



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**EVALUACIÓN DE ACEITES VEGETALES COMO ALTERNATIVA
DE CONTROL PARA ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch, 1836)
EN CACTÁCEAS ORNAMENTALES**

TESIS PROFESIONAL POR ETAPAS

SEMINARIO III

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

Monserrat Shalom Vitela García

DIRECTORA: M. en C. MARÍA IDALIA CUEVAS SALGADO

CUERNAVACA, MORELOS 2019

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	3
1.2 Objetivo general	3
1.3 Objetivos específicos	3
II. ANTECEDENTES	4
2.1 Evolución y diversidad de las cactáceas	4
2.2 Distribución de cactáceas	5
2.3 Clasificación	6
2.4 Principales plagas y enfermedades	9
2.5 Aspectos generales de <i>Tetranychus urticae</i>	10
2.5.1 Clasificación taxonómica	10
2.5.2 Distribución e importancia	12
2.5.3 Biología y hábitos	13
2.5.4 Métodos de control	17
2.5.4.1 Control químico	17
2.5.4.2 Control biológico	18
2.5.4.3 Control con productos naturales	19
2.5.4.3.1 Aceites	19
2.5.4.3.2 Aceites esenciales	22
III. MATERIAL Y MÉTODOS	24
3.1 Localización	24
3.2 Selección de tratamientos	24
3.3 Unidad experimental	24
3.4 Desarrollo experimental	25
3.5 Rapidez de acción y dosis mínima efectiva	26
3.6 Análisis estadístico	25
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Mortalidad de araña roja	27
4.2 Rapidez de acción	32
4.3 Dosis mínima efectiva	33
V CONCLUSIONES	37
VI PERSPECTIVAS	38
VII LITERATURA CITADA	39

ÍNDICE DE CUADROS

1. Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos _____	27
2. Ordenación y agrupamientos de los grupos no significativamente diferentes en mortalidad _____	28
Cuadro 3. Prueba de Duncan mortalidad / Análisis de las diferencias entre grupos con intervalo de confianza de 95.00 % _____	29
4. Prueba de Dunnett mortalidad/ Comparación de los grupos con el grupocontrol testigo con intervalo de confianza de 95.00 % _____	29
5. Tiempo requerido por los aceites para ocasionar mortalidad en araña roja _____	32
6. Mortalidad por efecto de los aceites a dosis mínima de 0.25 ml _____	34
7. Ordenación y agrupamientos de los grupos no significativamente diferentes en dosis mínima efectiva _____	34
8. Prueba de Duncan dosis mínima efectiva / Análisis de las diferencias entre grupos con intervalo de confianza de 95.00 % _____	35
9. Prueba de Dunnett dosis mínima efectiva/ Comparación de los grupos con el grupo control testigo con intervalo de confianza de 95.00 % _____	35

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Cactos con Hojas del género <i>Pereskia</i> _____	7
2. Flores del género <i>Pereskia</i> _____	7
3. Representante del género Opuntioideae . _____	8
4. Representante de la subfamilia Maihuenioideae (<i>Maihuenia patagonica</i>) _____	8
5. Diversas especies de la subfamilia Cactoideae _____	9
6. Huevecillos de <i>T. urticae</i> en diferentes estados de maduración _____	14
7. Larva de <i>T. urticae</i> emergiendo del huevo _____	14
8. Estado ninfal (Deutoninfa) de <i>T. urticae</i> _____	15
9. Comparación de sexos de araña roja _____	16
10. Aceites evaluados _____	24
11. Unidad experimental _____	25
12. Porcentaje de mortalidad de araña roja por efecto de tratamientos _____	30
13. Aspecto corporal del ácaro después de su muerte _____	33
14. Mortalidad de <i>T. urticae</i> por efecto de los aceites obtenida a 0.25 y 1 ml _____	36

I. INTRODUCCIÓN

En México, una de las familias más representativas de la diversidad biológica es la Cactaceae, que constituye un grupo de plantas con flores excepcionalmente diverso por su gran variedad morfológica y taxonómica (Hernández *et al.*, 2007; Biodiversidad Mexicana, 2012). De la diversidad de formas que presentan se encuentran globosas, cilíndricas, prismáticas y esféricas, que reducen extraordinariamente la superficie de transpiración en comparación con su volumen (UACJ; 2017). Esta familia, que es exclusiva de América, se distribuye desde el norte de Canadá hasta la Patagonia, y desde el nivel del mar, en dunas costeras, hasta 5100 msnm, en Perú (Jiménez, 2011).

Actualmente, muchas de sus especies se encuentran en peligro de extinción debido a diversos factores relacionados con las perturbaciones antropogénicas en las zonas desérticas, particularmente el cambio de usos del suelo que provoca que los ambientes naturales sean completamente transformados, ya sea en áreas agrícolas, ganaderas o utilizados con fines urbanos (Rebolledo, 2013). La introducción de especies exóticas (caprino, ovino, bovino, caballo y asno) también ha sido causante de la desaparición de muchas especies, particularmente de aquellas más vulnerables (Challenger, 1998).

De igual forma, muchas cactáceas están sujetas a la colecta directa con diversos intereses; por ejemplo, algunas han sido utilizadas como forraje para el ganado, como combustible, para materias primas, alimento, artesanías, ornamental o bien, ciertas especies son buscadas por su rareza, de tal suerte que han estado sujetas al tráfico ilegal poniéndolas en riesgo (UACJ, 2017).

Para algunos productores mexicanos el cultivo de las cactáceas representa un buen negocio; sin embargo, para otros no es rentable por el tiempo que tarda en obtenerse su producción, esperando hasta tres años para tener producto, tiempo en el que no hay ganancias solo inversión (Jiménez, 2011). Por otra parte, La pérdida de la producción de cactáceas implica pérdidas económicas para los productores, y podría ocasionar incluso la pérdida de la biodiversidad debido a que la producción mitiga el saqueo de estas plantas que existen de manera natural, lo

que va más allá de una importancia económica (Hernández *et al.*, 2007; Biodiversidad Mexicana, 2012) .

A ello se añade el control de plagas y enfermedades, aspecto que incrementa los costos de producción ya que su presencia, además de dañar el cultivo, reduce de manera significativa su valor en el mercado. Entre los organismos que lo afectan se encuentran insectos, ácaros, roedores y enfermedades provocadas por hongos, bacterias y virus, principalmente (Reyes, 2013). De ellos, el ácaro *Tetranychus urticae* conocido comúnmente como araña roja destaca como una de sus principales plagas, controlada usualmente a través de productos químicos (acaricidas) (Reyes, 2013; TERRANOVA, 2018).

La importancia de este ácaro se agudiza por su habilidad para crear, en pocas generaciones, resistencia a productos utilizados frecuentemente. Ésta se debe, en parte, al elevado número de generaciones y a la superposición de las mismas, especialmente en verano (Stumpf *et al.*, 2001; Reséndiz, 1998; Stumpf y Nauen, 2002). Por lo expuesto, la investigación actual propone el control de araña roja mediante el uso de aceites comestibles nuevos, alternativa que intenta reducir en lo posible la dependencia a los acaricidas de síntesis; que además de contaminantes, inciden negativamente en la entomofauna benéfica.

1.1 Hipótesis

La utilización de aceites vegetales comestibles nuevos, es una opción alternativa viable para el control de araña roja en cactáceas.

1.2 Objetivo general

Evaluar la efectividad de los aceites de soya, maíz, girasol y oliva contra *Tetranychus urticae* bajo condiciones de laboratorio.

1.3 Objetivos específicos

- 1). Determinar el efecto de mortalidad que causan los distintos aceites comestibles en adultos de araña roja.
- 2). Establecer la rapidez de acción de los tratamientos más destacados.
- 3). Precisar la dosis mínima efectiva de los tratamientos con mayor mortalidad.

II. ANTECEDENTES

2.1 Evolución y diversidad de las cactáceas

La familia Cactaceae representa una de las radiaciones evolutivas más llamativas de los taxa de biomas áridos de América. Los estudios basados en filogenias moleculares señalan que este grupo monofilético presenta altas tasas de especiación y la radiación ocurrió durante la expansión de ambientes áridos, probablemente en el mioceno y plioceno. La radiación coincide con la reducción global en la precipitación y concentración de CO², así como eventos geológicos continentales (Bazan, 2016; BOTANICAL, 2019).

Cactaceae comprende cuatro subfamilias: Pereskioideae, Maihuenioideae, Opuntioideae, y Cactoideae (Anderson, 2001; Nyffeler, 2002). Dentro de la familia, las especies del género *Pereskia* (Mill). tradicionalmente se han considerado linajes ancestrales a partir de los cuales se originaron las líneas evolutivas más especializadas de cactáceas (Gibson y Nobel, 1986). Recientes investigaciones filogenéticas moleculares confirman la posición basal de *Pereskia* en la evolución de la familia Cactaceae (Edwards *et al.*, 2005; Cota, 2008).

La distribución actual de la familia Cactaceae en los desiertos geológicamente modernos y hábitats áridos del continente Americano se atribuye a eventos geoclimáticos, tales como deriva continental y cambio climático durante los períodos del Terciario tardío y Cuaternario (Mauseth, 1990). La carencia de cactáceas en el Viejo Mundo (con excepción de *Rhipsalis baccifera* (J. S. Muell.) Stearn), cuya dispersión se considera un evento a larga distancia (Barthlott, 1983), sugiere que el origen de las cactáceas ocurrió después del Paleógeno (Mauseth, 1990). Sin embargo, la falta de evidencia fósil dificulta determinar los tiempos de divergencia en la familia. A pesar de esto, la combinación de datos moleculares del ADN nuclear y del cloroplasto sugiere que las cactáceas tuvieron su origen hace aproximadamente 30 millones de años durante el período del Terciario medio (Hershkovitz y Zimmer, 1997; Cota, 2008).

2.2 Distribución de cactáceas

Los principales centros de diversidad corresponden al noreste de México, los Andes orientales de Bolivia y Argentina y el sureste de Brasil. Sin embargo, para los patrones de diversidad encontrados, se observan diferencias entre la diversidad de especies y la diversidad de géneros. El principal centro de riqueza a nivel de géneros corresponde a nuevo México, pero Bolivia, la porción norte de Argentina y Paraguay, sureste de Brasil, la región caribeña y Perú muestran también alta riqueza genérica (Cota, 2008; Eilhelm *et al.*, 2010).

Las diferencias encontradas de diversidad de especies y géneros son más marcadas en Opuntioideae. Los centros de riqueza de especies se ubican en la zona árida suroccidental de Estados Unidos, la porción norte de México y el altiplano mexicano. El centro de diversidad genérica se encuentra ubicado en la zona de bosques secos del sur de Bolivia y norte de Argentina, con cerca de 12 géneros presentes. Que los centros de riqueza de especies y géneros no necesariamente coincidan, como se observa en Opuntioideae, es un ejemplo del tipo de información que se puede obtener a partir de los mapas de diversidad (Cota, 2008; Eilhelm *et al.*, 2010).

De lo anterior se desprende, que las cactáceas son exclusivas del continente americano y tienen su principal centro de diversificación en México. Se estima que en el país hay 669 especies, y que más de 70% de los géneros y de las especies son endémicas, distribuidas principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país, que cubren casi la mitad del territorio nacional. A nivel continental desde Canadá hasta la Patagonia se calculan alrededor de 1500 a 2000 especies (Bravo y Scheinvar 1999; Luna, 2004; Akcelrad *et al.*, 2011).

2.3 Clasificación

De acuerdo con Guzmán *et al.* (2007), The Plant List (2010) y SAGARPA (2012), la clasificación de las cactáceas es la siguiente.

Reino: Plantae Haeckel, 1866

División: Magnoliophyta Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966

Clase: Magnoliopsida Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966

Orden: Caryophyllales

Familia: Cactaceae Juss., 1789

Subfamilias: Pereskioideae

Opuntioideae

Maihuenioideae

Cactoideae

La subfamilia Pereskioideae está provista de hojas bien formadas. Son cactus muy raros, con hojas grandes y brillantes y largas espinas en el tallo. No todas son suculentas. Se pueden clasificar como arbustos, plantas de montaña o árboles ligeramente suculentos. Usualmente crecen hasta 1 m de altura, mientras que las de montaña o las arborescentes pueden alcanzar de 5 a 20 m. Las flores pueden aparecer solas o agrupadas; recuerdan a las rosas y alcanzan un diámetro de 1 a 5 cm, variando los colores en cada especie, del blanco, amarillo a magenta o rojo (Figuras 1,2). Los frutos son esféricos, de 2 a 5 cm de diámetro y de color rojo vino al madurar (ECURED, 2015a).



Figura 1. Cactus con Hojas del género *Pereskia* (Biodiversidad Mexicana, 2017).



Figura 2. Flores del género *Pereskia* (Biodiversidad Mexicana, 2017).

Opuntioideae es una subfamilia a la que pertenece el nopal. Son cactus que forma céspedes extensos. Las plantas son muy variables en función de las características de los géneros y especies. La apariencia puede ser de un árbol o arbusto. Representa aproximadamente el 16% del total de las especies de la familia Cactaceae y es la que ocupa mayor área de distribución geográfica (Figura 3). Por ejemplo, la opuntioidea *Opuntia fragilis* ocupa áreas hasta los 56°15' N en la Columbia Británica y Alberta, y la más austral *Pterocactus australis* habita hasta los 50° S en la Patagonia Argentina (ECURED, 2014).



Figura 3. Representante del género *Opuntioideae* (ECURED, 2014).

La subfamilia *Maihuenioideae* es la más pequeña de la familia *Cactaceae* con únicamente un género y dos especies mucilaginosas. Es una planta cespitosa (rizomas cortos que crecen dando plantas densas y cuyas innovaciones se desarrollan próximas a los tallos del año anterior) de crecimiento lento, con tendencia a crecer formando grandes colchones, hojas pequeñas y persistentes con numerosas aréolas pequeñas de las que nacen, por regla, tres espinas (Figura 4) (ECURED, 2015b).



Figura 4. Representante de la subfamilia *Maihuenioideae* (*Maihuenia patagonica*) (Vincentz, 2007).

La última subfamilia Cactoideae es la de mayor número de especies. Los cactus de ésta presentan una gran heterogeneidad de formas. Cuenta con nueve tribus y 102 géneros, siendo las tribus con mayor número de géneros *Cacteae* y *Trichocereae* (Figura 5) (ECURED, 2012).



Figura 5. Diversas especies de la subfamilia Cactoideae (World of Succulents, 2017).

2.4 Principales plagas y enfermedades

Las cactáceas son atacadas por insectos, ácaros, roedores y enfermedades provocadas por hongos y bacterias, principalmente. Entre los insectos más frecuentes en México se encuentra la cochinilla algodonosa (*Aenoidiella* spp.). Ésta se nota a simple vista en las puntas de la planta, tiene aspecto de bolitas de algodón y ataca a todo el cuerpo de la misma, aunque es más visible en los ápices y partes tiernas. Es un insecto succionador, protegido por una capa de polvo con cera que su cuerpo produce, esto hace difícil combatirlos pero existen químicos capaces de eliminarlos. Provoca lento desarrollo de la planta y mayor susceptibilidad al ataque de hongos y bacterias (Arredondo, 2002; Delgadillo *et al.*, 2008; Reyes, 2013).

Existen otros insectos que comúnmente afectan al cultivo de cactáceas, magueyes y suculentas, sobre todo las escamas (*Disapis echinocacti*) que son insectos sésiles en un estado de su desarrollo. Éstos tienen un aspecto de pequeña concha blanca o amarillenta sobre tallos u hojas; succionan la sabia y obstruyen la fotosíntesis, las plantas se notan amarillentas y débiles. Se tiene que combatir con un insecticida sistémico ya que están protegidas por su concha (Arredondo, 2002; Reyes, 2013).

Además de los anteriores, existen otros insectos vinculados a las cactáceas como el piojo harinoso o cochinilla de la raíz (*Pseudicoccus* spp.) y los pulgones. La primera precisamente ataca las raíces hasta destruirlas. Se observan en estas masas algodonosas grises o blancuzcas. Los pulgones son una plaga común, se presentan principalmente en nuevos crecimientos de tallos, de la flor y de los brotes de donde se alimentan (Arredondo, 2002).

El ácaro más importante que daña a los cactus es la araña roja (*Tetranychus* spp.). Es menor a 1 mm de color paja o rojo. Causa la muerte de la planta si no es controlado a tiempo. Es difícil detectarlo a simple vista, no obstante se hace notorio por dejar marcas de color rojizo a parduzco en la superficie de las plantas, principalmente sobre los tallos, además de telarañas en los tallos u hojas (Arredondo, 2002; Badii *et al.*, 2010; Reyes, 2013). Con respecto a enfermedades, los hongos atacan raíces y tallos ocasionando la pudrición de la planta (*Fusarium roseum*, *F. oxysporum*, *Rhizoctonia* spp. y *Alternaria* spp., entre otros); en tanto que las bacterias son causa de enfermedades acuosas que pudren los frutos (como *Erwinia* spp.) (Benito y Grouard, 1983; Arredondo, 2002; INFOJARDIN, 2017).

2.5 Aspectos generales de *Tetranychus urticae*

2.5.1 Clasificación taxonómica

Existe polémica sobre la identidad de algunas especies del género *Tetranychus*, concretamente las denominadas *T. urticae* y *T. cinnabarinus*. Desde un principio se observó la presencia de dos formas morfológicamente idénticas,

pero de distinto color; una verde y la otra roja. Ambas tienen una distribución cosmopolita, pero mientras la forma verde se encuentra en climas fríos y templados, la roja se presenta sobre todo en zonas templadas más cálidas y en regiones subtropicales (Ferragut y Santonja, 1989a).

La separación de las dos formas con categoría de especie, *T. urticae* de color verde y *T. cinnabarinus* de tonalidad roja, se debe a Boudreaux quien en 1956 describe diferencias morfológicas y biológicas entre ambas, basándose principalmente en el color de las hembras adultas y pequeñas diferencias del pomo del edeago (órgano copulador de los machos). Sin embargo, estos argumentos han ido perdiendo fuerza en los últimos años, a medida que han progresado los conocimientos sobre la biología y morfología de estos ácaros (Mollet y Sevacherian, 1984; Ferragut y Santonja, 1989a). Así, a partir de esta información, se ha determinado que la coloración de los individuos es variable y depende de factores como la edad, clima y el sustrato u hospedero del que se alimentan (Veerman, 1970, 1974).

Por lo tanto, actualmente la mayoría de los taxónomos consideran sinónimas ambas especies, designándolas como *T. urticae*. Reconociéndola además como una especie cosmopolita, la cual presenta un aspecto distinto dependiendo de la distribución geográfica y clima, encontrándose posiblemente en una fase de diversificación que conducirá en un futuro a la formación de varias especies diferentes (Ferragut y Santonja, 1989b).

En este contexto y de acuerdo con Doreste (1988), Landeros *et al.* (1998) e ITIS (2019) la clasificación taxonómica de la araña roja se establece de la siguiente manera:

Clase Arachnida
Subclase Acari
Superorden Acariformes
Orden Prostigmata
Suborden Eleutherengona
Superfamilia Tetranychoidae
Familia Tetranychidae
Genero *Tetranychus*
Especie *Tetranychus urticae* C. L. Koch, 1836

2.5.2 Distribución e importancia

La araña roja es una plaga importante de las cactáceas; sin embargo, destaca sobre las demás debido a los altos niveles de resistencia que ha adquirido a los acaricidas comerciales, propiciando con ello la utilización de productos cada vez más tóxicos (Reséndiz, 1998; Villegas *et al.*, 2010). Así mismo, se ha convertido en uno de los ácaros de mayor importancia a escala mundial; sobre todo en los cultivos ornamentales, tanto en invernadero como a cielo abierto, debido a que un mínimo daño afecta ostensiblemente la calidad de la planta disminuyendo su valor comercial (González, 1989; Gugole, 2012; Marroquín, 2018).

T. urticae es conocida con diversos nombres comunes, los cuales dependen del país y la planta que dañe. Así, en Chile se le da el nombre de arañita bimaculada (Aguilera *et al.*, 2004), en Nicaragua como plaga del plátano se le denomina ácaro, y en España araña amarilla cuando ataca a la vid y araña roja cuando lo hace en tomate (Torres *et al.*, 2003). De igual modo, en México también se le llama generalmente araña roja; no obstante es importante señalar que con este mismo nombre común también se reconocen otras especies de ácaros, como *Panonychus citri* en cítricos y *Oligonychus punicae* en aguacate. La variabilidad en nombres comunes se debe a que poseen una coloración variable en función de la planta de la cual se estén alimentando, al clima, edad del ácaro y época del año (CONACYT, 2005).

Es una especie cosmopolita de extraordinaria polifagia, reportada en más de 1,100 especies de plantas hospederas pertenecientes a más de 140 familias diferentes (Navajas, 1998; Grbic *et al.*, 2011), entre las que se encuentran ornamentales como: Rosa (*Rosa* spp.), Azalea (*Rhododendron* spp.), Gerbera (*Gerbera* spp.), Crisantemo (*Chrysanthemum* spp.), Clavel (*Dianthus caryophyllus*), Dalia (*Dahlia* spp.), begonia (*Begonia* spp.) y cactáceas, entre otras. También daña árboles frutales como: Naranja (*Citrus sinensis*), Limón (*Citrus limon*), Manzana (*Malus domestica*), Pera (*Pyrus communis*) y Ciruelo (*Prunus domestica*). Algunas gramíneas como Maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum* spp.); leguminosas, Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y haba (*Vicia faba*). Hortalizas; Berenjena (*Solanum melongena*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Melón (*Cucumis melo*)

y muchas otras plantas como la Vid (*Vitis vinifera*), Frambuesa (*Rubus idaeus*), Tabaco (*Nicotiana tabacum*), Algodón (*Gossypium* spp.) y Fresa (*Fragaria* spp.) (Grbic *et al.*, 2011; Khajehali *et al.*, 2011; Chacón *et al.*, 2018; Marroquín, 2018; INFOAGRO, 2019).

Se distribuye prácticamente en todos los continentes comenzando por América; en países como México, Colombia, Costa Rica, Estados Unidos de Norteamérica, Brasil, Canadá, etc. En Europa se localiza en Finlandia, Francia, Hungría, España, Holanda, Italia, etc. Se reporta también en Asia; Filipinas, India, Israel, Afganistán y China entre otros. En tanto que en África y Oceanía se les ubica por ejemplo en Egipto y Australia respectivamente (Pérez y Almaghel, 1978; Aponte y Aponte, 1990; García *et al.*, 1994; ICA, 2003; Mansilla *et al.*, 2003; Molinari *et al.*, 2006; Marroquín, 2018; FUNDESYRAM, 2019).

2.5.3 Biología y hábitos

T. urticae posee un umbral de desarrollo de 12 °C, pudiendo prosperar a una temperatura máxima de 40 °C, siendo la óptima entre 30 y 32 °C. En estas condiciones el desarrollo de una hembra requiere entre tres a cinco días, con un periodo preoviposicional de uno o dos, y un tiempo de incubación para sus huevecillos de tres a cinco días; por tanto, se requieren de ocho a 12 días para un ciclo de vida completo (Estebanes, 1964; CAP, 2004; Rajakumar *et al.*, 2005; Reséndiz y Olivas, 2018).

Las hembras viven alrededor de 30 días, durante los que son capaces de oviponer en promedio entre 90 y 110 huevos, existiendo hembras que pueden colocar hasta 200. Cuando la hembra no es fecundada tiene la capacidad de reproducirse partenogenéticamente, dando origen únicamente a descendientes machos. *T. urticae* prefiere colonizar y ovipositar en el envés de las hojas; no obstante, en ataques intensos habitan en ambas caras de las mismas. Cuando las poblaciones se desarrollan bien, una gran cantidad de hilos de seda pueden cubrir la totalidad de la planta, dando a las hojas una característica tonalidad bronceada (Jeppson, 1975; Osman y Tello, 2011; Marroquín, 2018; Reséndiz y Olivas, 2018).

La araña roja atraviesa por cinco fases de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y ácaro adulto. Los huevecillos recién ovipositados son redondos, lisos y translúcidos, pero conforme avanzan en su maduración se tornan nacarados o color ámbar (Figura 6) (Zamora *et al.*, 2006; Osman y Tello, 2011; Duarte, 2017; Reséndiz y Olivas, 2018).



Figura 6. Huevecillos de *T. urticae* en diferentes estados de maduración (Cuevas y Nápoles, 2008).

Las larvas son de semiesféricas a ovaladas y en sus primeros momentos de vida son incoloras y transparentes, cambiando su color a verde claro, amarillo marrón o verde oscuro, según su alimentación. Poseen dos manchas oscuras características a los lados del dorso y tres pares de patas, notándose el color rojo de sus ojos. Miden aproximadamente 0.15 mm de longitud (Osman y Tello, 2011; Reséndiz y Olivas, 2018) (Figura 7).



Figura 7. Larva de *T. urticae* emergiendo del huevo (Cuevas y Nápoles, 2008).

En cuanto al estado ninfal, tanto la protoninfa como la deutoninfa son del mismo color que las larvas, aunque las manchas laterales aparecen más grandes y nítidas. Poseen cuatro pares de patas, siendo el tamaño la única diferencia en ambos estadios, el cual es mayor en la deutoninfa (Figura 8) (CAP, 2008; Marroquín, 2018). Al respecto, Estebanes (1964) señala que los dos estadios ninfales se presentan únicamente en la hembra, mientras que en el macho solo se observa uno, información únicamente señalada por este autor.



Figura 8. Estado ninfal (Deutoninfa) de *T. urticae* (Cuevas y Nápoles, 2008).

Los adultos, que es el estado más conspicuo de la plaga, presenta mucha movilidad y existe un claro dimorfismo sexual, ya que la hembra tiene un tamaño aproximado de 0.50 mm de largo y 0.30 mm de ancho; en tanto que el macho posee una dimensión bastante inferior y un cuerpo más estrecho, con el abdomen puntiagudo y las patas proporcionalmente más largas (Figura 9). El color de la hembra es diverso, pudiendo ser amarillenta, verde o rojiza; pero siempre con dos manchas negras irregulares ubicadas a los lados del dorso, que abarca parte del propodosoma y metapodosoma en el cual se presentan setas blancas (González, 1961; Fasulo y Denmark, 2004; Marroquín, 2018). La coloración del macho normalmente es un poco más pálida, con las manchas negras del dorso menos visibles (Williams, 2000; Duarte, 2017).

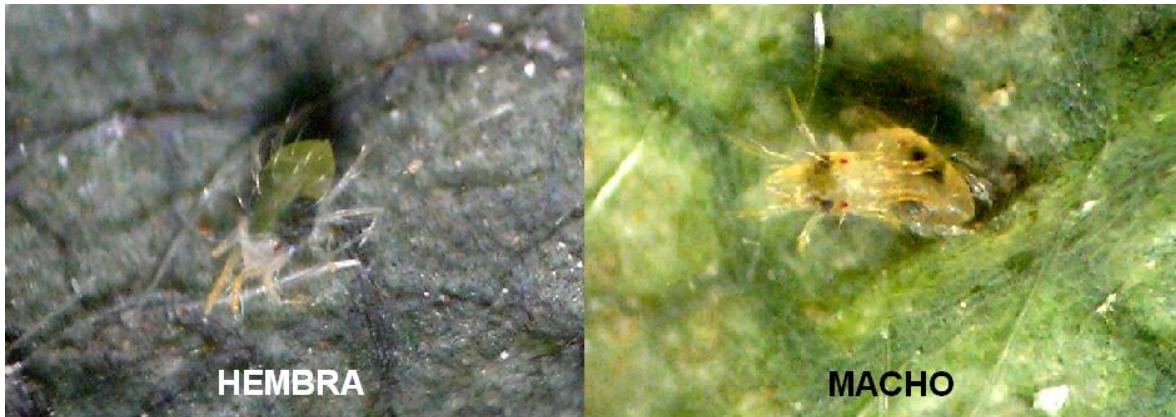


Figura 9. Comparación de sexos de araña roja (Cuevas y Nápoles, 2008).

Esta plaga posee dormancia facultativa (quiescencia), esto significa que existe una notable reducción de la actividad fisiológica del organismo debida a factores ambientales, sobre todo en regiones donde el invierno es muy duro y la disponibilidad de hospederos que sobreviven a él son escasos. En contraste, en áreas con climas moderados solo un bajo número entra en este estado; y cuando lo hacen, adquieren un color anaranjado brillante, disminuyendo o desapareciendo completamente las manchas negras características que presentan en los costados, cesando además su alimentación y reproducción (Wilson, 1995; Duarte, 2017).

Finalmente, el daño provocado por esta plaga consiste en la remoción del contenido celular, quedando ésta prácticamente vacía con escaso contenido de material intracelular, dando a la hoja un aspecto de puntuaciones cloróticas y bronceadas (Dreistadt, 2001). Sadras y colaboradores (1998), señalan que esta plaga se alimenta principalmente del mesófilo, reduciendo significativamente la resistencia estomática, la fotosíntesis y la tasa respiratoria, afectando negativamente la tasa de absorción energética de la planta. Todo esto conlleva inevitablemente a que las hojas se sequen y caigan, llevando a la planta, cuando las poblaciones del ácaro son muy altas, a un estado de debilitamiento tal que se reduce drásticamente la cantidad y calidad de flor producida.

2.5.4 Métodos de control

El control de la araña roja está vinculado con el sistema de producción en que se desarrolla; es decir, en invernadero o a cielo abierto. Esta diferenciación es importante, dado que bajo condiciones de invernadero es posible manejar las condiciones medioambientales para reducir la incidencia de la plaga. Antes de recurrir al control químico, que es el más utilizado (Takematsu *et al.*, 1994), se pueden manejar otras medidas preventivas tales como evitar mantener la humedad relativa por debajo de 65%, situación no propicia para el desarrollo de este organismo; utilizar el control cultural a través de la limpieza de residuos agrícolas y el lavado de plantas con riego; o bien, manejar el control biológico (Sanpedro y Mejía, 2002; Linares, 2004).

Por otra parte y a diferencia del sistema de producción en invernadero, el que se lleva a cabo a cielo abierto se circunscribe en la práctica a la utilización de acaricidas para el control de araña roja. Ésta se considera como la única opción económicamente viable para productores de escasos recursos, aunque podría existir la opción del control biológico; que sin embargo resulta más costoso, sus efectos son detectables a mediano y largo plazo y son mejores como elemento preventivo, además de requiere un conocimiento y metodología especializada para su aplicación (Bernal y Quezada, 1999; Barrera, 2007).

2.5.4.1 Control químico

Este método es el más utilizado para el control de *T. urticae*, no obstante su habilidad para crear resistencia a muchos de los productos utilizados (Stumpf *et al.*, 2001; Stumpf y Nauen, 2002; Marroquín, 2018). El control está basado en una amplia gama de acaricidas, cuya efectividad es variada y dependerá en gran medida de la susceptibilidad de la población de una determinada región. En este contexto, los productos comerciales pueden tener alguno o algunos de los siguientes ingredientes activos: abamectina, acefato, aceite mineral de verano, acequinocyl, acrinatrín, amitraz, azadiractín, azufre, bifenazato, bifentrín, bromopropilato, carbosulfán, cihexatín/cihexaestán, cinnamaldehyde, clofentezín, dicofol, dienocloro, dimetoato, etoxazol, fenpiroximato, flucicloxurón, flufenoxurón,

hexitiazox, milbemectina, ometoato, oxido de fenbutatina, piridaben, propargita, spirodiclofen, spiromesifen, tebufenpirad, tetradifón o triazofos (García *et al.*, 1988; Aucejo *et al.*, 2003; CICOPLAFEST, 2004; Cerna *et al.*, 2005; Marroquín, 2018).

2.5.4.2 Control biológico

Constituye un componente sustentable y ambientalmente seguro del moderno manejo de plagas, alternativa que ha ido incrementando alrededor del planeta en detrimento de la dependencia exclusiva de plaguicidas químicos (Waage, 1991). Sin embargo, para el caso particular de ornamentales, no se tiene registrado el uso de este tipo de control a nivel comercial. No obstante, García de León y Mier (2003), sin aportar suficientes datos, indican que los ácaros depredadores se usan para el combate de la araña roja en invernadero de hortalizas y flores en el Estado de México, y la araña de dos puntos en cultivos de fresa en Michoacán y Baja California. Agregando, además, que dado que estos organismos no se producen en México, la demanda y comercialización es cubierta con ácaros importados.

Al respecto, existen trabajos como el de Núñez (2005), quien reporta que bajo condiciones de laboratorio el fitoseido *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) se ha comportado como un excelente depredador de araña roja y *Neoseiulus californicus* de sus huevecillos; no obstante Cédola (2004), menciona que esta última especie no muestra efectos importantes sobre poblaciones de *T. urticae* en el cultivo de tomate a cielo abierto.

A estos ácaros depredadores se agregan otros generalistas de tetraníquidos, que son producidos y comercializados en Estados Unidos como: *Hypoaspis aculeifer* (Canestrini), *Galendromus annectans* (De León), *G. helveolus* (Chant), *Iphiseius degenerans* Berlese, *Mesoseiulus longipes* (Evans), *Neoseiulus fallacis* Garman, *N. setulus* (Fox), *Phytoseiulus macropilis* (Banks) y *Typhlodromus pyri* (Scheuten) entre otros. También los coccinélidos *Stethorus picipes* Casey y *S. punctillum* (Weise); el Tisanóptero *Scolothrips sexmaculatus* y específicamente para *Tetranychus urticae* el geocorido *Geocoris punctipes* (Say) (López *et al.*, 2007).

Algunas investigaciones incluyen además aplicaciones de patógenos como *Bacillus thuringiensis*, que normalmente se han desarrollado en insectos como lepidópteros, dípteros y coleópteros. Sin embargo, esto no ha impedido que se siga experimentando con otros taxones. Tal es el caso de Vargas y colaboradores (2002), quienes investigaron el efecto de *B. thuringiensis* en el desarrollo de la cutícula de estados inmaduros de la araña roja. Al respecto concluyeron que la alta toxicidad de *B. thuringiensis* afecta la síntesis de la epicutícula de larvas, protoninfas y deutoninfas.

2.5.4.3 Control con productos naturales

2.5.4.3.1 Aceites

En la agricultura orgánica actual, este tipo de control presupone la sustitución de plaguicidas sintéticos por naturales, los que mayoritariamente son de origen vegetal y en menor cantidad mineral, con la característica de no haber sido sometidos a procesos de síntesis química (Altieri, 1999; Isman, 2006). Al respecto se han desarrollado bastantes investigaciones sobre productos naturales, tratando de encontrar alternativas viables de control para las plagas más importantes de los cultivos. Sin embargo en cuanto a araña roja, son relativamente escasas las investigaciones en torno al uso de aceites vegetales para su control. Algunos de los trabajos más destacados se mencionan a continuación.

Kyuheon *et al.* (2005) ensayaron el producto comercial BIONATROL, que es una emulsión de nanopartículas de aceite de soya recomendado como un bioinsecticida natural no tóxico y pesticida de mínimo riesgo. Lo evaluaron mediante pruebas de campo en tres organismos: el ácaro *T. urticae*, el áfidos *Aphid gossypii* y mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* en pepino inglés cultivado en invernadero (*Cucumis* ssp.). En sus resultados indican que el producto tuvo una tasa de mortalidad relativamente alta en los organismos. No se produjo fitotoxicidad cuando se aplicó a 0.2 y 0.3% con un rociador de aire. La asimilación neta de CO₂ en las hojas de pepino no se redujo cuando se aplicó en concentraciones de 0.2, 0.3 y 0.5%, pero disminuyó en 4 y 6% cuando la concentración fue de 1 y 2%. En general provocó la reducción de las poblaciones

en 88 a 95% y no tuvo efectos secundarios dañinos en flores, hojas y el crecimiento en general del pepino.

En un estudio desarrollado por Chueca *et al.* (2009), evaluaron contra *T. urticae* cuatro aceites minerales comerciales a cinco concentraciones (0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0 % v/v), así como un control negativo representado por el acaricida tebufenpirad al 0.035% y un control positivo utilizando agua. En el resultado del trabajo, señala que todos los productos tuvieron eficacia sobre las protoninfas, seguida de los huevecillos; sin embargo, en el estado adulto el efecto fue un poco menor. De este estudio se desprende el alto potencial de los productos basados en aceites minerales para controlar los diversos estadios de *T. urticae*. En condiciones de laboratorio, se demuestra que todos los formulados ensayados afectaron a todas las fases de desarrollo del ácaro. De hecho, se produjeron mortalidades similares a las del acaricida, con la ventaja de que se pueden utilizar en repetidas ocasiones sin generar resistencia en la plaga y sin acumular residuos químicos indeseables.

En 2012, Martínez y colaboradores evaluaron contra araña roja en cultivo de clementina (*Citrus reticulata*) dos productos: aceite mineral (aceite de parafina 85%) y un acaricida comercial (Tebufenpirad 20% + Clofentezin 20%) con su respectivo testigo (agua). En sus conclusiones mencionan que el tratamiento acaricida fue eficaz, reduciendo significativamente la población de hembras adultas de *T. urticae*, con una persistencia de dos meses manteniendo la población por debajo del umbral económico. En cuanto al aceite mineral, redujo de forma significativa la población de la plaga y el porcentaje de frutos no aceptables comercialmente fue muy bajo (entre 1% y 3,7%). Estos resultados podrían permitir mejorar las estrategias de control de *T. urticae* en clementinos, aplicando aceites minerales en verano y estableciendo nuevos umbrales de intervención, de manera que se pueda realizar un manejo más sostenible de este ácaro en cítricos.

Otras publicaciones, aunque no precisamente de investigación, se hace referencia a diversos productos para reducir las poblaciones de ácaros. Por ejemplo, ECOTENDA (2010) menciona que el aceite de verano (compuesto de

aceites parafínicos), es excelente para controlar araña roja a dosis de 7 a 15 ml/L sin ningún plazo de seguridad. Por su parte, Narrea (2012) recomienda para controlar araña roja en cítricos, aplicaciones de aceite vegetal al 1%, esto cuando se sobrepase el 5% de frutos infestados. En esta misma línea, Soto (2013) indica que el aceite de cítricos extraído de la cascara de naranja y de otras frutas cítricas es efectivo para controlar todo tipo de ácaros. Esto es debido a dos principales compuestos: el limoneno que representa el 90% del extracto crudo y el linalol, en menor cantidad. También están presentes compuestos como aldehídos, cetonas, ésteres y alcoholes. El limoneno causa aumento de la actividad de los nervios sensoriales, resultando en pérdida de coordinación, convulsión y parálisis corporal.

Como última aportación, es importante mencionar dos investigaciones en las que se evaluaron aceites vegetales comestibles. No obstante estas se realizaron en el insecto llamado cochinilla silvestre del nopal (*Dactylopius opuntiae*). La primera la realizó Camacho (2015), en ella experimentó bajo condiciones de laboratorio los aceites reciclados (quemados) de soya, olivo, canola, maíz y cártamo.

En sus conclusiones menciona que para ninfa I los mejores aceites fueron los de maíz y oliva, el primero ocasionando mortalidad de 25.61% (1223 ninfas muertas) y 21.84% (1043) para oliva, comparados con el testigo que registró 1.27% (61 individuos). En ninfa II el aceite de maíz fue el más importante con mortalidad de 24.03% (324 individuos) y soya 22.4% (302 individuos), testigo 4.97% (67 individuos). En hembras adultas destacaron el aceite de soya y canola, ambos con efectividad de 21.31%; es decir, provocaron mortalidad de 217 individuos, cifra superior a la expresada por el testigo (6.97 % = 71 individuos). Con base en sus observaciones y aportaciones de algunos autores, se determinó que los aceites evaluados actúan principalmente por contacto, provocando en los organismos asfixia por obstrucción de espiráculos.

Finalmente, Castañeda (2016) en la misma cactácea y con la misma plaga, pero en condiciones de campo, evaluó los aceites de oliva y canola (nuevos y reciclados); soya, cártamo y maíz, todos reciclados, usando en la formulación de

la suspensión 4 ml de aceite más 0.4 gr de detergente en 125 ml de agua. Sus resultados indican que en ninfas el aceite de oliva nuevo ocasionó una densidad poblacional de 2.6% (51 individuos) y el de oliva reciclado 4.5% (88 individuos), esto en comparación al testigo que registró 26.6% (494 individuos). Desde el punto de vista poblacional, lo anterior significaría que el aceite de oliva nuevo redujo la población de ninfas en 89.6% y el de oliva reciclado 82.1%. A estos le siguieron el aceite de canola nuevo con 78.5%; maíz 77.3%, canola 72.8%, cártamo 72.4% y soya 47.7%, estos últimos reciclados. En hembras adultas con base en las pruebas estadísticas, se determinó como tratamiento más destacado al aceite de oliva nuevo con densidad poblacional de 3.7% (74 individuos). Siguiéndole el aceite de oliva reciclado (6.6%, 132), canola reciclado (8.2%, 165) y soya reciclado (8.4%, 169 individuos), tratamientos superiores al testigo que presentó 10.2% (204 individuos).

2.5.4.3.1 Aceites esenciales

El-Moneim *et al.* (2012) experimentaron la actividad acaricida de extractos de tres aceites esenciales: manzanilla (*Chamomilla recutita*), mejorana (*Marjorana hortensis*) y eucalipto (*Eucalyptus* sp.) contra *T. urticae* con diferentes concentraciones (0,5%, 1,0%, 2,0%, 3,0% y 4,0%). Sus resultados mostraron que la manzanilla presentó el efecto acaricida más potente contra *Tetranychus*, seguida de la mejorana y eucalipto. Los valores de LC₅₀ para adultos fueron: 0.65, 1.84 y 2.18, respectivamente. Para huevos 1.17, 6.26 y 7.33, respectivamente. Se determinaron las actividades de enzimas que incluyen glutatión-S-transferasa, esterasa (α -esterasa y β -esterasa) y fosfatasa alcalina en ácaros susceptibles y se probaron las actividades de las enzimas involucradas en la resistencia de los acaricidas. La enzima proteasa disminuyó significativamente en la CL₅₀ tanto de la manzanilla como de la mejorana en comparación con el testigo. La cromatografía de gases-espectrómetro de masas (GC-MS) demostró que las composiciones principales de *Chamomilla recutita* son el óxido de bisabolol α -A (35.251%) y el trans- β -farerseno (7.758%), mientras que los componentes principales de *Marjorana hortensis* son terpineno. 4-ol (23.860%), *p*-cimeno (23.404%) y sabineno (10.904%).

En una investigación similar, Modarres (2012) comprobó la actividad bioacaricida de extractos de tres aceites esenciales: tomillo (*Thymus vulgaris*), Lavanda (*Lavandula officinalis*) y eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*) contra *T. urticae* en frijol cereza (*Vigna unguicula* subsp. *Sinensis*), utilizando cinco concentraciones diferentes (0.5%, 1%, 2%, 3% y 4%) con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la lavanda presentó el efecto más acaricidas, seguida de tomillo y eucalipto. El LC 50 para éstas en ácaros adultos fueron: 0,65, 1,84 y 2,18, respectivamente. Los hallazgos revelan que los aceites esenciales de estas plantas poseen actividad acaricida contra araña roja en frijol cereza.

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Entomología de la Universidad Autónoma del estado de Morelos. Las condiciones medioambientales fueron de una temperatura de $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $70 \pm 5\%$ (Modarres, 2012). Para el experimento se manejó un diseño estadístico completamente al azar con tres repeticiones, evaluando cinco tratamientos incluyendo el testigo (Díaz, 2009).

3.2 Selección de tratamientos

Los tratamientos se eligieron tomando en consideración las investigaciones desarrolladas por Camacho (2015) y Castañeda (2016). Los aceites evaluados fueron de soya, maíz, girasol y oliva (Figura 10). Como testigo se utilizó agua destilada. La manera de aplicarlos fue a través de un atomizador manual efectuando tres aplicaciones; una al inicio del experimento y el resto con intervalo de 24 horas.



Figura 10. Aceites evaluados

3.3 Unidad experimental

La unidad experimental consistió de un cactus ornamental en maceta (Figura 11), el cual se infestó con 40 individuos adultos (discriminando sexo) de *T. urticae*. Los organismos se obtuvieron de un invernadero de cactus ornamentales ubicado en el municipio de Jiutepec, Mérida. Una vez infestados los cactus se dejaron en observación por cinco días, garantizando con ello la viabilidad de los ácaros. Antes de iniciar el ensayo, se retiraron con un pincel algunos especímenes de cada cactus, de tal manera que cada uno de ellos contuviera únicamente 30 individuos. Por tanto, el esquema experimental quedó conformado por tres cactus o repeticiones por tratamiento.



Figura 11. Unidad experimental.

3.4 Desarrollo experimental

De manera general, el asperjado de los aceites se realizó de la siguiente forma. De cada tratamiento se aplicó aproximadamente 1 ml de producto por planta (3 ml por las tres repeticiones y 9 ml por las tres aplicaciones de cada tratamiento), procurando mojar perfectamente la superficie de la misma. 24 horas después de la última aplicación, a través de un microscopio estereoscópico se verificó la mortalidad de organismos, tomando en consideración su movilidad, color y turgencia corporal. De igual forma, se constató la presencia de algún efecto fitotóxico en cada repetición de cada tratamiento.

3.5 Rapidez de acción y dosis mínima efectiva

Para determinar la rapidez de acción de los aceites más destacados se eligieron tres ácaros adultos por tratamiento, los cuales se colocaron de manera individual en cajas Petri. A continuación se aplicó una atomización del aceite que correspondiera a cada uno de ellos y se cronometró el tiempo requerido para su muerte. En lo que respecta a la dosis mínima efectiva, se utilizó únicamente la correspondiente a 0.25 ml por planta, siguiendo el procedimiento establecido en el párrafo anterior. Es necesario señalar que se eligió esta dosis, debido a la disponibilidad de adultos de *T. urticae*.

3.6 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de resultados se utilizó al Paquete Estadístico XLSTAT Versión 7.5.2. para EXCEL desarrollado por Addinsoft (1995–2004). Las pruebas utilizadas comprendieron: análisis de normalidad de Jarque-Bera y Shapiro-Wilk y transformación logarítmica [$\log(x)$] para su normalización. Adicionalmente se efectuó análisis de varianza, comparación múltiple de medias de Duncan y la Prueba de Dunnett (comparación de tratamientos con el testigo), todas con intervalo de confianza del 95%.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Mortalidad de araña roja

En el Cuadro 1 se presentan los valores de mortalidad obtenidos al final del experimento, cifras que sirvieron de base para el consecuente análisis estadístico.

Cuadro 1. Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos.

ACEITE	REPETICIÓN	SOBREVIVENCIA		TOTAL	
		Vivos	Muertos	Vivos	Muertos
Girasol	I	0	30	0	90
	II	0	30		
	III	0	30		
Maíz	I	0	30	2	88
	II	0	30		
	III	2	28		
Soya	I	4	26	6	84
	II	0	30		
	III	2	28		
Oliva	I	2	28	10	80
	II	6	24		
	III	2	28		
Testigo	I	29	1	84	6
	II	27	3		
	III	28	2		

Los valores presentados se sometieron a las pruebas de normalidad de Jarque-Bera y Shapiro-Wilk obteniendo por resultado la no normalidad en cuanto a su distribución, por tanto se les aplicó la transformación logarítmica con el mismo resultado; es decir, no se lograron normalizar los índices. La razón de no poder normalizar los valores radica en los extremos de los índices, esto es, cualquier tratamiento obtuvo mortalidad de 30 individuos o cercano a esto, en tanto que en el testigo osciló entre 1 y 3, es por ello que con estos valores es virtualmente imposible lograr una distribución normal.

No obstante esta salvedad, se aplicó el análisis de varianza obteniendo diferencias significativas entre tratamientos (GDL= 4, F= 182.686, Pr>F= 0.0001). Esto se refleja en el Cuadro 2 que muestra que todos los tratamientos fueron diferentes al testigo y que entre ellos existió cierta semejanza estadística.

Cuadro 2. Ordenación y agrupamientos de los grupos no significativamente diferentes en mortalidad.

Categorías	Media	Agrupamientos	
girasol	30.000	A	
maíz	29.333	A	B
soya	28.000	A	B
oliva	26.667		B
testigo	2.000		C

Para clarificar lo anterior, la comparación múltiple de medias de Duncan que es más específica (Cuadro 3), corrobora que todos los tratamientos difieren con el testigo en cuanto a mortalidad, y que la igualdad estadística está presente en los aceites de girasol, maíz y soya, en tanto que el aceite de oliva se asemeja más en mortalidad con estos dos últimos que con el de girasol. En conclusión, se podría señalar que todos los tratamientos tuvieron en mayor o menor medida un efecto importante en la mortalidad de *T. urticae*, resultado apoyado por la Prueba de Dunnett (Cuadro 4).

Cuadro 3. Prueba de Duncan mortalidad / Análisis de las diferencias entre grupos con intervalo de confianza de 95.00 %.

Categorías	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr. > Dif	Alfa (modificado)	Significativo
girasol ~ testigo	28.000	22.450	2.425	0.001	0.185	Sí
girasol ~ oliva	3.333	2.673	2.387	0.092	0.143	Sí
girasol ~ soya	2.000	1.604	2.328	0.289	0.098	No
girasol ~ maíz	0.667	0.535				No
maíz ~ testigo	27.333	21.915	2.387	0.001	0.143	Sí
maíz ~ oliva	2.667	2.138	2.328	0.132	0.098	No
maíz ~ soya	1.333	1.069				No
soya ~ testigo	26.000	20.846	2.328	0.001	0.098	Sí
soya ~ oliva	1.333	1.069				No
oliva ~ testigo	24.667	19.777	2.228	0.000	0.050	Sí

Cuadro 4. Prueba de Dunnett mortalidad/ Comparación de los grupos con el grupocontrol testigo con intervalo de confianza de 95.00 %.

Categorías	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico d	Diferencia crítica	Significativo
girasol ~ testigo	28.000	22.450	2.891	3.605	Sí
maíz ~ testigo	27.333	21.915	2.891	3.605	Sí
soya ~ testigo	26.000	20.846	2.891	3.605	Sí
oliva ~ testigo	24.667	19.777	2.891	3.605	Sí

Para tener una percepción más clara en cuanto al efecto de mortalidad de los diferentes tratamientos se desarrolló la siguiente gráfica, donde se aprecia que porcentualmente prácticamente todos los tratamientos ejercieron un control total de la plaga, destacando evidentemente el aceite de girasol con 100% de mortalidad y en menor medida el de oliva con 88.8%, todos en comparación al testigo que registró 6.6% (Figura 12).

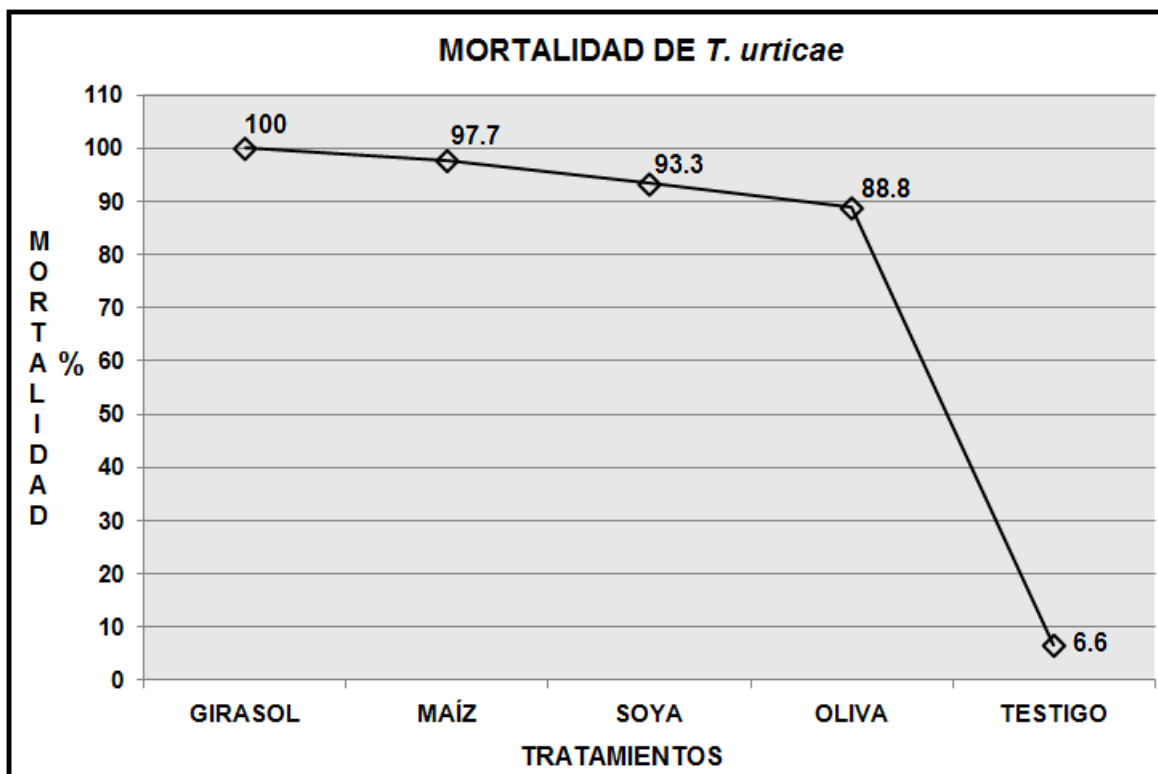


Figura 12. Porcentaje de mortalidad de araña roja por efecto de tratamientos.

Son pocos los estudios con los que se puedan contrastar los resultados obtenidos en esta investigación; por ejemplo, el ensayo desarrollado por Kyuheon *et al.* (2005) en donde evaluaron el producto comercial BIONATROL que es una emulsión de aceite de soya, en poblaciones de *T. urticae* en pepino. En sus resultados concluyen que el producto redujo la población de la plaga en un 88 a 95%, porcentaje similar al obtenido en el actual estudio.

Sobre este mismo tema existe un estudio desarrollado por Chueca *et al.* (2009), en el que aborda la efectividad de diversos aceites minerales a cinco concentraciones y un acaricida comercial para el control de *T. urticae* (huevo,

protoninfa y adulto) en clementino (fruto proveniente de la hibridación de mandarina con naranja amarga). En éste señala que a mayor concentración de los aceites se incrementa la mortalidad de los diferentes estados de desarrollo de la plaga, el cual alcanza del 80 al 90%, efectividad equivalente a la obtenida con el acaricida comercial. Nuevamente el resultado coincide con el alcanzado al utilizar aceites comestibles.

La similitud en mortalidad lograda por los dos tipos de aceites, naturales y minerales, se debe a que ambos actúan de la misma manera: anoxia causada por bloqueo de espiráculos en los insectos y estigmas en los ácaros ocasionando la muerte por asfixia (Chueca *et al.*, 2009; Kallianpur *et al.*, 2002; Taverner, 2002). Adicionalmente, Stoller (2009) señala que los aceites vegetales, además de la anoxia, destruyen la membrana plasmática de las células provocando la destrucción de los tejidos. A lo anterior, Tovar (2012) agrega que en huevecillos producen deshidratación, coagulación y muerte del embrión. Por tanto, con base en la forma de actuar tanto aceites minerales como vegetales se podrían considerar como insecticidas de contacto (Terralia, 2014).

A lo expuesto es importante agregar, que Salas y Hernández (1985) indican que la mortalidad de insectos causada por aceites tanto vegetales como minerales no está claramente establecida, ya que si bien en los minerales se reconoce su acción asfixiante, en los de origen vegetal además de la asfixia parecieran existir acciones más complejas, esto lo justifica al mencionar que se ha comprobado que insectos desprovistos de oxígeno permanecen vivos durante más tiempo que aquellos tratados con algunos aceites vegetales.

4.2 Rapidez de acción

En virtud de que todos los aceites evaluados mostraron importantes porcentajes de mortalidad se decidió incluirlos en la prueba, cuyos resultados se incluyen en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Tiempo requerido por los aceites para ocasionar mortalidad en araña roja.

TRATAMIENTO	ÁCARO	TIEMPO segundos	PROMEDIO
Girasol	1	40	51.3
	2	60	
	3	54	
Maíz	1	78	78.3
	2	57	
	3	100	
Soya	1	80	65.6
	2	47	
	3	70	
Oliva	1	51	51.3
	2	32	
	3	71	
PROMEDIO TOTAL			61.6

Con base en el cuadro anterior se puede establecer, que el efecto de mortalidad ocasionado por los aceites aparece a partir de los 61 segundos en promedio. Sin embargo, de acuerdo a los valores establecidos en el cuadro, la diferencia en tiempo entre el que actúa más rápido (oliva) y el que lo hace más lento (maíz) es poco más de un minuto. Esta diferencia probablemente esté relacionada con la viscosidad de los diferentes aceites, ya que como lo menciona Chueca *et al.* (2009) los aceites minerales con alto grado de viscosidad parecen tener una mayor eficacia en el control de plagas. Tal situación aparentemente se vincularía con la obstrucción de estigmas en los ácaros, ya que con una mayor viscosidad seguramente la obstrucción de los mismos sería más efectiva, dando como resultado una mortalidad más rápida.

A lo anterior se añadiría un aspecto relevante, se observó que al morir y quedar encapsulado el ácaro dentro del aceite sus características anatómicas no cambian; esto es su color, textura y turgencia corporal se mantienen inalterables, al menos mientras se encuentren cubiertos por el aceite (Figura 13).



Figura 13. Aspecto corporal del ácaro después de su muerte.

4.3 Dosis mínima efectiva

Al igual que con la rapidez de acción, para la dosis mínima se decidió utilizar el total de aceites experimentados, debido a que en mayor o menor medida todos ocasionaron alta mortalidad (Cuadro 6).

Cuadro 6. Mortalidad por efecto de los aceites a dosis mínima de 0.25 ml.

ACEITE	REPETICIÓN	SOBREVIVENCIA		TOTAL	
		Vivos	Muertos	Vivos	Muertos
Girasol	I	4	26	24	66
	II	8	22		
	III	12	18		
Maíz	I	10	20	15	75
	II	5	25		
	III	0	30		
Soya	I	10	20	39	51
	II	15	15		
	III	14	16		
Oliva	I	12	18	36	54
	II	13	17		
	III	11	19		
Testigo	I	25	5	80	10
	II	29	1		
	III	26	4		

El análisis de varianza para mortalidad con dosis de 0.25 ml indicó diferencias significativas entre tratamientos (GDL= 4, F= 19.459, Pr>F= 0.000). Hecho que se ve reflejado en la ordenación y agrupamientos (Cuadro 7) que se desprende de la comparación múltiple de medias de Duncan (Cuadro 8).

Cuadro 7. Ordenación y agrupamientos de los grupos no significativamente diferentes en dosis mínima efectiva.

Categorías	Media	Agrupamientos	
Maíz	25.000	A	
Girasol	22.000	A	B
Oliva	18.000		B
Soya	17.000		B
Testigo	3.333		C

Cuadro 8. Prueba de Duncan dosis mínima efectiva / Análisis de las diferencias entre grupos con intervalo de confianza de 95.00 %.

Categorías	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr. > Dif	Alfa (modificado)	Significativo
Maíz ~ Testigo	21.667	8.125	2.425	0.001	0.185	Sí
Maíz ~ Soya	8.000	3.000	2.387	0.055	0.143	Sí
Maíz ~ Oliva	7.000	2.625	2.328	0.060	0.098	Sí
Maíz ~ Girasol	3.000	1.125	2.228	0.287	0.050	No
Girasol ~ Testigo	18.667	7.000	2.387	0.001	0.143	Sí
Girasol ~ Soya	5.000	1.875	2.328	0.196	0.098	No
Girasol ~ Oliva	4.000	1.500				No
Oliva ~ Testigo	14.667	5.500	2.328	0.001	0.098	Sí
Oliva ~ Soya	1.000	0.375				No
Soya ~ Testigo	13.667	5.125	2.228	0.000	0.050	Sí

Como se observa en los cuadros anteriores, estadísticamente todos los tratamientos fueron semejantes en efectividad en comparación con el testigo, aunque presentaron más semejanza el aceite de maíz y girasol, y este último con el de oliva y soya. A pesar que el efecto de mortalidad fue menor que a dosis de 1 ml, la prueba de Dunnett ratifica que todos los tratamientos fueron significativos en comparación al testigo (Cuadro 9).

Cuadro 9. Prueba de Dunnett dosis mínima efectiva/ Comparación de los grupos con el grupo control testigo con intervalo de confianza de 95.00 %.

Categorías	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico d	Diferencia crítica	Significativo
Maíz ~ Testigo	21.667	8.125	2.891	7.708	Sí
Girasol ~ Testigo	18.667	7.000	2.891	7.708	Sí
Oliva ~ Testigo	14.667	5.500	2.891	7.708	Sí
Soya ~ Testigo	13.667	5.125	2.891	7.708	Sí

Para dimensionar la mortalidad obtenida con respecto a la lograda con dosis de 1 ml se presenta la siguiente gráfica (Figura 14). En ella se aprecia una evidente disminución en la efectividad de los aceites en general, con respecto a la lograda al aplicar 1 ml. La razón de ello obedece probablemente, a que 0.25 ml de aceite no fue cantidad suficiente para bañar completamente la unidad experimental, esto ocasionó que algunas áreas del cactus quedaran sin ser impregnadas favoreciendo por tanto que algunos ácaros no fueran tocados por el producto.

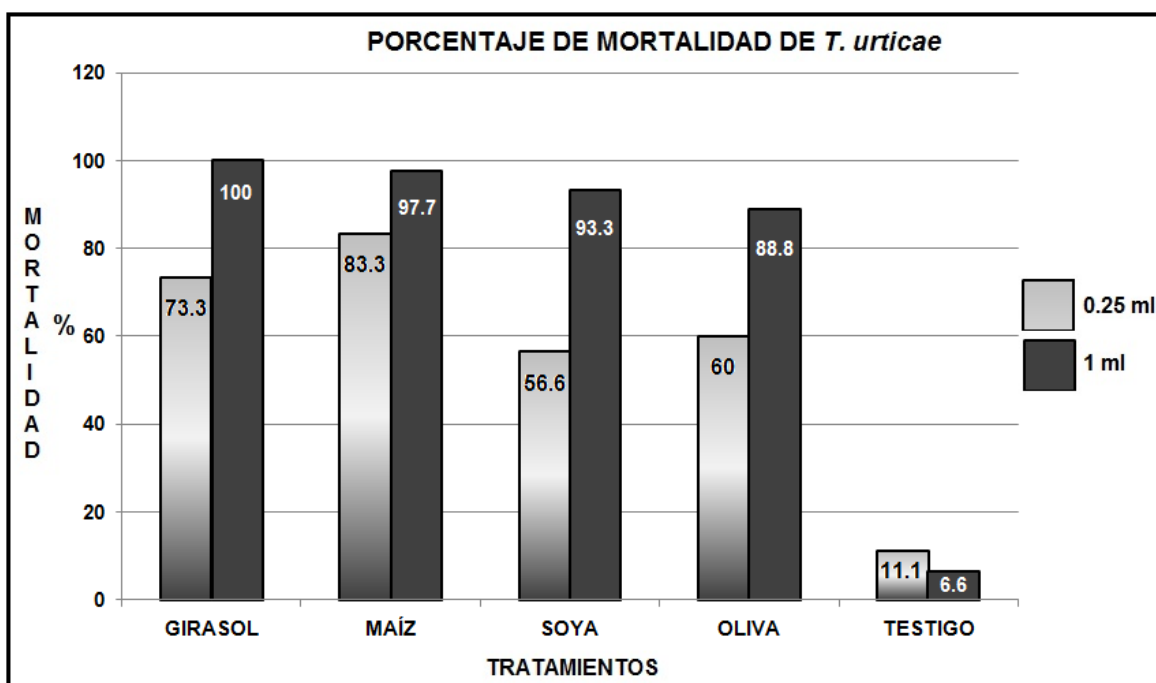


Figura 14. Mortalidad de *T. urticae* por efecto de los aceites obtenida a 0.25 y 1 ml.

Por tanto, aunque estadísticamente tuvieron un efecto significativo con respecto al testigo, es de notar que la dosis evaluada no desarrolló el potencial de los aceites. Ante ello y con las pruebas derivadas del estudio, se concluye que la dosis ideal sería de 1 ml; no obstante, existe la posibilidad de que una menor dosis establecida en 0.5 ml pudiera tener un mejor desempeño que la experimentada en este apartado, desafortunadamente como fue señalado en la metodología, por falta de especímenes fue virtualmente imposible llevarla a cabo.

V CONCLUSIONES

1. El análisis de varianza para mortalidad mostró diferencias significativas entre tratamientos, en tanto que la comparación múltiple de medias de Duncan y la prueba de Dunnett indicaron significancia estadística de todos los tratamientos con respecto al testigo. En cuanto a porcentaje de mortalidad destacó el aceite de girasol con 100% de mortalidad siguiéndole el de maíz con 97.7, soya (93.3) y oliva (88.8), en comparación al testigo que obtuvo 6.6%.
2. En lo que respecta a la rapidez de acción, se estableció que el tiempo transcurrido entre la aplicación del aceite y la mortalidad del organismo es de tan solo 61 segundos en promedio, destacando que la variación de tiempo está en función de la viscosidad del aceite aplicado.
3. Se estableció que la manera de actuar de los aceites vegetales es similar a la desarrollada por los aceites minerales, provocan anoxia causada por bloqueo de estigmas con la consecuente muerte por asfixia.
4. Como dosis mínima efectiva se evaluó la correspondiente a 0.25 ml, y al igual que con 1 ml, el análisis de varianza indicó diferencias significativas entre tratamiento. La comparación múltiple de medias de Duncan y la prueba de Dunnett corroboraron este resultado, especificando la igualdad estadística entre tratamientos con respecto al testigo. El resultado en porcentaje marcó en los aceites un claro descenso en la eficacia, inferior a la registrada con dosis de 1 ml. El aceite que ocasionó mayor mortalidad fue el de maíz con 83.3%, girasol (73.3%), oliva (60%) y soya (56.6%), testigo 11.1%.
5. Se sugiere que la disminución en efectividad no fue debida a la reducción en eficacia de los aceites, sino a que la dosis de 0.25 ml no fue la suficiente para abarcar toda la cobertura del cactus.

VI PERSPECTIVAS

Al desarrollar el experimento bajo condiciones de laboratorio, se hace evidente la necesidad de confirmar los resultados a nivel de campo, ya que las condiciones medioambientales podrían jugar un papel importante en el desempeño acaricida de los aceites vegetales.

Bajo esta óptica, es imprescindible afinar algunos detalles en la metodología. Por ejemplo, es necesario en primer lugar establecer una dosis mínima adecuada que se especula podría oscilar entre 0.5 y 1 ml por unidad. De igual modo, sería interesante experimentar si esta misma dosis pudiera ser utilizada en una suspensión (agua + surfactante + aceite), con la finalidad de abarcar más superficie y disminuir costos, esto sin ver mermada su eficacia.

Algunos otros aspectos a tomar en cuenta serían: conocer el número de aplicaciones necesarias para mantener bajo el umbral económico y efecto residual o tiempo que permanece el aceite en el campo sin mermar su actividad acaricida. También detectar posibles alteraciones en su poder biocida ocasionados por factores ambientales como lluvia, humedad y temperatura.

Como punto crucial de cualquier investigación práctica, es indispensable determinar el costo-beneficio de la propuesta. Esto implicaría entre otras cosas, el costo del aceite más la superficie a tratar, así como el número de aplicaciones requeridas. A partir de todo ello se podría saber, si es económicamente viable el uso de aceites vegetales para el control de araña roja.

VII. LITERATURA CITADA

- Aguilera, P. A., M. Ellena, I. Segue, A. Montenegro y L. Torralba. 2004. Primeras determinaciones de insectos y otros invertebrados fitófagos asociados a Murta (*Ugni molinae* Turcs), en el sur de Chile. INIA Chile. Proyecto Financiado por FDI de CORFO. 6 p.
- Akcelrad, L. L., G. Olalde y D. Sule. 2011. Especies silvestres de nopales mexicanos. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. GE005. México. 34 p.
- Altieri, A. M. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Capítulo 8: Agricultura orgánica. Editorial Nordan-Comunidad. Uruguay. pp. 165-183.
- Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. Edición: First Edition. Portland, OR. 776 p.
- Aponte, R. O. y F. Aponte. 1990. Daño de *Tetranychus urticae* Koch y su influencia en el cultivo de la carota (*Phaseolus vulgaris* L.). Boletín Entomología Venezolana. 5(20): 197-204.
- Arredondo, G. A. 2002. Propagación y mantenimiento de cactáceas. INIFAP. Folleto Técnico No. 21. 37 p.
- Aucejo, C., M. Foó, M. Ramis, P. Troncho, A. G. Cadenas y J. A. Jacas. 2003. Evaluación de la eficacia de algunos acaricidas contra la araña roja, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), en clementino. Boletín Sanidad Vegetal. Plagas. 29: 453-459.
- Badii, M. H., J. Landeros y E. Cerna. 2010. Regulación poblacional de ácaros plaga de impacto agrícola. Daena: International Journal of Good Conscience. 5(1) 270-302.
- Barthlott, W. 1983. Biogeography and evolution of Neo and Paleotropical Rhipsalinae (Cactaceae). Sonderb Naturwiss. 7: 241- 248.
- Barrera, F. J. 2007. Teoría y aplicación del control biológico. Cap. I: Introducción, filosofía y alcance del control biológico. L. A. Rodríguez y H. C. Arredondo (Ed.). Sociedad Mexicana de Control Biológico. pp. 9-18.
- Bazan, M. J. 2016. Evolución de la familia cactácea. En: <http://debazan.es/evolucion-de-la-familia-cactacea/>
- Benito, C. I. y B. C. Grouard. 1983. Plagas y enfermedades de los cactus. Parte I: Las enfermedades. Horticultura: Revista de industria, Distribución y Socioeconomía Hortícola. 11: 21-29.
- Bernal, J. S. y J. R. Quezada. 1999. Perspectivas y desafíos para el control biológico en México. Vedalia. 6: 3-14.

- Biodiversidad Mexicana. 2012. Cactus y biznagas (Cactaceae). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. En: https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/gran_familia/plantas/magnoliayMarg/cactaceas1.html
- Biodiversidad Mexicana. 2017. Cactus con Hojas Género *Pereskia*. En: <https://enciclovida.mx/especies/135859-pereskioideae>
- BOTANICAL. 2019. Familia de las cactáceas: características botánicas, propiedades y usos. En: <https://www.botanical-online.com/familiacactaceascastella.htm>
- Bravo, H. y L. Scheinvar 1999. El interesante mundo de las cactáceas. 2a ed. Fondo de Cultura Económica. México. 233 p.
- Camacho, B. I. 2015. Aceites vegetales comestibles como alternativa de control para cochinilla silvestre del nopal *Dactylopius opuntiae* (Hemiptera, Dactylopiidae), bajo condiciones de laboratorio. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 41 p.
- CAP. 2004. Manual de monitoreo de plagas, enemigos naturales y enfermedades del manzano, peral y cerezo. Center for Agricultural Partnerships. 32 p.
- CAP. 2008. Plagas de los cultivos: *Tetranychus urticae*. Consejería de Agricultura y Pesca. Dirección General de la Producción Agraria. Andalucía, España. División 5. 2 p.
- Castañeda, T, F. 2016. Evaluación de aceites vegetales comestibles como alternativa de control para cochinilla silvestre del nopal *Dactylopius opuntiae* cockerell (Hemiptera: Dactylopiidae), en condiciones de campo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 45 p.
- Cédola, V. C. 2004. Predación de *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) y *Feltiella insulares* Felt (Diptera: Cecidomyiidae) sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), en tomate. Boletín Sanidad Vegetal. Plagas. 30: 163-169.
- Cerna, E., J. Landeros, E. Guerrero, A. E. Flores y M. H. Badii. 2005. Detección de resistencia enzimática por productos sinergistas en una línea de campo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Folia Entomológica Mexicana. 44(3): 287-295.
- Chacón, H. J., C. Cerna, S. R. Mora, Y. O. Fuentes, M. R. Rodríguez y J. L. Flores. 2018. Distribution patterns of *Tetranychus urticae* Koch and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) in three roses varieties. Revista BioCiencias. 5(2): 16.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Biología de la UNAM. 847 p.

- Chueca, P., C. Garcerá, E. Moltó, J. Jacas, A. Urbaneja y T. Pina. 2009. Los aceites minerales pueden ser una alternativa al uso de acaricidas para el control de araña roja. *Levante Agrícola*. 2: 121-129.
- CICOPLAFEST. 2004. *Catálogo de Plaguicidas*. SEMARNAT, SAGARPA, Secretaría de Salud, Secretaría de Economía. 428 p.
- CONACYT. 2005. Investigación y desarrollo de nuevas moléculas para uso agrícola. Proyecto para desarrollo tecnológico y ampliación de uso de productos insecticidas en cultivos mexicanos. Programa de Estímulos Fiscales. Bayer CropScience México. 2 p.
- Cota, S. J. H. 2008. Evolución de cactáceas en la región del Golfo de California. pp. 67-79. En: *Estudios de las Islas del Golfo de California*. M. F. Campaña (Ed). Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Cuevas, S. M. I. y C. R. Nápoles. 2008. Laboratorio de Entomología. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del estado de Morelos.
- Delgadillo, V. I., M. A. Gonzales y R. Rivera. 2008. Manejo fitosanitario del nopal verdura en Milpa Alta, Distrito Federal. Comité Estatal de Sanidad Vegetal del Distrito Federal (CESAVEDF). 63 p.
- Díaz, C. A. 2009. *Diseño estadístico de experimentos*. Editorial Universidad de Antioquia. Segunda edición. Colección Ciencia y Tecnología. Colombia. 258 p.
- Doreste, S. E. 1988. *Acarología*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Editorial IICA. Segunda edición. San José, Costa Rica. 151 p.
- Dreistadt, H. S. 2001. *Integrated pest management for floriculture and nurseries*. Publication 3402. University of California. Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California. USA. 422 p.
- Duarte, M. C. 2017. Evaluación de aceites minerales solos y en mezclas con diazinon para el control de insectos chupadores. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. 89 p.
- ECOTENDA: 2010. Manual de insecticidas, fungicidas y fitofortificantes ecológicos. En: https://caminosostenible.org/wp-content/uploads/BIBLIOTECA/manual_insecticidas.pdf
- ECURED. 2012. Cactoideae. Enciclopedia Cubana. En: <https://ecured.cu/Cactoideae>
- ECURED. 2014. Opuntioideae. Enciclopedia Cubana. En: <https://www.ecured.cu/Opuntioideae>; Foto: <http://www.ecured.cu/Opuntioideae#/media/File:Apuntidae.jpg>

- ECURED. 2015a. Pereskioideae. Enciclopedia Cubana. En: <https://www.ecured.cu/Pereskioideae>
- ECURED. 2015b. Maihuenioideae. Enciclopedia Cubana. En: <https://www.ecured.cu/Maihuenioideae>
- Edwards, E. J., R. Nyffeler y M. Donoghue. 2005. Basal cactus phylogeny: implications of *Pereskia* (Cactaceae) paraphyly for the transition to the cactus life form. *American Journal Botany*. 92: 1177-1188.
- Eilhelm, B., K. Burstedde, N. Korotkova y J. Mutke. 2010. Biodiversidad y distribución de cactáceas. *Boletín de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Cactáceas y otras Suculentas*. 7(1): 6-8.
- El-Moneim, A. A., A. A. Fatma y A. F. Turkey. 2012. Control of *Tetranychus urticae* Koch by extracts of three essential oils of chamomile, marjoram and eucalyptus. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2(1): 24-30.
- Estebanes, G. L. 1964. Contribución al conocimiento de los Tetranychidae de México. Tesis de Licenciatura. UNAM. Facultad de Ciencias. 119 p.
- Fasulo, R. T. y H. A. Denmark. 2004. Twospotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnidae: Acari: Tetranychidae). *DPI Entomology. Circular 89*. 5 p.
- Ferragut, F. y M. C. Santoja. 1989a. Taxonomía y distribución de los ácaros del género *Tetranychus* Dufour 1832 (Acari: Tetranychidae), en España. *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas*. 15: 271-272.
- Ferragut, F. y M. C. Santoja. 1989b. Taxonomía y distribución de los ácaros del género *Tetranychus* Dufour 1832 (Acari: Tetranychidae), en España. *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas*. 15: 275-277.
- FUNDESYRAM. 2019. Daño en los cultivos por la Araña roja (*Tetranychus urticae*). Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. En: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=2460>
- García de León, S. y J. Mier. 2003. Panorama actual de la producción comercial y aplicación de bioplaguicidas en México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. 4(7): 65-81.
- García, M. F., D. Roca, P. Fonbuena, F. Ferragut y C. Comelles. 1988. Acción de los acaricidas tetradifón y dicofol sobre huevos y adultos de *Panonychus citri* (McGregor) y *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), en cítricos. *Boletín Sanidad Vegetal. Plagas*. 14: 163-169.
- García, M. F., J. C. Comelles y F. Ferragut. 1994. Las principales plagas españolas: ácaros de importancia agrícola. *Phytoma*. Edit. Agropubli. España. pp. 11-41.

- Gibson, A. C. y P. S. Nobel. 1986. The cactus primer. Harvard University Press. Cambridge, MA. 286 p.
- Grbic, M., V. Leeuwen, R. M. Clark, S. Rombauts, P. Rouze, V. Grbic, E. J. Osborne, W. Dermauw y P. C. Ngoc. 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. Bulletin of the Entomological Society of Egypt LVIII: 249-259.
- González, R. 1961. Contribución al conocimiento de los ácaros del manzano en Chile Central. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Boletín Técnico 11. 58 p.
- González, R. H. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Editor Universidad de Chile. Santiago de Chile. 310 p.
- Gugole, O. M. 2012. Manejo Integrado de la plaga *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. 200 p.
- Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIBCONABIO, proyectos Q045 y AS021. México. 90 p.
- Hernández, J. R., R. J. Chávez y E. Sánchez. 2007. Diversidad y estrategias para la conservación de cactáceas en el semidesierto Queretano. CONABIO. Biodiversitas. 70: 6-9.
- Herskovitz, M. y E. Zimmer. 1997. On the evolutionary origins of cacti. Taxon. 46: 217-232.
- ICA, 2003. *Tetranychus urticae* Koch. (Arachnida: Acariformes: Tetranychidae). Instituto Colombiano Agropecuario. Fichas Técnicas - Plagas. 3 p.
- INFOAGRO. 2019. Manejo de ácaros plaga. En: http://www.infoagro.com/hortalizas/acaros_plaga.htm
- INFOJARDIN. 2017. Enfermedades de cactus y suculentas. En: http://articulos.infojardin.com/suculentas/hongos_cactus_crasas_suculentas.htm
- Isman, M. 2006. Botanical Insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world. Annual Review of Entomology. 51: 45-66.
- ITIS. 2019. *Tetranychus urticae*. Catalogue of Life. Indexing the World's Known Species. En: <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/24437b891587aa3fe68fda2cdbc8b427/synonym/91fd2d84754cc54c319de27e9adadbfe>
- Jeppson, K. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press. California. 614 p.

- Jiménez, S. C. 2011. Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*. 12(1): 23.
- Kallianpur, A. S., G. A. Herron, G. A. Beattie, y D. M. Watson. 2002. Potter spray tower bioassays of two horticultural mineral oils against tomato thrips, tomato russet mite and greenhouse whitefly adults, and common brown leafhopper nymphs. pp. 112-117. En G. A. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae y R. N. Spooner-Hart [eds.]. *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.
- Khajehali, J., P. Van Nieuwenhuysse, P. Demaeght, L. Tirry y T. Van Leeuwen. 2011. Acaricide resistance and resistance mechanisms in *Tetranychus urticae* populations from rose greenhouses in the Netherlands. *Pest Management Science* 67: 1424–1433.
- Kyuheon, L., S. J. Chung y G. Chung. 2005. Effectiveness of Bionatrol on control of two spotted spider mites (*Tetranychus urticae*), aphids (*Aphis gossypii*), and whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum*) on greenhouse grown english cucumber (*Cucumis ssp. kasa*). *Korean Journal of Horticultural Science*. 46(4): 241-245.
- Landeros, F. J., R. R. Navarrete, A. C. Elizondo y R. S. Peña. 1998. Determinación de arañitas rojas (Acari: Tetranychidae) asociadas a cultivos presentes en Saltillo, Coahuila y en zonas agrícolas aledañas. *Revista Agraria de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. 14(1): 13-24.
- Linares, O. H. 2004. Curso: Producción de flor de gladiolo. Secretaría de la Reforma Agraria. México. 14 p.
- López, I. J., E. Arroyo, E. C. Mandaca, C. A. Bernal, M. R. Delgado, J. L. Gallardo y A. M. Rosas. 2007. Uso de depredadores para el control biológico de plagas en México. pp. 90-105. En: *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Capítulo 7. L. A. Rodríguez y H. C. Arredondo (Ed.). Sociedad Mexicana de Control Biológico.
- Luna, M. C. 2004. Recolección, cultivo y domesticación de cactáceas columnares en la mixteca baja, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 10(2): 95-102.
- Mansilla, V. J., R. P. Oreto, C. S. Corral y M. J. Villareal. 2003. Presencia y distribución de ácaros eriófididos en camelias del sur de Galicia y norte de Portugal. *Boletín Sanidad Vegetal*. 29: 35-41.
- Martínez, F. M., J. M. Campos y J. M. Fibla. 2012. Aplicación de aceite mineral para el control de la araña roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en huertos de clementinos. *Bololitín de Sanidad Vegetal. Plagas*. 38: 269-279.
- Marroquin, L. U. 2018. Evaluación de extractos vegetales en el control de arañita roja (*Tetranychus urticae* Koch). Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 61 p.

- Mauseth, J. 1990. Continental drift, climate and the evolution of cacti. *Cactus and Succulent Journal*. 62: 301-308.
- Modarres, N. S. 2012. Control of *Tetranychus urticae* Koch by thyme, lavender and eucalyptus essential oils. *Journal of Medicinal Plants and By-products*. 1: 43-47.
- Molinari, A. M., J. C. Gramundi, E. Perotti y M. Lago. 2006. Presencia de araña en cultivos de soja. *Revista: Para mejorar la producción. INTA-EEA Oliveros*. 33: 81-85.
- Mollet, J. A. y V. Sevacherian. 1984. Effect of temperature and humidity on dorsal strial lobe densities in *Tetranychus* (Acari: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*. 10(3): 159-161.
- Narrea, C. M. 2012. Manejo integrado de plagas en el cultivo de cítricos. *Guía Técnica*. Perú. 32 p.
- Navajas, M. 1998. Host plant associations in the spider mite *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): insights from molecular phylogeography. *Experimental and Applied Acarology*. 22: 201-214.
- Núñez, B. D. 2005. Efecto de la temperatura en la capacidad depredadora de *Neoseiulus californicus* (McGregor) sobre tres especies de ácaros fitófagos en laboratorio. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. 54 p.
- Nyffeler, R. 2002. Phylogenetic relationships in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from *trnK/matK* and *trnL/trnF* sequences. *American Journal Botany*. 89: 312-326.
- Osman, P. C. y V. M. Tello. 2011. Tabla de vida de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre tres variedades de melón, *Cucumis melo*. *Revista Colombiana de Entomología*. 37(1): 21-26.
- Pérez, R. y L. Almaghel. 1978. Los ácaros fitófagos de Cuba y sus principales plantas hospedantes. Editorial CIDA. Laboratorio Central de Diagnóstico. 10 p.
- Rajakumar, E., P. S. Hugar y B. V. Patil. 2005. Biology of red spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Agricultural Sciences*. 18(1): 147-149.
- Rebolledo, A. 2013. Cactáceas, en riesgo de extinción por desmontes. Inforural. En: <https://www.inforural.com.mx/cactaceas-en-riesgo-de-extincion-por-desmontes/>
- Reséndiz, G. B. 1998. Resistencia a acaricidas de una población de *Tetranychus urticae* Koch procedentes de Villa Guerrero, Estado de México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 45 p.

- Reséndiz, G. B. y O. C. Olivas. 2018. Biología del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) en laboratorio en Chapingo, Estado de México. *Entomología Mexicana*. 5: 40-45.
- Reyes, S. J. 2013. Conservación y restauración de cactáceas y otras plantas suculentas mexicanas. Manual práctico. Comisión Nacional Forestal. 110 p.
- Sadras, V. O., L. J. Wilson y D. A. Rally. 1998. Water deficit enhanced cotton resistance to spider mite herbivory. *Annals of Botany London*. 81: 273-286.
- SAGARPA. 2012. Plan rector del sistema producto nopal y tuna del Estado de Michoacán. 73 p.
- Salas, J. y G. Hernández. 1985. Protección de semillas de quinchoncho (*Cajanus cajan*) contra el ataque de *Acanthoscelides obtectus* y *Callosobruchus maculatus* a través del uso de aceites vegetales. *Agronomía Tropical*. 35(4-6):19-27.
- Sanpedro, R. M. y W. N. Mejía. 2002. El control biológico: un método sustentable en el control de plagas agrícolas, caso: araña roja en plantas de vivero. VII Congreso Nacional y I Internacional de Ciencias Ambientales. Ponencia Oral. Baja California. 2 p.
- Soto, G. A. 2013. Manejo alternativo de ácaros plaga. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 30(2): 34-44.
- Stoller. 2009. NATURL ÓLEO: aceite vegetal insecticida-acaricida. Ficha Técnica. En: http://www.stoller.cl/fic/NATURL_OLEO.pdf
- Stumpf, N., P. W. Claus, W. Kraus, G. D. Moores y R. Nauen. 2001. Resistance to organophosphates and biochemical genotyping of acetylcholinesterases in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry Physiology*. 69: 131-142.
- Stumpf, N. y R. Nauen. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochemistry Physiology*. 72: 111-121.
- Taverner, P. 2002. Drowning or just waving? A perspective on the ways petroleum-derived oils kill arthropod pests of plants. pp. 78-88. En G. A. Beattie, D. M. Watson, M. L. Stevens, D. J. Rae y R. N. Spooner-Hart [eds.]. *Spray Oils Beyond 2000*. University of Western Sydney, Australia.
- Takematsu, A. P., N. S. Filho, M. F. Filho, y M. E. Sato. 1994. Sensibilidade de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) proveniente de roseira (*Rosa* sp.) de Holambra SP a alguns acaricidas. *Revista de Agricultura (Piracicaba)*. 69(2): 129-137.

- Terralia. 2014. Aceite vegetal 95% AE. En: http://www.terralia.com/agroquimicos_de_mexico/index.php?proceso=registro&numero=6561
- TERRANOVA. 2018. Enfermedades, plagas y problemas más comunes con nuestras cactáceas. Terranova viveros. En: <http://terranovaviver.blogspot.com/2018/01/enfermedades-plagas-y-problemas-mas.html>
- The Plant List. 2010. Cactaceae. En: <http://www.theplantlist.org/browse/A/Cactaceae/>
- Torres, M. M., V. A. Salmerón, C. M. Ruiz, A. A. Rodríguez y M. G. García. 2003. Producción integrada en tomate y pimiento bajo abrigo en Almería. *Vida Rural*. 164: 32-35.
- Tovar, H. H. 2012. Alternativas biorracionales de plagas agrícolas. *Cultura Orgánica*. Septiembre-Octubre. Editorial Agro Síntesis. México. pp. 28-32. En: <http://www.culturaorganica.com/html/viewer.php?ID=28&IDPAG=28>
- UACJ. 2017. Importancia de las cactáceas. Hoja Técnica No. 14. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. 7 p.
- Vargas, R., B. Chapman y D. R. Penman. 2002. Effect of thuringiensis on cuticle development of immature stages of *Tetranychus urticae* Koch. (Acarina: Tetranychidae). *Agricultura Técnica Chile*. 62(2): 201-211.
- Veerman, A. 1970. The pigments of *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. (Acari: Tetranychidae). *Comparative biochemistry and physiology*. 36: 749-763.
- Veerman, A. 1974. Carotenoid metabolism in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 47: 100-106.
- Villegas, E. S., J. R. Maciel, S. A. Rosales, H. S. Arroyo, J. H. Morales y R. B. Muñiz. 2010. Resistencia a acaricidas en *Tetranychus urticae* (Koch) asociada al cultivo de fresa en Zamora, Michoacán, México. *Agrociencia*. 44(1): 1405-3195
- Vincenz, F. 2007. *Maihuenia patagonica*. En: https://es.wikipedia.org/wiki/Maihuenia#/media/File:Maihuenia_patagonica1.jpg
- Waage, J. K. 1991. Biodiversity as a resource for biological control. pp. 149-163. En: Hawksworth, D. L. (Edit.), *The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its roles in sustainable agriculture*. CAB International, London.
- Wilson, L. 1995. Habitats of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) during winter and spring in a cotton-producing region in Australia. *Environmental Entomology*. 24(2): 332-340.
- Williams, K. D. 2000. Twospotted mite on ornamentals plants. *Agriculture Notes*. AGO 184. State of Victoria. Department of Primary Industries. 2 p.

World of Succulents. 2017. Cactoideae. En: <https://worldofsucculents.com/?cacti=cactoideae>

Zamora, T., A. Nontañés y P. Izquierdo. 2006, Plagas: Araña Roja, Mosquita Blanca. Mercadillo de Tocaronte, España. Hoja Divulgativa Número 9. 4 p.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades		Meses
<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de información bibliográfica 	<ul style="list-style-type: none"> a) Biología de <i>Tetranychus urticae</i>. b) Métodos de control c) Investigaciones recientes d) Observaciones, fotografías 	Enero-febrero 2019
<ul style="list-style-type: none"> • Investigación de campo • Seminario 	<ul style="list-style-type: none"> a) Observaciones directas b) Fotografías c) Colecta de material d) Estructura del seminario e) Redacción de la investigación f) Evaluación del Seminario I 	Marzo-mayo 2019
<ul style="list-style-type: none"> • Etapa experimental • Resultados 	<ul style="list-style-type: none"> a) Experimentos de laboratorio b) Observaciones c) Fotografías d) Obtención de datos e) Análisis estadísticos f) Análisis de resultados g) Redacción de resultados 	Junio-septiembre 2019
<ul style="list-style-type: none"> • Resultados • Seminarios 	<ul style="list-style-type: none"> a) Resultados y discusión b) Presentación de Seminario II c) Conclusión d) perspectivas e) Presentación de seminario III f) Tesis concluida 	Octubre diciembre 2019



Cuernavaca, Morelos a 15 de abril de 2021

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E.

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta la Pasante de Biólogo: **VITELA GARCIA MONSERRAT SHALOM**, con el título del trabajo: **EVALUACIÓN DE ACEITES VEGETALES COMO ALTERNATIVA DE CONTROL PARA ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch, 1836) EN CACTÁCEAS ORNAMENTALES.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación de **Trabajo de Desarrollo Profesional por Etapas**, como lo marca el artículo 33° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

DRA. COLUMBA MONROY ORTIZ

DRA. VERONICA OBREGON BARBOZA

M. EN C. MARÍA IDALIA CUEVAS SALGADO

M. EN C. MARÍA EUGENIA BAHENA GALINDO

DR. FRANCISCO JAVIER SOTELO RIVERA



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

FRANCISCO JAVIER SOTELO RIVERA | Fecha:2021-04-15 11:46:57 | Firmante

FBewX7okl1n2X8upzrpe+PSyef+7z055yO8Hltny26/FwwdTm+P+e/4QopQKqLg0vInS5LzQ0/EmjqEaC0F9fPYSYB9OFImjGB9mRHBu8Iw3DCC70GKdTE72HooVEGxPCc/TeKquLtg2x9BrpXQbogNXI4Dy4ssvEhP6JPYldcqdTWUQZRzNyqi4ayDCdyQrW7WKKqSI3EvLGBTK2R3U/VQA80njuKpxXdvTQB3onBASJFvRG1FgUpLNYIFWJusSANvW4tzBACy0yExzEdr+Hn3LA8Rg6dyoeKE9FtSjyV72/Haa4RMGeqeQHclHuj4NKW/XYMqVYKzqgQon81kw==

COLUMBA MONROY ORTIZ | Fecha:2021-04-15 12:10:37 | Firmante

fx8HVfC/9FQd713Z9WlUwbquG4C6Xz25oSyHhvRtyz+rDfrxkRksi230ixGBnDoADGQhZ8q+eU/XvOvXRYgrm4JAIGTEsXUV2IP+UMX01zm9Z/7OHuKsAHRhpSxpQ83heHA3v50y1orcegDYcKeXZHaLyHOKWMDjHK9K4zYnKecJ8Yz44MUm5OBHBgvXON8A5whOn9SzO2hVjocTst0K0MzXOFFXX481HQMGyKohUVEmyrowEoeuO4rILQ1dLuYnssJtEg2PNxNRbjlrE9dVYQaKtv2Jpyk2yMcl/agOSJ+15XPEmr/qrtkjhmfztI0IAWzYOBF4uH4pQMFehEKg==

MARIA IDALIA CUEVAS SALGADO | Fecha:2021-04-15 19:49:24 | Firmante

Oz/hohxsbvb2myVulH9q/sLo6Pc9WL4frBdEfSiYC9QNM0fM1wN00fOZbY5+4w5NznHybbvE3z/W85tlWBX7zsCRoSPT7JqbYucd1b7gU53se4M8N9L0yiaxsObEGDxvg/U/TjLYyEq+QThuevD0ldm2ACPH1md+H1lbPNPC12vtYRWKY+bCzmsesoES9QdDFuj4Xofa3yymrBgCbJbqY6lChtV6qI2MIKM03xrsrg7Nga07Z53DaP1sWMs8uenGfLfbtYtekWDRKwxgatlv6gNQVf9D9GVZAisAQpRmDF7UMdP13TOtc+EqJGUJWakQHnVPWvsy3JEYVYk+Q==

MARIA EUGENIA BAHENA GALINDO | Fecha:2021-04-16 19:12:25 | Firmante

uE42ZN1spkOTomHf6HypTfH0FOQOu8KZrSmSdammFxO8PTDhcHWYob+hH8HM/5SVEMznMfN7C+jnWCVI/Pco2t1rbCXnYmS4g+3Zd2rVsZOLakQ+dJIm7C5xxR+xhztzOrHeuww4HchbcHKKjtg8/iwpDvhlqXGtmoEpmimFk/plVLfh9kHHz65aTQv8nMcelAXfKZTZ590kf+d11/Ls+FWNdk+25xNEamDGflezXozLJp1Fevu1uV+v8315kzG FaUTS/9qzR+nnC4fXDO/3M7OEe/qvYphJOWK11zlpZOn6afTxD/SJgiYx7KaEjMbAeTiYAeWEkLM+zROxZpw==

VERONICA OBREGON BARBOZA | Fecha:2021-04-16 20:17:49 | Firmante

KMpkOtg0aD25hoEX2s2k8gPK1i8J4Dh66NP/nE4u9qogK7hJGfvVmfMIKdWBys2Vm90+VDCOcSXRI/T6hOQYmHOE4sp2teXvTJZfzSj6gmLplhw/xBFHKapmq6cYk5/B4vytDQSNRxf9yFckfW hhluoAYH6yrbOIQqgOmLCegWOLMnHPwHt8wl+NwV5r2E4Eu/wu2h0P0bvi0cj1wxEgtgRN4Go/VyAhbgNa4GUIL7vI4FysgG6EcqxHQYAnFBnCKuZ4tJXXVMH6xsbCnujXzhKL/Uj+5z1bDmbRmbf+7VidWqX3GoL3nM0NXCyBigfzcFAH09IA0vEfp+Cg==

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



SVncDB

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/9dX3rokuDJWXbrusI0kCaqNe0KP1jENL>

