SIAP (Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera). (2016). Avances de Siembras y Cosechas. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx>.
- SIAP (Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera). (2018). Atlas Agroalimentario 2012-2018. Primera edición. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do
- SIAP (Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera). (2019). Boletín mensual de producción Aguacate.
- Smith, C.E. Jr. (1966). Archeological evidence for selection in avocado. *Economic Botany*, 5, p. 169-175.

- Smith, C.E. Jr. (1969). Additional notes on Pre-Conquest avocados in Mexico. *Economic Botany*, p. 135-140.
- Soto, G.A. (2013). Manejo alternativo de ácaros. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30(2): 34-44.
- Storey, W.B., Bergh, B. & Zentmyer, G.A. (1986). The Origin, indigenous range and dissemination of the avocado. *Calif. Avocado Soc. Yearbook Vol. 70*: 127-143.
- Téliz, D. y Mora, A. (2007). *El aguacate y su manejo integrado*. 2da edición. Ediciones Mundi-Prensa México, S. A. de C. V., México.
- Tuttle, D.M., Baker, E. & Abbatiello, M.J. (1976). Spider mites of México (Acari: Tetranychidae). *Internacional Journal of Acarology*. 2: 1-102.
- Valderrama, J.I.R. (2014). Eficiencia de tres tipos de detergentes (Aniónicos), en el control de arañita marrón *Oligonychus punicae* (Acari, Tetranychidae) EN PALTO VARIEDAD HASS. Universidad de Trujillo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 73 p.
- Van Nieuwenhuysse, P., Demaeght, P., Dermauw, W., Khalighi, M., Stevens, C.V., Vanholme, B. and Van Leeuwen, T. (2012). On the mode of action of bifentazate: New evidence for a mitochondrial target site. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 104(2): 88-95.
- Villanueva, M., & Verti, S. (2007). *El aguacate: Oro verde de México, orgullo de Michoacán*. PDF). Gobierno del Estado de Michoacán. Retrieved, 11-06.
- Vrie M Van, McMurtry, J.A., Huffaker, C.B. (1972). Ecology of Tetranychidae mites and their natural enemies: A review. III. Biology, Ecology, and pest status, and host-plant relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41:343-432.
- Williams, L.O. (1976). The botany of the avocado and its relatives. *Proc. 1st International Tropical Fruit Short Course: The Avocado*, p. 9-15.
- Williams, L.O. (1977). The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. *Economic Botany* 31: 315-320.