



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

PROTECCIÓN VEGETAL

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**BIOENSAYOS PARA EL CONTROL DE LA ESCAMA
BLANCA DEL MANGO *Aulacaspis tubercularis* NEWSTEAD
(HEMIPTERA: DIASPIDIDAE)**

TESIS



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

PRESENTA:

MARCO ANTONIO MENDOZA MONTERO

2015

CHAPINGO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

**BIOENSAYOS PARA EL CONTROL DE LA ESCAMA
BLANCA DEL MANGO *Aulacaspis tubercularis* NEWSTEAD
(HEMIPTERA: DIASPIDIDAE)**

TESIS REALIZADA POR MARCO ANTONIO MENDOZA
MONTERO BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ ASESOR
INDICADO, APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
PROTECCIÓN VEGETAL**

DIRECTOR:


DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCÓN

CO-DIRECTOR:


DR. LUIS MARTÍN HERNÁNDEZ FUENTES

ASESOR:


DR. JUAN FERNANDO SOLÍS AGUILAR

CHAPINGO, ESTADO DE MEXICO. 2015

DEDICATORIA

“Porque escudo es la ciencia, y escudo es el dinero; más la sabiduría excede, en que da vida a sus poseedores”.

A **Dios** por la vida y salud para desempeñarme académicamente a lado de personas únicas, y por darme ánimo y fortaleza para seguir adelante en momentos difíciles.

A mis padres **Eliodoro** y **Concepción**, que con su amor y cariño me han apoyado en las diferentes metas que me he propuesto.

A mis hermanos **Luis**, **Reymundo** y **Yuraí** por su atención y consejos.

A mis **tíos, primos, sobrinos** y **abuelo**, por dedicarme una parte de su tiempo y siempre me alentaron a seguir adelante.

A mis **amigos** de las diferentes generaciones (50°-54°) de la Maestría y de la Iglesia Presbiteriana de Texcoco, por haberme brindado su amistad, hospitalidad y compañía durante el transcurso de mi estancia en el posgrado.

A **Cristian**, **Sara** y **Pinzón**, por su valiosa ayuda en la fase de campo, la amistad y hospitalidad brindada en Nayarit.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma de Chapingo** por la formación académica recibida de los profesores del programa de la Maestría en Protección Vegetal, y por las facilidades proporcionadas para que mi estancia en el posgrado fuera de provecho.

Al **Consejo Nacional de la Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por el financiamiento de mis estudios de posgrado.

Al **Dr. Samuel Ramírez Alarcón** por todo el apoyo profesional brindado como director de tesis, por su amistad y confianza para la realización del presente trabajo de investigación.

Al **Dr. Luis Martin Hernández Fuentes** por la asesoría y dedicación de su tiempo tanto en la fase de campo como la de gabinete del presente trabajo de investigación, como codirector, así como por su amistad, sus valiosas enseñanzas y paciencia brindada.

Al **Dr. Juan Fernando Solís Aguilar** por el apoyo y sugerencias en la elaboración y revisión de la presente tesis.

Al **MC. Luis Emilio Castillo Márquez** por la asesoría y dedicación de su tiempo en el análisis estadístico del presente trabajo de investigación.

DATOS BIOGRÁFICOS



Marco Antonio Mendoza Montero es originario de la localidad de Imí, del municipio de San Francisco de Campeche, ubicado en la zona centro del estado de Campeche. Nació el 22 de mayo de 1985. Realizó sus estudios de nivel básico en el Centro Escolar Pdte. Ávila Camacho en el barrio de Santa Lucia, municipio de Campeche. Curso sus estudios de secundaria en la Escuela Secundaria Técnica #27 en la colonia Fidel Velázquez, de 1997 a 2000 y sus estudios de Bachillerato en el Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario #15 en la localidad de Santa Cristina, de 2000 al 2003; ambas instituciones ubicadas en San Francisco de Campeche, Campeche. Ingresó al Instituto Tecnológico de Chiná en el año 2003 y obtuvo el grado de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Fitotecnia en el año 2008. Prestó servicios profesionales por 5 años (2008-2012) en el Comité de Sanidad Vegetal del Estado de Campeche, desempeñándose como Auxiliar de Campo en las campañas de Palomilla del Nopal y HLB; y como Profesional Fitosanitario Autorizado en las campañas contra el Acaro del Vaneo del Arroz y Plagas Cuarentenarias de los Cítricos. Ingresó en enero del 2013 al posgrado de Maestría en Protección Vegetal.

TOXICIDAD DE INSECTICIDAS EN ESCAMA BLANCA DEL MANGO *Aulacaspis tubercularis* NEWSTEAD (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE)

INSECTICIDE TOXICITY IN WHITE MANGO SCALE *Aulacaspis tubercularis* NEWSTEAD (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE)

Marco Antonio Mendoza Montero¹, Luis Martín Hernández Fuentes², Samuel Ramírez Alarcón³, Juan Fernando Solís Aguilar³

RESUMEN

La escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* NEWSTEAD) es una plaga que en la última década se ha convertido en un problema serio en el cultivo del mango. Este insecto provoca reducción en la fotosíntesis y daño cosmético a la fruta, afectando la exportación. El objetivo de esta investigación fue evaluar la toxicidad de diferentes insecticidas para contar con mayores alternativas químicas en el control de este insecto. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones bajo condiciones de laboratorio. Se realizaron 2 evaluaciones de toxicidad contra hembras a las 3 y 24 horas después de la aplicación, en machos se evaluó a las 3 horas de la aplicación. Las dosis de monolaurato de propilenglicol (1175.4 y 2357.9 ppm) y aceite mineral (2940 y 3920 ppm) alcanzaron una alta mortalidad en los bioensayos de las hembras, 100 y 98% respectivamente. La CL_{50} de cipermetrina (23.49 ppm) y aceite mineral (368.6 ppm) en los bioensayos de hembras se ubicaron por debajo de las dosis evaluadas en el estudio. El insecticida aceite mineral con dosis de 3920 ppm obtuvo el mejor control en machos con 60 % y su CL_{50} = 1418 ppm se ubica dentro de las dosis medias aplicadas. Dentro de los productos evaluados, los mejores productos fueron el aceite mineral y monolaurato de propilenglicol debido a la alta mortalidad que ocasionaron tanto en hembras como en machos. Palabras clave: *Aulacaspis tubercularis*, insecticidas, mango

ABSTRACT

The mango white scale (*Aulacaspis tubercularis* NEWSTEAD) is a pest which in the last decade, it has become a serious pest in the mango growing. This insect affects photosynthesis and causes cosmetic damages to the fruit, it can affect exportation. The objective of this research was to evaluate the toxicity to different insecticides to have major chemical alternatives in controlling this insect. The experimental design was completely random with four replicates, under laboratory conditions. Two toxicity tests were carried out in females at 3 and 24 hours after application, in males was evaluated at 3 hours after application. The doses of propylene glycol monolaurate (2357.9 and 1175.4 ppm) and mineral oil (3920 and 2940 ppm) induced the highest mortality in the females, 100 and 98% respectively. Cypermethrin (23.49 ppm) and mineral oil (368.6 ppm) LC_{50} in female's bioassays were below the doses evaluated in the study. The mineral oil with 3920 ppm got the highest control in males at 60% and LC_{50} = 1418 ppm is set within the average doses applied. Between the products tested, the best products were mineral oil and propylene glycol monolaurate due to the highest mortality they caused for females and males.

Key words: *Aulacaspis tubercularis*, insecticides, mango

¹Tesista

²Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km 6 Carr. México-Nogales. Apdo. Postal 100. 63300, Santiago Ixcuintla, Nayarit (hernandez.luismartin@inifap.gob.mx).

³Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 36.5. Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230 (mendomonter@gmail.com).

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
DATOS BIBLIOGRÁFICOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	iv
TABLA DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
	i
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo general.....	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
2.3. Hipótesis.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. Importancia del mango.....	3
3.2. Generalidades de los diaspídidos.....	5
3.3. <i>Aulacaspis tubercularis</i> Newstead.....	6
3.3.1. Sinonimias.....	6
3.3.2. Importancia económica y daños.....	6
3.3.3. Descripción morfológica.....	8
3.3.3.1. Hembra.....	8
3.3.3.2. Macho.....	12
3.3.4. Origen y distribución.....	13
3.3.5. Hospederos.....	15
3.3.6. Biología.....	15
3.3.7. Hábitos.....	20
3.4. Manejo de la escama blanca del mango.....	21
3.4.1. Manejo cultural.....	21
3.4.2. Manejo biológico.....	21

3.4.3. Manejo legal.....	23
3.4.4. Manejo químico.....	23
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
4.1. Área de estudio.....	27
4.2. Colecta y selección de machos y hembras de EBM.....	27
4.3. Insecticidas.....	28
4.3.1. Aceite superior de nim.....	28
4.3.2. Cipermetrina.....	29
4.3.3. Monolaurato de propilenglicol.....	30
4.3.4. Aceite mineral.....	31
4.4. Tratamientos y diseño experimental.....	32
4.5. Aplicaciones de producto químico.....	34
4.6. Evaluaciones y parámetros a evaluar.....	35
4.7. Análisis estadístico.....	35
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
5.1. Bioensayos de insecticidas en hembras.....	37
5.1.1. Primera evaluación.....	37
5.1.1.1. Comparación de medias.....	37
5.1.1.2. Probit de insecticidas.....	39
5.1.2. Segunda evaluación.....	42
5.1.2.1. Comparación de medias.....	42
5.1.2.2. Probit de insecticidas.....	45
5.2. Bioensayos de insecticidas en machos.....	48
5.2.1. Única evaluación.....	48
5.2.1.1. Comparación de medias.....	48
5.2.1.2. Probit de insecticidas.....	49
VI. CONCLUSIÓN.....	53
VII. LITERATURA CITADA.....	54

ÍNDICE DE CUADROS

PAGINA

Cuadro 1. Resumen nacional de cosecha y siembra del mango en México (Fuente: SIAP, 2015).....	4
Cuadro 2. Ciclo biológico de <i>Aulacaspis tubercularis</i> (hembra) bajo condiciones de invernadero (Fuente: Arias <i>et al.</i> , 2003).....	16
Cuadro 3. Ciclo biológico de <i>Aulacaspis tubercularis</i> (macho) bajo condiciones de invernadero (Fuente: Arias <i>et al.</i> , 2003).....	17
Cuadro 4: Tratamientos evaluados para el control de la escama blanca del mango en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit. 2014.....	34
Cuadro 5. Mortalidad de hembras de <i>Aulacaspis tubercularis</i> en la primera evaluación en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit. 2014.....	39
Cuadro 6. Concentraciones letales de los insecticidas en la primera evaluación de hembras de <i>Aulacaspis tubercularis</i> en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014.....	40
Cuadro 7. Mortalidad de hembras de <i>Aulacaspis tubercularis</i> en la segunda evaluación en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014.....	45
Cuadro 8. Concentraciones letales de los insecticidas en la segunda evaluación de hembras de <i>Aulacaspis tubercularis</i> en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla.2014.....	46
Cuadro 9. Mortalidad de machos de <i>Aulacaspis tubercularis</i> en la primera evaluación en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014.....	50
Cuadro 10. Concentraciones letales de los insecticidas en la evaluación de machos de <i>Aulacaspis tubercularis</i> en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Colonias de escama blanca del mango en hojas y frutos (foto inédita, 2014).....	7
Figura 2. Hembra adulta de la escama blanca con su escudo (Foto inédita).....	8
Figura 3. Cuerpo completo de la hembra de la escama blanca del mango a 5x (Padil, 2014).....	9
Figura 4. Características morfológicas de la hembra adulta de la escama blanca el mango (Miller y Davidson, 2005).....	10
Figura 5. . Colonia de escama blanca del mango: hembra oviplena e instares ninfales I y II de machos (foto inédita, 2014).....	13
Figura 6. Estados con presencia de escama blanca del mango (Fuente: Juárez <i>et al.</i> , 2014; Bautista <i>et al.</i> , 2013 y Noriega <i>et al.</i> , 2012).....	14
Figura 7. Adulto macho de la escama blanca del mango (Foto inédita).....	18
Figura 8. Colecta de material biológico (Foto inédita).....	28
Figura 9. Distribución de los tratamientos (Foto inédita).....	33
Figura 10. Repetición con 3 discos de hoja (Foto inédita).....	35
Figura 11. Aplicación de productos (Foto inédita).....	35
Figura 12. Grafico Probit del insecticida aceite superior de nim en hembras de la 1° evaluación.....	41
Figura 13. Grafico Probit del insecticida cipermetrina en hembras de la 1° evaluación.....	41
Figura 14. Grafico Probit del insecticida monolaurato de propilenglicol en hembras de la 1° evaluación.....	42
Figura 15. Grafico Probit del insecticida aceite mineral en hembras de la 1° evaluación.....	42
Figura 16. Comportamiento de la efectividad biológica de las 2 evaluaciones (a las 3 y 24 horas) de productos para el control de hembras.....	44
Figura 17. Grafico Probit del insecticida aceite superior de nim en hembras de la 2°	47

evaluación.....	
Figura 18. Grafico Probit del insecticida cipermetrina en hembras de la 2º evaluación.....	47
Figura 19. Grafico Probit del insecticida monolaurato de propilenglicol en hembras de la 2º evaluación.....	48
Figura 20. Grafico Probit del insecticida aceite mineral en hembras de la 2º evaluación.....	48
Figura 21. Grafico Probit del insecticida aceite superior de nim en machos única evaluación.....	52
Figura 22. Grafico Probit del insecticida cipermetrina en machos única evaluación.....	52
Figura 23. Grafico Probit del insecticida monolaurato de propilenglicol en machos única evaluación.....	53
Figura 24. Grafico Probit del insecticida aceite mineral en machos única evaluación.....	53

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El mango es uno de los frutales tropicales más importantes a nivel mundial (Hernández *et al.*, 2012). En el año de 2013, el valor de las exportaciones de mango mexicano se incrementó 16 por ciento, lo que contribuyó a consolidar a México en el primer lugar mundial en las ventas de este producto, teniendo como principales destinos: Estados Unidos, Canadá, Japón, Reino Unido y los Países Bajos (SAGARPA, 2014).

El mango es el frutal más importante de Nayarit, México; por la superficie que se cultiva y empleos directos e indirectos que genera (Urías *et al.*, 2013). En el estado se tienen establecidas 25,221 ha, de las cuales se cosechan 24,337 ha, obteniendo una producción de 266,875 t, con un valor de \$556,134, 000.00 (SIAP, 2015).

En los últimos seis años se han observado diversos problemas fitosanitarios de importancia económica y cuarentenaria; entre estos se encuentran la escama blanca del mango (EBM) *Aulacaspis tubercularis* Newstead y la cochinilla rosada del hibisco *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hernández *et al.*, 2012). En Nayarit la EBM es una plaga importante del cultivo ya que está establecida en más de 10, 000 ha y si no se le controla puede reducir hasta en 50% el volumen de la cosecha (Urías *et al.*, 2013). Los municipios de la entidad con más alta infestación son Compostela, San Blas y Tepic, con promedio superiores de 4.39 hembras y colonias por hoja (Urías *et al.*, 2013).

Este estudio tiene la finalidad de evaluar diferentes insecticidas por bioensayos de laboratorio para el control de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead.

CAPITULO II

OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Determinar la mortalidad de la escama blanca del mango con diferentes insecticidas en condiciones de laboratorio.

2.2.Objetivos específicos

- Determinar la concentración letal 50 de los insecticidas: aceite superior de nim, cipermetrina, monolaurato de propilenglicol y aceite mineral sobre la escama blanca del mango.
- Comparar el efecto de los insecticidas aceite superior de nim, cipermetrina, monolaurato de propilenglicol y aceite mineral a diferentes dosis para el control de la escama blanca del mango.

2.3.Hipótesis

Ho: Al menos uno de los insecticidas evaluados con sus diferentes dosis ejerce diferente mortalidad sobre la escama blanca del mango.

CAPITULO III

REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Importancia del mango

El mango es una fruta muy apreciada en todo el mundo tanto por su sabor, aroma y color, ya que proporciona abundantes vitaminas y minerales, además de un exótico y exquisito sabor. De las 43'300,069 t de mango producidas en el mundo, el 72% de la producción se concentra en los siguientes países: India, China, Tailandia, Indonesia, México y Pakistán (FAOSTAT, 2015).

Durante 2013, el valor de las exportaciones de mango mexicano se incrementó 16 por ciento, la generación de empleos directos e indirectos por medio de la producción en campo y la industria alcanzaron los 273 millones 491 mil dólares y se llegó a 22 destinos, con un volumen de alrededor de 312.5 mil toneladas, lo que contribuyó a consolidar a México en el primer lugar mundial en las ventas de este producto. Los principales destinos de exportación del mango mexicano son Estados Unidos, Canadá, Japón, Reino Unido y los Países Bajos (SAGARPA, 2014). El mango se produce en 23 estados (Cuadro 1), de los cuales, Guerrero, Nayarit, Sinaloa, Oaxaca, Chiapas, Michoacán, Veracruz, Jalisco, Colima y Campeche, contribuyen con el 98 por ciento del total de la producción nacional (SIAP, 2015). El estado de Nayarit, es el segundo estado de mayor producción con el 17 por ciento del total de la producción, y junto con Guerrero y Sinaloa participan con el 53 por ciento de la producción nacional (SIAP, 2015). El cultivo del mango en Nayarit es una de las actividades primarias más importantes del estado esto es debido tanto por el valor de su producción como la generación de empleos e ingresos hacia la población (SAGARPA, 2014).

Cuadro 1: Resumen nacional de cosecha y siembra del mango en México (fuente: SIAP, 2015).

Estado	Superficie (ha)		Producción (ton)	Rendimiento
	Sembrada	Cosechada	obtenido	(ton/ha) obtenido
Baja California Sur	1,276.50	1,058.50	9,097.30	8.59
Campeche	2,544.00	2,490.00	38,309.80	15.39
Colima	27,691.19	26,278.59	143,303.92	5.45
Chiapas	3,487.00	3,235.00	45,028.57	13.92
Durango	394	386	1,566.03	4.06
Guerrero	24,952.40	24,813.40	352,806.33	14.22
Hidalgo	78	78	596.43	7.65
Jalisco	8,152.50	7,473.50	72,842.25	9.75
Mexico	386	349.5	3,616.80	10.35
Michoacán	22,926.56	20,412.68	135,485.87	6.64
Morelos	434.5	434.5	7,028.65	16.18
Nayarit	25,221.60	24,337.21	266,875.30	10.97
Oaxaca	18,063.25	16,945.50	165,053.27	9.74
Puebla	50.5	50.5	430.3	8.52
Queretaro	78	78	672	8.62
San Luis Potosí	210	210	2,275.00	10.83
Sinaloa	30,095.87	28,787.87	235,771.56	8.19
Sonora	58	17	252	14.82
Tabasco	185	185	1,180.10	6.38
Tamaulipas	1,054.00	1,044.00	11,144.00	10.67
Veracruz	19,472.50	19,460.50	108,767.85	5.59
Yucatan	129.84	114.7	1,555.90	13.56
Zacatecas	23	23	150.3	6.53
Total	186,964.21	178,262.95	1,603,809.53	9

Entre los principales problemas fitosanitarios que afectan la producción de mango, destacan los insectos. En la producción del mango, el control de las plagas constituye

una de las tareas básicas que deben ser realizadas con prontitud y eficacia (Kondo, 2010).

Por mucho tiempo, las moscas de la fruta (*Anastrepha* spp.), han sido la principal plaga del cultivo en el estado de Nayarit, sin embargo a partir de la última década le ha seguido en importancia la escama blanca del mango (García *et al.*, 2014).

3.2.Generalidades de los diaspídeos.

En el mundo existen aproximadamente 8,000 especies de escamas descritas hasta el momento y este grupo de insectos incluye todos los miembros de la superfamilia Coccoidea, compuesta por unas 32 familias. Las especies pertenecientes a la familia Diaspididae, también conocidas como escamas protegidas o diaspídeos, son insectos planos, generalmente de 1 a 2 mm de diámetro, con una cubierta de color variable (Kondo, 2010).

Las ninfas femeninas escogen un sitio del árbol apropiado para su alimentación, allí clavan su aparato bucal, se alimentan, mudan y permanecen en el mismo sitio hasta que mueren. La hembra tiene tres instares: al primero se le llama gateador, tiene antenas y patas bien desarrolladas y se dispersan en este estado, el segundo instar se desarrolla en el mismo sitio que escoge el gateador para alimentarse y permanece allí ya que no tiene patas; la escama de cera del segundo instar tiene dos capas: la capa superior es la exuvia del gateador, más la capa que la ninfa de este estadio produce. La hembra adulta se parece a la ninfa del segundo instar, pero regularmente es más grande, tiene más poros, una vulva y su cobertura cerosa o “escama” está compuesta por tres capas de cera (la exuvia del primer instar, la capa cerosa del segundo instar, y una tercera capa que produce el adulto) (Kondo, 2010).

Los insectos escamas son considerados plagas importantes en la agricultura de plantas perennes. Caracterizados por su peculiar morfología, dimorfismo sexual y su gran número de especies descritas (Masten *et al.*, 2008).

Al menos 26 especies de diaspídeos atacan alrededor del mundo al mango (Litz, 2009).

La especie más común en mango de esta familia es la escama blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* (Kondo, 2010).

3.3. *Aulacaspis tubercularis* Newstead.

3.3.1. Sinonimias (PADIL, 2014)

Aulacaspis cinnamomi Newstead, 1908

Aulacaspis cinnamomi mangiferae (Newstead, 1911) Sasscer, 1912

Aulacaspis mangiferae (Newstead, 1911) MacGillivray, 1921

Aulacaspis tubercularis (Newstead, 1906) Sanders, 1909

Aulacaspis tubercularis Newstead, 1906

Diaspis cinnamomi (Newstead, 1908) Hall, 1928

Diaspis cinnamomi mangiferae Newstead, 1911

Diaspis cinnamomi-mangiferae (Newstead, 1911) Green, 1919

Diaspis mangiferae (Newstead, 1911) Ramakrishna Ayyar, 1919

Diaspis tubercularis (Newstead, 1906) Scott, 1952.

3.3.2. Importancia económica y daños.

Esta especie es una plaga seria del mango en muchas partes del mundo (Miller y Davidson, 2005). La escama puede causar daño directo e indirecto a su hospedante, el daño directo surge de la ingestión de la savia de la planta de hojas, ramas y frutos, lo que resulta en pérdida de crecimiento vegetal, muerte de ramitas, decoloraciones en hojas y

frutos, y una reducción del rendimiento en calidad y cantidad (Masten *et al.*, 2008). De acuerdo a Labuschagne *et al.* (1995) los daños son principalmente cosméticos (indirectos) por el manchado en el fruto. El daño estético ocasiona que el producto sea inaceptable a la exportación además ocasiona que los árboles jóvenes sean más vulnerables debido a la muerte de ramas y la excesiva pérdida de hojas especialmente durante la época seca (Juárez *et al.*, 2014). Van Halteren (1970) indica que la alimentación causa daños significativos que forma en las hojas áreas cloróticas alrededor del cuerpo del insecto. Las áreas infestadas por las escamas se tornan de verde pálido a amarillo y eventualmente mueren (Elevitch, 2006). La escama blanca es muy común en viveros, ataca tallos, ramas, hojas y frutos (Sergent, 1999). En viveros retarda el crecimiento de las plantas (Juárez *et al.*, 2014).

Las plántulas son especialmente susceptibles y pueden llegar a secarse cuando las poblaciones son muy altas. Se observó que las hembras y colonias (Figura 1), al invadir abundantemente las hojas maduras de las partes sombreadas de los árboles, provocan defoliación prematura de hojas en las ramas de la parte basal de los arboles (Urías *et al.*, 2010).



Figura 1. Colonias de escama blanca en hojas y frutos (foto inédita, 2014).

Las escamas no solo dañan cuando se alimentan de la savia, sino también se debe a la toxicidad de su saliva (Peña *et al.*, 1998). Las escamas se encuentran en el haz y envés de las hojas y en los frutos (Peña *et al.*, 1998). Cuando las colonias invaden los frutos, producen manchas cloróticas, razón por la cual se rechazan en los empaques (Urías *et al.*, 2010). En viveros una infestación severa de la escama de mango puede retardar el crecimiento (Cunningham, 1996). Árboles jóvenes en campo son vulnerables particularmente por la pérdida excesiva de hojas y muerte de ramitas por una infestación de escamas (Cunningham, 1996).

3.3.3. Descripción morfológica

3.3.3.1.Hembra

Hembras: poseen un escudo de color blanco, transparente, muy delgado y plano (Figura 2); las dos primeras exuvias localizadas contra el margen del escudo (marginales o casi marginales) de color amarillo opaco, frecuentemente con una línea oscura longitudinal en el centro; el escudo es circular con un diámetro de 2 mm (Mosquera, 1973).



Figura 2. Hembra adulta de la escama blanca con su escudo. (Foto inédita).

Mosquera (1973) manifiesta que al levantar el escudo se observa el cuerpo de la hembra de color anaranjado cuando es joven y, a medida que madura, va tomando una coloración que varía entre rojo y vino tinto oscuro, la cual es conferida por los huevos que son visibles a través del cuerpo.

La forma del cuerpo es típica (Figura 3): la parte anterior o prosoma (formada por la fusión de la cabeza, protórax y mesotórax), es casi cuadrada y con un par de lóbulos laterales bien diferenciados (Mosquera, 1973).



Figura 3. Cuerpo completo de la hembra de la escama blanca del mango a 5x (Padil, 2014).

La hembra adulta se parece a la ninfa del segundo instar, pero regularmente es más grande, tiene más poros, una vulva, y su cobertura cerosa o "escama" está compuesta por tres capas de cera (la exuvia del primer instar, la capa cerosa del segundo instar, y una tercera capa que produce el adulto) (Kondo, 2010).

Miller y Davidson, (2005) mencionan que la hembra se caracteriza por presentar tres pares de lóbulos bien desarrollados (Figura 4), el cuarto y a veces el quinto lóbulo representado por áreas escleróticas incrementadas, pequeñas parafisos generalmente

sujetadas a los márgenes medio y lateral del lóbulo medio del segundo lóbulo y al margen medio del lóbulo medio del tercer lóbulo, ocasionalmente adherido a todos los lóbulos del segundo y tercer lóbulo.

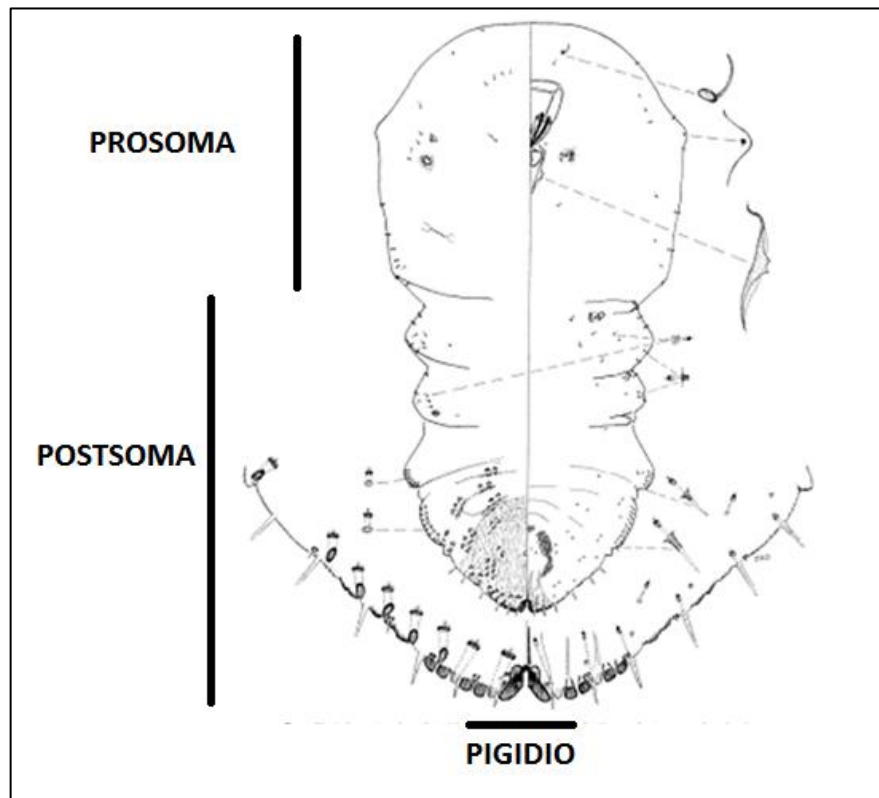


Figura 4. Características morfológicas de la hembra adulta de la escama blanca el mango (Miller y Davidson, 2005).

Los lóbulos medios separados por espacios de 0.2-0.4 veces el ancho del lóbulo medio, sin área esclerosada del lóbulo anterior, un cuarto del lado paralelo del margen medio por una longitud del lóbulo fuertemente divergente hacia los ápices, márgenes laterales un poco divergentes, con cero a dos huecos laterales, márgenes medios cerrados con seis a 12 huecos, segundos lóbulos bilobados, evidentemente más pequeños que el lóbulo

medio, lóbulos medios grandes de cero a cuatro huecos laterales, huecos medios de cero a dos, lóbulo lateral de cero a un hueco lateral, sin huecos medios, tercer lóbulo bilobado, generalmente un poco más pequeño que el segundo lóbulo, lóbulo medio grande de cero a tres huecos laterales, sin huecos medios, lóbulo lateral hasta con cinco huecos laterales, sin huecos medios, cuatro lóbulos simples, representado por una proyección plana con cuatro a ocho serrados, formula de espinas glandulares 1-1-1, con 11-12 espinas glandulares cerca del margen del cuerpo del segmento dos al cuatro, sin espinas glandulares entre los lóbulos medios. Macroductos largos en el primer espacio 22-30 μm de longitud, con siete a 13 en cada lado del pigidio, en el segmento cinco al ocho, raramente ausentes en el seis, en el segmento cinco submarginal , y marginal en los segmentos cinco al siete, con un total de 27 a 43 macroductos en cada lado del cuerpo, con macroductos orificios anteriores de la apertura anal, macroductos prepigidiales de dos tamaños, tamaño largo aproximadamente del mismo tamaño y forma como un pigidio, localizado en el área submedia en los segmentos tres y cuatro, submarginal en los segmentos tres y cuatro, y áreas marginales de los segmentos tres y cuatro, ductos más pequeños cerca del margen del cuerpo en los segmentos dos y tres. Microductos pigidiales en el vientre en áreas submarginales de los segmentos cinco y seis, con tres o cuatro ductos, en el área submarginal en el segmento cinco, ductos prepigidiales de un tamaño, ductos submarginales presentes en los segmentos tres y cuatro, ductos submedios en el protórax y metatórax cerca de los espiráculos y un segmento, microductos pigidiales ausentes en el dorso, más cortos que en el vientre o áreas pigidiales, en áreas submarginales de dirigirse al segmento uno. Poros perivulvares en cinco grupos, 37-57 poros en cada lado del cuerpo. Poros perispiraculares con tres lóculos, espiráculo anterior con seis a 17 poros, espiráculos posteriores con tres a 10

poros (frecuentemente orientado de lado). Apertura anal localizada 8.9-13.8 veces de longitud de la apertura anal de la base de los lóbulos medios, apertura anal de ocho a 11 μm de longitud. Seta dorsal lateral del lóbulo medio 0.4-0.6 veces de longitud de lóbulo medio (Miller y Davidson, 2005).

3.3.3.2.Macho

Hay poca información concerniente a la morfología del macho debido a que gran parte de la clasificación de los diaspídidos está basada principalmente en características anatómicas de las hembras adultas (Moharum, 2012).

El macho es más pequeño, blanco y rectangular con tres crestas levantadas longitudinales. Microscópicamente el cuerpo es más ancho por encima de los espiráculos anteriores, los espiráculos posteriores por lo general están asociados con los poros espiraculares y los macroductos están ausentes en el tórax y la cabeza; pigidio con lóbulos medianos bien desarrollados, con mancha submarginal, alargada de color blanco (Bakr *et al.*, 2009).

Primer instar. Espécimen montado en portaobjetos, alargado oval, más ancho en la región torácica, alrededor de 255 μ de largo y 156 μ de ancho. Exoesqueleto membranoso a excepción de una esclerotización tenue en el pigidio. Segmentos marcados, claramente por surcos dérmicos intersegmentales en el dorso y segmentos abdominales ventrales (Moharum, 2012).

Segundo instar. Espécimen montado en portaobjetos, ovoide de 381 μ de largo y 250 μ de ancho, exoesqueleto membranoso. Segmentos generalmente fusionados, más o menos marcados en la parte pigidial del abdomen (Moharum, 2012).

La armadura de los machos es alargada y con dos depresiones a lo largo del cuerpo y estos se agrupan en colonias de 20 a 93 individuos (Figura 5) y un promedio de 49.3 machos/colonia. (Kondo, 2010).



Figura 5. Colonia de escama blanca del mango: hembra oviplena e instares ninfales I y II de machos (foto inédita).

3.3.4. Origen y distribución

Se cree que *A. tubercularis* proviene de especies himalayas que se reproducían entre Lauráceas exclusivamente, se pudo haber adaptado a los árboles de mango en algún lugar al pie de los Himalayas y de allí entonces a los cultivos de mango en Asia oriental (Takagi, 2010).

La escama blanca es una plaga notoria del mango y se asocia con otras plantas de interior y está ampliamente distribuida en Asia Tropical, ha sido introducida en muchas otras localidades del trópico (Takagi, 2009).

Miller y Davidson (2005) informan por medio de Miller y Gimpel (2002) que la escama blanca del mango se distribuye desde África Tropical (Ghana, Kenia, Madagascar,

Mauricio, Mozambique, Islas Rodríguez, Sudáfrica, Tanzania, Uganda, Zanzíbar, Zimbabwe); Australasia (Nueva Caledonia, Vanuatu); Neotrópico (Aruba, Bermuda, Brasil, Islas Vírgenes Británicas, Colombia, República Dominicana, Granada, Guadalupe, Martinica, Puerto Rico, St. Croix, Trinidad y Tobago, Islas Vírgenes, Venezuela.); Oriente (China, India, Indonesia, Malasia, Pakistán, Filipinas, las islas Ryukyu, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia); Paleártico (Egipto, Irak, Israel, Italia, Japón).

Por su parte, Stocks (2010) menciona a Barbados, Jamaica y Santa Lucía.

En México, esta plaga apareció en el estado de Nayarit en 2003 de origen desconocido y dispersada (Figura 6) a los estados de Guerrero y Michoacán en años posteriores (Juárez *et al.*, 2014). La escama blanca del mango ahora también daña plantaciones en los estados de Colima, Jalisco, Sinaloa (Bautista *et al.*, 2013) y en Oaxaca, así como en el Golfo de México, en el estado de Veracruz (Noriega *et al.*, 2012). La presencia de la escama blanca del mango en Nayarit ha afectado la producción del mango en aproximadamente 10 mil hectáreas (Urías y Flores, 2005).

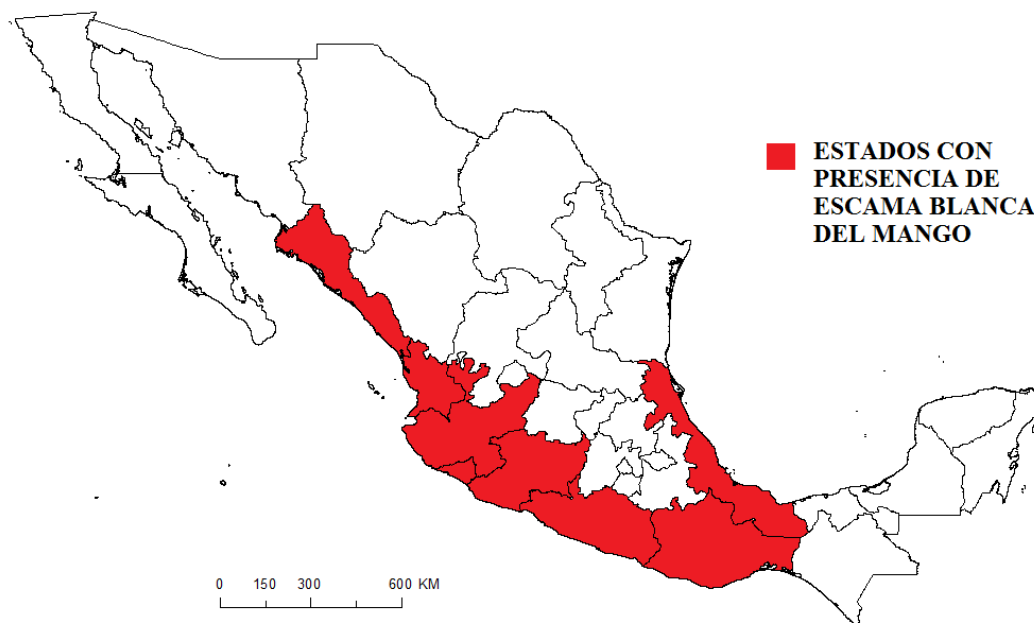


Figura 6. Estados con presencia de escama blanca del mango (Fuente: Juárez *et al.*, 2014; Bautista *et al.*, 2013 y Noriega *et al.*, 2012).

3.3.5. Hospederos

Miller y Davidson (2005) destacan que *A. tubercularis* es polífago con un registro de siete géneros en cuatro familias. Miller y Davidson (2005) citan a Miller y Gimpel (2002) quienes reportan que la escama blanca está presente en 12 géneros en ocho familias. Se ha examinado especímenes de los siguientes hospederos: *Aglaia*, *Cinnamomum*, *Cucumis*, *Cucurbita*, *Desmos*, *Gaiadendron*, *Laurus*, litchi, *Litsea*, *Luffa*, *Manguifera*, *Nephelium*, *Persea*, *Prunus*, y *Psidium*. Igualmente citan a Hamon (2002) el cual informa que en Florida se le encuentra en las siguientes especies: *Acer*, *Cocos*, *Dietes*, *Dimocarpus*, *Machilus*, *Phoebe* y *Pittosporum* y con mayor frecuencia se observa en el mango.

También causa daño a otros cultivos como: cítricos (Kondo *et al.*, 2012), *Cucurbita pepo* (Mestre *et al.*, 2013) y *Cucurbita okeechobeensis* sp. (Arias *et al.*, 2004).

Stocks (2013) señala que la lista de ScaleNet tiene registro de 44 hospederos en 17 familias con una alta tendencia en miembros de la familia Lauraceae.

En México aún no hay registros de que la plaga este ocasionando daños a otro hospedero, aunque Evans *et al.* (2009) mencionan que se encontró la plaga en fruta fresca de aguacate de la variedad “Hass”.

3.3.6. Biología

La hembra de *A. tubercularis* presenta metamorfosis incompleta, pasa por los estados de huevo, ninfas y adulto áptero que permanece protegida por debajo de la escama blanca cerosa en las fases de inmadura, madura y ovípara. El cuadro 2 muestra los días de duración de cada estado de desarrollo. Los huevos son de color rojo intenso casi morado y cuando eclosionan el corion queda debajo de la escama, nacen las ninfas de color rojo anaranjado llamadas comúnmente gateadoras o caminantes, estas se dispersan lejos de la escama madre y no hacen colonias; cuando encuentran el lugar adecuado insertan el estilete en ramas, hojas, pedúnculos o frutos, cambian de color a café claro y luego oscuro; deja la primera muda o exuvia sobre su cuerpo y forma una nueva capa de cera de color café claro con una línea negra en la parte central pierde antenas y ojos, se quedan en su lugar para seguir alimentándose, son de color auriverde o amarillo claro. Las inmaduras se caracterizan por que secretan cera protectora de color blanco grisáceo de forma casi redonda y achatada, quedando sobre ellas las dos exuvias anteriores y debajo de la escama se observa el cuerpo formado por la cabeza con ojos y el estilete con el cual se sigue alimentando. La hembra madura se caracteriza porque asoma el pigidio fuera de la escama en espera del macho para la copula, una vez concluido este proceso los huevos son fertilizados y se inicia el desove debajo de la escama, se le

conoce como hembra oviplena, termina el desove y muere. El ciclo desde huevo hasta la muerte de la hembra es de 52 días en promedio, la fecundidad es de 99 huevos en promedio con valor mínimo de 32 y máximo de 197 (Arias *et al.*, 2003).

Cuadro 2. Ciclo biológico de *Aulacaspis tubercularis* (hembra) en condiciones de invernadero (Fuente: Arias *et al.*, 2003).

Estados biológicos	Días de duración			Desviación estándar
	Promedio	Mínimo	Máximo	
Huevo	8.20	7	10	1.30
Ninfa I	9.90	9	11	0.83
Ninfa II	5.30	5	6	0.46
Hembra inmadura	6.70	5	9	1.49
Hembra madura	8.65	7	10	0.85
Hembra oviplena	13.15	9	17	2.26
Total del ciclo	51.90	42	63	

Las escamas armadas presentan dimorfismo sexual, los machos tienen un modo de desarrollo semejante a un holometábolo (Andersen *et al.*, 2010)

El cuadro 3 muestra la biología en días de *A. tubercularis* macho; las ninfas I son similares en forma y color a las hembras, gatean muy poco y se quedan cerca de la escama madre formando colonias. Las ninfas machos II a medida que se van alimentando secretan filamentos blancos-hialinos a manera de hilos o hifas sobre el cuerpo, hasta formar una escama blanca larga con tres lados paralelos a manera de carinas, separados por dos canales o surcos, dejando la primera exuvia en la parte anterior del cuerpo. Pierden las antenas, quedan los ojos y el estilete insertado para seguir alimentándose, internamente el cuerpo es ovoide de color amarillo anaranjado. La prepupa se desarrolla debajo de la escama, con la formación de un cocón muy fino a manera de una pequeña funda, pierde los ojos y el estilete, es de color amarillo

anaranjado claro. La pupa se caracteriza porque en ella se inicia la transformación y diferenciación del cuerpo como es la cabeza con sus ojos, antenas y el aparato bucal atrofiado, tórax con sus patas y un solo par de alas, abdomen de color amarillo anaranjado oscuro y con edeago (Arias *et al.*, 2003).

Cuadro 3. Ciclo biológico de *Aulacaspis tubercularis* (macho) en condiciones de invernadero (Fuente: Arias *et al.*, 2003).

Estados biológicos	Días de duración			Desviación estándar
	Promedio	Mínimo	Máximo	
Huevo	8.30	7	9	0.71
Ninfa I	8.80	8	10	0.68
Ninfa II	7.70	5	10	1.35
Prepupa	3.50	3	4	0.50
Pupa	4.60	4	5	0.49
Adulto	2.65	2	3	0.48
Total del ciclo	35.55	29	41	

El macho con su aparato bucal atrofiado no se alimenta (Figura 7), cumple con la función de copular a la hembra, luego muere; se parece mucho a los adultos de moscas blancas, con cabeza pequeña, ojos grandes y negros, antenas largas y plumosas, tórax grueso con un solo par de alas blancas grisáceas, tres pares de patas, abdomen segmentado de color amarillo intenso, con el edeago largo (Arias *et al.*, 2003).



Figura 7. Adulto macho de la escama blanca del mango (Foto inédita, 2014).

Labuschagne *et al.* (1995) estudiaron intensamente el ciclo de vida de esta especie en África del Sur para la implementación de un sistema de manejo integrado de plagas. La escama blanca del mango no tiene generaciones discretas en el sur de África, principalmente porque el período de oviposición tiene una duración de 45 días (82 días, una generación particularmente de larga duración de la hembra). Dado que la duración de una generación (de huevo a huevo) fue próxima a 52 días bajo condiciones de temperatura a 26°C durante el día y 13°C durante la noche, es posible que la descendencia de una hembra adulta comience a poner huevos antes de que la madre haya terminado de ovipositar. Por lo tanto, durante el lapso de un año, las generaciones, llegaron a sobreponerse y todos los estadios del ciclo de vida estaban presentes en todas las épocas del año. Basándose en estas observaciones, una generación completa dura alrededor de dos meses; por lo tanto, es factible que haya cinco o seis generaciones por año, lo cual va a depender de la temperatura. La duración de los estadios del ciclo de vida fue de unos 13 días para el caminador, 15 días para el segundo estadio y 12 días del estadio de hembra adulta previa a la oviposición. También proporcionaron evidencia de que las temperaturas superiores a 30 °C causan alta mortalidad y que las poblaciones tienden a acumularse en las partes más frías del árbol de mango.

Van Halteren (1970) investigó el ciclo de vida de esta especie en el mango en Ghana y sugirió que una generación requiere de 35 a 45 días a partir de la puesta del huevo hasta la etapa de hembra adulta, estas depositan un total de 80 a 200 huevos durante 8-12 días y los huevos eclosionan de 7 a 8 días. Si se añade un periodo de 12 días de preoviposición, como sugieren Labuschagne *et al.* (1995), entonces, los tiempos de generación reportados en Sudáfrica y Ghana son bastante consistentes. El desarrollo del macho fue más rápido que en la hembra, toma de 23 a 28 días.

En México Urías *et al.*, (2010) realizaron estudios de dinámica poblacional y distribución de la escama blanca en huertos comerciales de Nayarit, en los que determinaron que el patrón de crecimiento de *A. tubercularis* mostró tres etapas principales: una de baja población desde septiembre (final de las lluvias) hasta enero, otra fase fue de incremento poblacional (hasta 2.1 colonias más hembras/hoja) de marzo a julio y la tercera de drástica caída y bajas poblaciones durante el periodo de lluvias de julio-agosto.

3.3.7. Hábitos

Muchas escamas viven en colonias y atacan troncos, ramas, hojas y frutos. Los árboles afectados pueden tolerar grandes poblaciones de estos insectos, pero son más susceptibles en épocas de sequía o en el estado de plántulas. Las escamas pueden aparecer en cualquier parte de las plantas, desde las hojas, frutos, ramas, troncos y raíces (Kondo, 2009).

Normalmente las colonias de este insecto se encuentran formadas por unas pocas hembras y abundantes escudos de machos, aunque es posible encontrar colonias formadas solamente por hembras (Mosquera, 1973).

Después de emerger, los caminantes machos se fijan cerca de la madre para formar una nueva colonia a diferencia de las hembras que se desplazan a mayor distancia donde formaran una nueva colonia. Los machos se agrupan en colonias de 20 a 93 y un promedio de 49.3 machos/colonia (Urías *et al.*, 2010).

El insecto normalmente se alimenta de la parte superior de las hojas y tallos jóvenes, también se encuentra en pedúnculos, parte inferior de las hojas y frutos. Las piezas

bucles penetran la epidermis y parénquima, alcanzan el haz vascular y succionan jugo de la planta (Van Halteren, 1970).

Estos insectos generalmente se alimentan de células parenquimatosas o contenidos de los tejidos del haz vascular e inyectan tóxicos con su saliva (Juárez *et al.*, 2014).

Nabil (2012) refiere en su estudio que en la parte alta de los árboles de mango durante el primer y segundo año, los insectos y sus parasitoides se encontraron en el lado noreste de los árboles y los depredadores en el lado sureste de los árboles.

Grové *et al.*, (2013) realizaron muestreos de *Aulacaspis tubercularis* en variedades de mango en Sudáfrica, en la cual señala que la escama es la plaga más importante en mango en su país y la variedad “Keitt” tuvo los niveles más altos de infestación tanto en hojas como en frutos y la variedad “Tommy Atkins fue la menos afectada.

En México Urías *et al.*, (2010) exponen que la escama se distribuyó con mayor densidad en la parte sur y en menor proporción en la parte oeste de los árboles, ubicados en mayor cantidad en el penúltimo flujo vegetativo (brote interno) que en el último flujo (externo) de los árboles y también fue más abundante en el haz que en el envés de las hojas.

3.4. Manejo de la escama blanca del mango.

3.4.1. Manejo cultural

Para reducir al mínimo los problemas de escamas, es necesario inspeccionar las plantas antes de comprarlas y/o plantarlas. Si se encuentran algunas escamas, es recomendable podar las ramas o las hojas infestadas. Se debe destruir el material infestado y limpiar completamente la zona de las plantas afectadas (especialmente importante en invernaderos y viveros). Las poblaciones de estos insectos suelen incrementarse en

ambientes cálidos y húmedos, por lo tanto se recomienda mejorar el flujo de aire dentro de las plantaciones o disminuir la densidad de siembra en la zona a fin de que las condiciones para su proliferación sean menos favorables. Se aconseja evitar el exceso de fertilizantes pues los insectos escama, a menudo, ponen más huevos y sobreviven mejor en las plantas que reciben una gran cantidad de nitrógeno (Kondo, 2010).

3.4.2. Manejo biológico.

Si aparecen signos de parasitismo o depredación, y se verifica la presencia de enemigos naturales, es recomendable tratar de preservarlos, minimizar el uso de productos tóxicos, y usar plaguicidas más selectivos para el control de estas plagas (p. ej., aceites agrícolas), en lugar de insecticidas de amplio espectro (Kondo, 2010).

Sing *et al.*, (2012) proponen a *Cybocephalus flavocapitis* y *Cybocephalus nipponicus* como agentes potenciales de control biológico.

En un estudio realizado por Abo-Shanab *et al.*, (2012), identificaron un reducido número de enemigos naturales (parasitoides (*Aphytis mytilaspidis* (Le Baron) y *Encarsia citrine* (Craw) (Hymenoptera: Aphelinidae)), y depredadores como (*Chilocorus bipustulatus* (L.) y *Scymnus syriacus* Marseul (Coleoptera: Coccinellidae)).

Daneel y Joubert (2009) evaluaron al parasitoide *Aphytis chionaspis*, donde obtuvo hasta un 70.5% de parasitismo.

Le Lagadec *et al.*, (2004) sugieren que *Cybocephalus binotatus* puede exitosamente controlar las poblaciones de escama en los huertos a niveles de aproximadamente 2-3% pero no erradicar la plaga por completo.

En México, Hernández *et al* (2012) realizaron aplicaciones de atrayentes y suplementos alimenticios para el incremento de depredadores de escama blanca del mango, observó

mayor efecto de tratamientos en la variable huevos de *Ceraeochrysa* con el uso de 0.25 ml de salicilato de metilo (SM) por árbol. Adultos de *Pentilia* fueron ligeramente atraídos con las diferentes dosis de SM. Con el uso de 4 ml de SM por árbol, se observó 60% menos colonias de ninfas de *A. tubercularis* comparado con el testigo absoluto. En el primer año de evaluación no se observaron adultos de *Chilochorus cacti*, en cambio en el segundo año en los tratamientos con azúcar, levadura de cerveza y leche nido en polvo si se presentaron. Con la aplicación de suplementos alimenticios a base de agua + levadura de cerveza y azúcar, se observó una diferencia numérica importante de huevos de *Ceraeochrysa sp.* El número de colonias de *A. tubercularis* por hoja, claramente disminuyó en el segundo año de evaluación en ambos sitios, en el sitio uno la disminución de colonias en promedio fue de 65.6% y para el sitio dos fue de un 93%. Esta disminución podría ser el resultado de un incremento general de los depredadores y la acción conjunta de estos sobre las colonias de escamas.

3.4.3. Manejo legal.

La Norma Oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos; es el único reglamento legal vigente en cuestión fitosanitaria para la escama blanca del mango en México (SENASICA, 2014).

3.4.4. Manejo químico.

Saber el momento adecuado para la aplicación de insecticidas es importante. (Kondo, 2010).

Si es posible, se recomienda primero, podar las partes de las plantas infestadas para permitir una mayor penetración de los insecticidas en el follaje y las ramas. Rociar las plantas a fondo, de manera que el insecticida aplicado llegue a todos los lados de las hojas, ramas y tallos vegetales. El uso de un adherente puede aumentar la cobertura y eficacia del plaguicida. Aplicaciones de un insecticida sistémico en "Drench" en el suelo también puede funcionar. Aplicaciones posteriores pueden ser necesarias, dependiendo del producto utilizado (Kondo, 2010).

Los aceites agrícolas matan las escamas en todas las etapas y suelen proporcionar un buen control. Productos etiquetados como aceite Superior[®] y aceite agrícola Volck[®], son de alto grado y pueden ser utilizados en plantas tolerantes, ya sea durante las temporadas de cultivo o entre cosechas, pero en diferentes concentraciones. Es recomendable consultar la etiqueta del producto para la sensibilidad de la planta y la temperatura adecuada para sus usos (Kondo, 2010).

Cunningham (1996) probó diferentes insecticidas: protiofos a 0.05% de i. a., metidation a 0.05% de i. a., aceite de baja viscosidad a 1.0% de i. a., buprofezin a 0.05% de i. a. y clorpirifos a 0.1% de i. a. El aceite de baja viscosidad y el buprofezin fueron eficaces contra la escama del mango en la prueba de detección de insecticidas realizado durante el estudio.

Abo-Shanab *et al.*, (2011) realizaron dos experimentos para evaluar la eficacia de tres aceites minerales (Super Masrona[®] 95%, CAPL 2[®] y Diver[®]) contra la escama blanca del mango, dando mejores resultados Super Masrona[®] 95% en dosis de 1.5%.

Urías *et al.*, (2010) hacen referencia a Le Lagadec *et al.*, (2006) donde obtuvieron resultados promisorios con el insecticida neonicotenoide, thiamethoxam.

Joubert *et al.*, (2000) mencionan que los insecticidas registrados en Sudáfrica son: Fentoato 500 g/l CE a 150 ml por 100 litros de agua en una única aplicación con completa cobertura después del periodo de floración en octubre/noviembre. Protiofos 960 g/l CE a 50 ml por 100 litros de agua durante el invierno, apenas antes de la floración y repetir cuando los frutos tengan un diámetro de 15 mm. Piriprofixen 100 g/l CE a 50 ml por 100 litros de agua en una única aplicación con completa cobertura después de la floración en octubre.

Le Lagadec *et al* (2009) realizaron con anterioridad ensayos para el control de insectos escama y cochinillas en huertos de mango en Sudáfrica, con insecticidas neonicotenoides como el imidacloprid (Confidor 350SC®), acetamiprid (Mospilan 20 SL®) y tiametoxam (Actara 25WG®) dando mejor resultado el tiametoxam, por lo cual realizó ensayos para registro de Actara 240SC® al suelo a 1.44 g i.a. (6 ml del producto) y 1.92 g i. a. (8 ml del producto) por árbol, controlando efectivamente los insectos escama y cochinillas en mangos “Kent” y “Keitt”. En “Kent” una simple aplicación de tiametoxam protegió al cultivo tanto de insectos escama como de cochinillas por dos temporadas consecutivas, a pesar de la alta presión de cochinillas. En “Keitt” bajo una moderada presión de la plaga el producto actuó durante dos temporadas contra cochinillas y una sola temporada de protección para insectos escama, las cuales fueron abundantes en el huerto. En huertos con sistemas de riego por goteo, una aplicación en drench al suelo de tiametoxan a la zona radical, es decir bajo los goteros de riego, resulto ser el sitio más efectivo de aplicación. Basado en los resultados de esas pruebas, Actara 240 SC® tuvo su registro para el control de insectos escama y cochinillas en Sudáfrica.

Joubert *et al.*, (2004) realizaron aplicaciones de caolín (Surround®) a 6 kg/100 litros de agua, asperjando 10 litros de la mezcla por árbol, sin embargo causo muy poca repercusión en los insectos escama y cochinillas del mango.

Hassan *et al.*, (2013) evaluaron el efecto de insecticidas alternativos pulverizados con dos volúmenes de flujos (3 600 l/min y 7 400 l/min) contra algunos insectos escama en arboles de mango usando un pulverizador convencional, los insecticidas que utilizó fueron aceites minerales: Alboleum® con un porcentaje de 2.5 como aceite de invierno, Diver® 1.5% como aceite de verano y Admiral® al 0.005% el cual es el análogo de una hormona juvenil. Lo que resultó en que todas las etapas de *A. tubercularis* fueron retrasadas y reducidas adecuadamente cuando los insecticidas fueron asperjados por las aspersiones modificadas.

Daneel y Steyn (2004) realizaron diferentes tratamientos (Dursban WG 750 128 g/100l agua, Dursban WG 750 64 g/100l agua Dursban WG 750 128 g + aceite mineral/100l agua Dursban WG 750 64 g + aceite mineral/100l agua, Wenfinex a 1.4litros/ 100 litros de agua, Lannate SP 900 20g + aceite mineral/100 litros de agua y Lannate SP 900 40g + aceite mineral/100 litros de agua para el control de la escama, dando como resultado que el producto Dursban en todas sus combinaciones mostrara mejores resultados que los demás insecticidas.

Urías *et al.*, (2013) en el estado de Nayarit, México, realizaron aspersiones de insecticidas en huertos comerciales de mango Ataulfo y de Haden, obteniendo los siguientes resultados: con las mezclas de citrolina (50 ml litro^{-1}) + malatión (a dosis de 1.11 ml litro^{-1} o 2.22 ml litro^{-1}) se obtuvo hasta 98.3 y 100 % de control de escamas, respectivamente. Hubo casos en los que las aspersiones de piriproxifeno (0.3 ml litro^{-1}) o dimetoato (2.0 ml litro^{-1}) lograron controlar hasta 100 % de escamas. Cuando se aplicó

el aceite mineral (citrolina) en dosis de 50 ml litro⁻¹ o 75 ml litro⁻¹, el máximo control de escamas fue de 91.3 y 97.5 %, respectivamente. Con los detergentes comerciales Roma[®] y Ariel[®] (20 g litro⁻¹) los mejores controles que se lograron fueron durante la primera semana con 75.5 y 55.3 %, respectivamente. Los resultados con cipermetrina a 0.24 y 0.36 ml litro⁻¹ y con el producto a base de ajo fueron inconsistentes. Con cipermetrina el control más alto de escamas que se alcanzó fue de 92.5 % y con el concentrado de ajo fue de 57.13 %.

Dentro de las estrategias operativas que realizaron los Comités de Sanidad Vegetal en el año 2009 se menciona el control químico en áreas marginales, para romper el ciclo biológico de la plaga, ya que se implementó en forma calendarizada (cada 15 a 20 días) las aplicaciones de citrolina mas emulsificante a una dosis de 3% más un mililitro de emulsificante por litro de agua (*Comunicado personal).

CAPITULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio.

Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de entomología del Campo Experimental Santiago Ixcuintla del INIFAP (Figura 8), Santiago Ixcuintla, Nayarit; ubicado en las coordenadas 21°49'22.8"N y 105°11'04.3" O.

4.2. Colecta y selección de machos y hembras de escama blanca del mango.

El material biológico se colectó en huertos de mango variedad Keitt en la localidad Las Varas, Compostela, Nayarit, se seleccionaron ramas y hojas infestadas con hembras y colonias de machos (Figura 9), las cuales fueron transportadas al laboratorio de entomología del campo experimental para realización de los bioensayos.



Figura 8. Colecta de material biológico (Foto inédita).

Los insectos se observaron con la ayuda de un microscopio Zeiss Stemi DV4, se seleccionaron para los bioensayos de hembras el estadio de hembras maduras y para el bioensayo de machos las colonias de machos ninfa II (Figura 10), se realizó un corte de la hoja en forma circular de 4 cm de diámetro para separar los insectos utilizando agujas de disección, tijeras y marcadores. En el caso de las hembras se levantó una pequeña parte de su cubierta protectora para comprobar que estuviera viva y en el caso de los machos se retiró una pequeña parte de su cera protectora de la parte posterior para demostrar que el macho este vivo y descartar que no estuviere parasitado.

4.3. Insecticidas.

Se emplearon cuatro formulaciones comerciales de insecticidas representantes de diferentes grupos toxicológicos y que constituyen los productos más frecuentemente utilizados para el combate de la escama blanca del mango en Nayarit, a excepción del producto monolaurato de propilenglicol.

4.3.1. Aceite superior de nim (Azanim[®])

Es un insecticida natural de origen vegetal (93% de aceite en suspensión de nim, 4500 ppm de i. a. de aceite superior de nim) que controla múltiples plagas de insectos chupadores y masticadores, con un gran respeto por los insectos benéficos. Inhibe la formación de la ecdisoma, principal hormona causante de la muda de los insectos, interfiriendo en el proceso de cambio de estado poseyendo, además, un efecto antialimentario, repelente, de confusión sexual e inhibitorio de la ovoposición de las hembras. Su modo de acción es por contacto directo e ingestión (INECC, 2014a).

Es utilizado en los siguientes cultivos: apio, cebolla, coliflor, berenjena, melón, papa, pepino, chile, repollo, sandia, tomate, zanahoria, alfalfa, algodón, arroz, cacahuete, caña de azúcar, cereales, praderas, soya, tabaco, manzano, peral, aguacate, durazno, papaya, cítricos, mango, crisantemo, clavel, margarita y gladiolo; a una dosis de 250 – 300 cc/ha. Controlando mosca blanca (*Bemisia tabaci*), picudo (*Anthonomus spp*), lepidópteros (larvas) y minador de la hoja (*Liriomyza sp*) (INECC, 2014a).

Masa semisólida viscosa, de color amarillo a café, sin olor. Su punto de fusión es igual a 80.5 °C. Su punto de ebullición mg/l a 20 °C. Su solubilidad en agua es igual a 4×10^{-3} mg/l a 20°C. Es soluble en acetona, cloroformo, ciclohexanona, cloruro de metileno, xileno y metanol. Tiene una presión de vapor igual a 3.07×10^{-9} mm Hg a 20°C. Se

descompone al calentarse por encima de 220 °C, produciendo gases tóxicos que incluyen al cianuro de hidrógeno y cloruro de hidrógeno (INECC, 2014a).

4.3.2. Cipermetrina (Cipernay®)

Es un insecticida agrícola piretroide (200g/l de i. a. de cipermetrina al 21.4%) en formulación de concentrado emulsionable, de amplio espectro que actúa a dosis bajas por contacto e ingestión, además de una marcada actividad repelente. Tiene efecto de choque y persistencia, así como tolerancia al lavado por lluvia. Controla una gran variedad de insectos en aspersiones al follaje, es recomendado en: Algodonero para el control de chinche Lygus (*Lygus spp*), chinche rápida (*Creontiades spp*), pulga saltona (*Psallus seriatus*), gusano bellotero (*Heliothis spp*), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), gusano de la hoja (*Alabama argillacea*), gusano peludo (*Estigmene acrea*), gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y perforador de la hoja (*Bucculatrix thurberiella*) con dosis de 400-700 ml de producto comercial. En soya chinche café (*Euschistus servus*), chinche Lygus (*Lygus spp*), chinche verde (*Nezara viridula*), gusano del fruto (*Heliothis spp*), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*), gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y gusano terciopelo (*Anticarsia gemmatilis*) a dosis de 300-500 ml de producto comercial (INECC, 2014b).

Propiedades físicas y químicas.

Masa semisólida viscosa, de color amarillo a café, sin olor. Su punto de fusión es igual a 80.5 °C. Su punto de ebullición es igual a 220 °C. Tiene una densidad específica igual a 1.25 g/ml a 20 °C. Su solubilidad en agua es igual a 4x10⁻³ mg/L a 20 °C. Es soluble en acetona, cloroformo, ciclohexanona, cloruro de metileno, xileno y metanol. Tiene una presión de vapor igual a 3.07x10⁻⁹ mm Hg a 20 °C. Se descompone al calentarse por

encima de 220 °C, produciendo gases tóxicos que incluyen al cianuro de hidrógeno y cloruro de hidrógeno (INECC, 2014b).

4.3.3. Monolaurato de propilenglicol (Acaritouch®)

Es un novedoso acaricida (70% de i. a. de Monolaurato de propilenglicol) para la supresión y control de tetraníquidos y otros ácaros fitófagos incluidos los ácaros de dos manchas, la araña roja del Pacífico, araña roja de los cítricos, araña roja de la fresa, acaro café de la almendra y el acaro rojo europeo. Es un acaricida con un modo de acción no tóxico, de acción de bloqueo de espiráculos y de cera de la cutícula causando muerte por asfixia o desecación. Este producto se puede utilizar solo, en mezcla de tanques o con rotación con otros acaricidas. Se recomienda su uso tan pronto como se identifiquen ácaros en las plantas, utilizando suficiente agua para tener una buena cobertura en la planta. Se recomienda realizar dos aplicaciones con intervalos de siete días, y si las temperaturas son tales que aceleran la eclosión de huevos, se debe realizar el tratamiento a intervalos de tres a cinco días. Cuando se aplica en rotación con otros acaricidas, se puede utilizar hasta ocho veces durante la temporada.

Dosis de 1-2 ml/ litro de agua (AGRIAN, 2014).

4.3.4. Aceite mineral (Pure Spray®)

Es un aceite mineral parafínico de alta refinación (sin hidrocarburos aromáticos). Las plagas que controla son: cochinilla negra circular (*Chrysomphalus ficus*) ; cochinilla blanca del tronco (*Unaspis citri*) ; cochinilla coma o serpeta (*Mytilococcus beckii*) ; cochinilla del Delta (*Lecanium deltae*) ; cochinilla algodonosa (*Pericarya purchasi*) ; cochinilla blanca del olivo (*Aspidiotus heredae*); cochinilla roja común (*Chrysomphalus*

dictyospermi); cochinilla gris circular (*Chrysomphalus ficus*) ; cochinilla negra del olivo (*Saissetia oleae*) ; cochinilla roja australiana (*Aonidiella aurantii*) ; cochinilla blanca de los citrus (*Lecanium hesperidium*) ; cochinilla parlatoria (*Lepidosaphes ulmi*); ácaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora*) ; ácaro transmisor de la lepra explosiva (*Brevipalpus inornatus*) ; mosca blanca (*Aleurothrixus floccosus*); arañuela parda (*Bryobia rubrioculus*) ; arañuela roja europea (*Panonychus ulmi*) ; arañuela roja (*Tetranychus urticae*); pulgón lanígero del manzano (*Eriosoma lanigerum*) (Martínez y Valdieso, 2014).

Dosis: Del 1 al 1,5 % (1 a 1,5 litros/100 L. de agua) durante todo el año.

Época de aplicación: A partir de finales del invierno y durante toda la temporada de crecimiento de las plantas, coincidiendo con el nacimiento de las primeras ninfas y repitiendo cuando aparezca una nueva generación. No aplicar en floración (Petro-Canada, 2014).

Propiedades químicas y físicas:

Estado físico: Líquido oleoso.

Color: incoloro o ligeramente amarillento.

Olor: característico del aceite.

Punto de inflamación: 173°C.

Densidad 0,85 g/ml a 15°C.

Solubilidad en agua: emulsionable.

(Martínez y Valdieso, 2014).

4.4. Tratamientos y diseño experimental.

Se establecieron seis tratamientos que consistieron de cuatro dosis (cuadro 4), a excepción del producto aceite mineral con cinco dosis. Los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones (Figura 11).

Las dosis utilizadas fueron las más próximas a las dosis recomendadas de los productos formulados.

En el caso del experimento de machos no se realizó el tratamiento con agua destilada, debido a que se observó que el agua destilada si tenía un efecto sobre el insecto (ahogamiento).

Cada repetición constituyó de una caja Petri con tres discos de hoja de mango de 4 cm. El material biológico se colocó en cajas Petri, en las cuales se colocó al fondo de la caja un disco de papel filtro humedecido con agua destilada para evitar la deshidratación de los discos de las hojas de mango.



Figura 9. Distribución de los tratamientos (Foto inédita).

Cuadro 4: Tratamientos evaluados para el control de la escama blanca del mango en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit. 2014.

Tratamiento	Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis ppm De i. a.
1	Azanim®	Aceite superior de nim	186
			372
			558
			744
2	Cipermetrina®	Cipermetrina	40
			60
			100
			120
3	Acaritouch®	Monolaurato de propilenglicol	148.7
			297.4
			1175.4
			2357.9
4	Pure Spray®	Aceite mineral	490
			980
			1960
			2940
			3920
5	Agua destilada	---	---
6	Control	---	---

En el experimento de las hembras cada disco de hoja constó de una hembra y en caso del experimento de los machos cada disco tenía una colonia de ellos (Figura 12), aquí la cantidad varió de acuerdo al total de individuos de la colonia.



Figura 10. Repetición con tres discos de hoja (Foto inédita)

4.5. Aplicaciones de productos químicos.

La aplicación del producto se realizó con un microaspersor manual a una distancia de 25 cm, en promedio se asperjó 1ml de mezcla del producto por caja Petri (Figura 13).

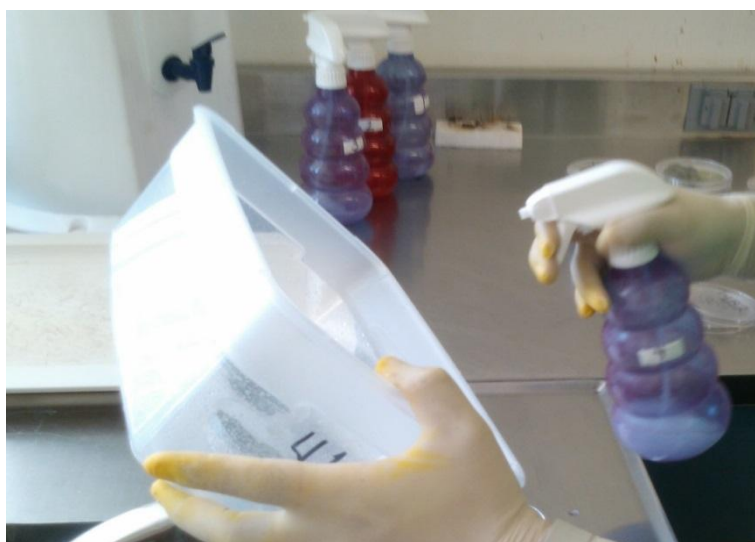


Figura 11. Aplicación de productos (Foto inédita).

4.6. Evaluaciones y parámetro a evaluar.

Se realizaron dos evaluaciones al experimento de hembras: a las tres y 24 horas después de haberse aplicado los insecticidas, y en el experimento de machos se realizó una sola evaluación (a las tres horas) debido a que se retiró por completo la capa cerosa que tenía

el insecto como protección y por consecuencia era más susceptible al ambiente. La temperatura constante fue de 27°C y con una humedad relativa entre 22-44%, en laboratorio, durante la realización de los experimentos.

Los porcentajes de efectividad biológica de los insecticidas en cada bioensayo se obtuvieron por la fórmula de Abbott corregida:

$$\frac{\text{Porcentaje de efectividad}}{\text{Porcentaje de efectividad}} = \frac{\text{Porcentaje de efectividad}}{\text{Porcentaje de efectividad}}$$

Se consideró muerto a aquel individuo que presentó síntomas de deshidratación, el cuerpo muy hinchado y/o no mostró movimiento del cuerpo o estilete, al ser estimulado por un pincel (No. 000).

4.7. Análisis estadístico.

Los análisis estadísticos fueron realizados con los valores ajustados según la fórmula de Abbott (1925) y corregida por Rosenhein y Hoy (1987), cuando se encontró en los bioensayos mortalidades diferentes de cero en el control, posteriormente se transformaron para su análisis a la función arcoseno raíz cuadrada, seguido a esto, se realizó un análisis de varianza y en el caso de existir diferencias significativas entre las repeticiones y tratamientos se realizó una prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), así mismo con base en un análisis de regresión Probit se calcularon los valores de las concentraciones letales (CL_{50}) que inhiben el 50% de la población, usando el software de análisis estadístico SAS®.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Bioensayo de insecticidas en hembras.

5.1.1. Primera evaluación.

Se realizó la evaluación a las tres horas de haber aplicado los tratamientos. Se observó en los tratamientos de monolaurato de propilenglicol y aceite mineral, un hinchamiento del cuerpo en los insectos muertos y en algunos expulsión de líquidos corporales. En el caso de cipermetrina, se observó deshidratación del insecto. En el insecticida de aceite superior de nim no se observaron diferencias en cuanto al cuerpo del insecto.

5.1.1.1. Comparación de medias

En el cuadro 5, las hembras mostraron susceptibilidad diferencial a los insecticidas ($P < 0.0001$). Los insecticidas con mayor mortalidad fueron monolaurato de propilenglicol y aceite mineral en sus dos dosis altas. El insecticida de aceite superior de nim tuvo una mortalidad entre 49.8-11.0%, mientras que la cipermetrina obtuvo muy poca mortalidad.

Al comparar las diferencias entre dosis alta y dosis baja de cada insecticida, el insecticida aceite mineral obtuvo una diferencia del 76.2% de mortalidad, seguido por el monolaurato de propilenglicol con 58.6% de diferencia. Los insecticidas aceite superior de nim y cipermetrina obtuvieron muy poca diferencia de mortalidad en relación a sus dosis 38.8% y 16.4% respectivamente.

En la comparación de dosis bajas de cada insecticida, el monolaurato de propilenglicol logro ser el más toxico con un 39.9% de mortalidad, seguido del insecticida aceite

mineral con 17.9% y aceite superior de nim con 11.0%. El insecticida cipermetrina fue el menos toxico con un 5.9% de mortalidad.

Cuadro 5. Mortalidad de hembras de *Aulacaspis tubercularis* en la primera evaluación en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014[†].

Trat.	Insecticida	Dosis (ppm de i. a.)	% mortalidad ($\pm$ EE) [§]
1	Monolaurato de propilenglicol	2357.9	98.5 (0.46) a
2	Aceite mineral	3920	94.1 (3.53) ab
3	Monolaurato de propilenglicol	1175.4	94.1 (0.46) ab
4	Aceite mineral	2940	87.0 (0.46) abc
5	Aceite mineral	1960	77.7 (1.51) abcd
6	Monolaurato de propilenglicol	297.4	60.1 (2.26) bcde
7	Aceite superior de nim	744	49.8 (1.90) bcdef
8	Aceite mineral	980	39.9 (2.26) cdef
9	Monolaurato de propilenglicol	148.7	39.9 (1.51) cdef
10	Aceite superior de nim	558	28.6 (1.27) def
11	Cipermetrina	120	22.3 (2.26) efg
12	Aceite superior de nim	372	19.0 (0.0) efg
13	Aceite mineral	490	17.9 (2.26) efg
14	Aceite superior de nim	186	11.0 (0.8) efg
15	Cipermetrina	100	5.9 (2.26) fg
16	Cipermetrina	60	5.9 (2.26) fg
17	Cipermetrina	40	5.9 (1.51) fg
18	Control	0	0.0 (0.0) g

[†]% de mortalidad por repetición (tres discos) ajustada por la fórmula corregida de Abbott.

[§]Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales, Tukey ($\alpha=0.05$).

5.1.1.2. Probit de insecticidas

Los datos obtenidos de las concentraciones letales, ubican a los productos en dosis altas de las que se aplicaron, aceite superior de nim (Figura 14) con dosis de 769.17 ppm de i. a., cipermetrina (Figura 15) con 876.41 ppm de i. a. muy por arriba de las dosis evaluadas por lo que se necesitarían dosis más altas para poder controlar el 50% de la población.

A diferencia de los insecticidas monolaurato de propilenglicol (Figura 16) con dosis baja de 211.15 ppm de i. a. y aceite mineral (Figura 17) con dosis media de 1096 ppm de i. a. en los cuales la CL_{50} está ubicada en las dosis bajas que se utilizaron en los bioensayos, siendo los mejores productos, ya que se requiere menos dosis para matar el 50% de la población de la escama blanca del mango.

Las concentraciones letales de los insecticidas se muestran en el cuadro 6.

Cuadro 6. Concentraciones letales de los insecticidas en la primera evaluación de hembras de *Aulacaspis tubercularis* en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit. 2014.

Insecticida	CL_{50} (ppm de i. a.)
Aceite superior de nim	769.17
Cipermetrina	876.41
Monolaurato de propilenglicol	211.15
Aceite mineral	1096.00

PROBIT. EXTRACTO DE NIM EN HEMBRAS 1ra EVALUACION

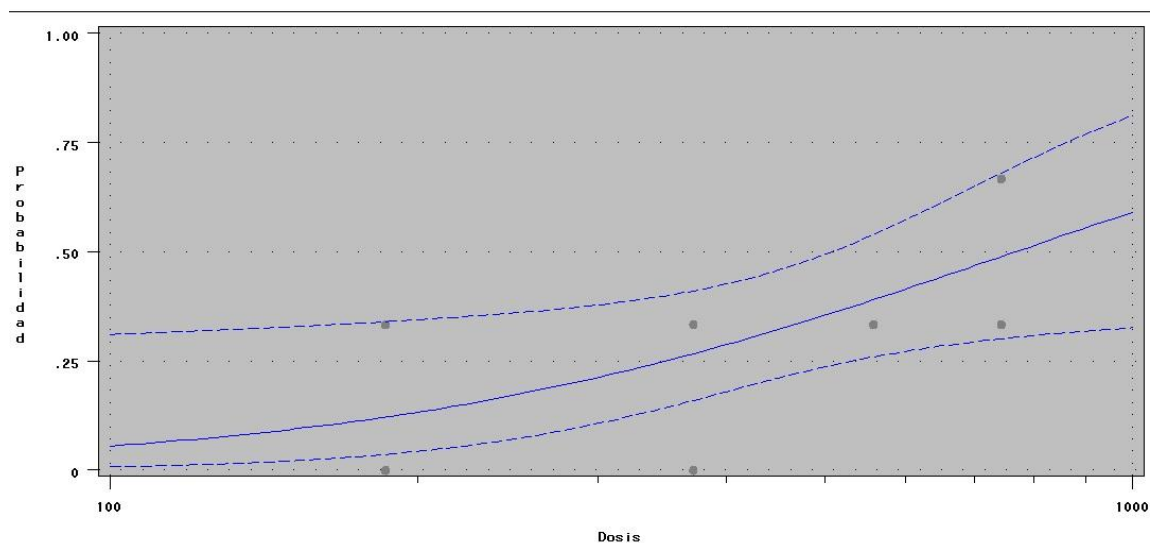


Figura 12. Grafico Probit del insecticida aceite superior de nim en hembras de la 1ª evaluación.

PROBIT CIPERMETRINA EN HEMBRAS 1ra EVALUACION

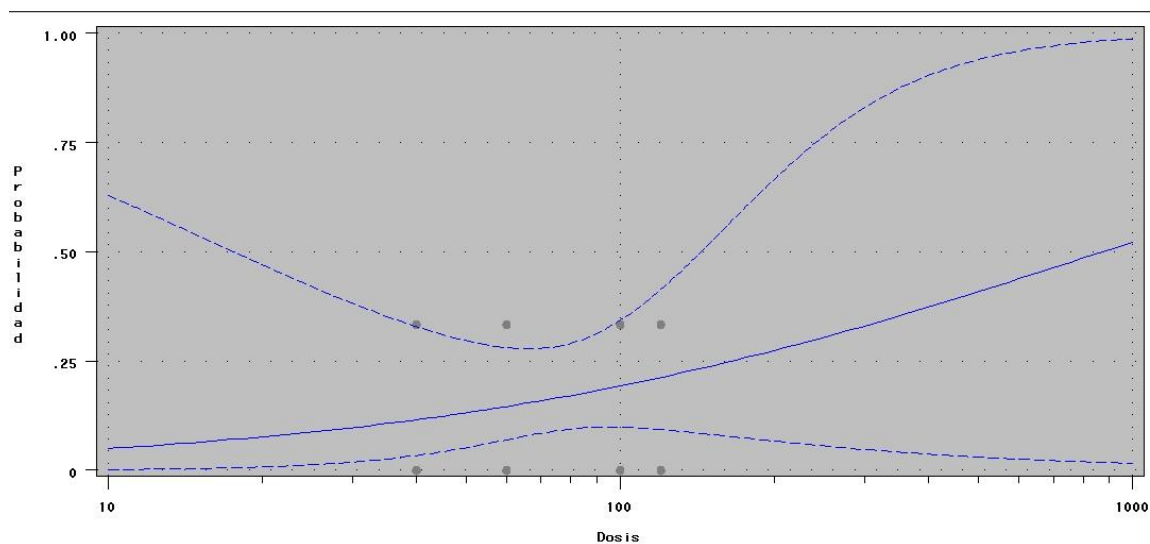


Figura 13. Grafico Probit del insecticida cipermetrina en hembras de la 1ª evaluación.

PROBIT. MONOLAURO DE PROPILGLICOL EN HEMBRAS. 1ª EVALUACION

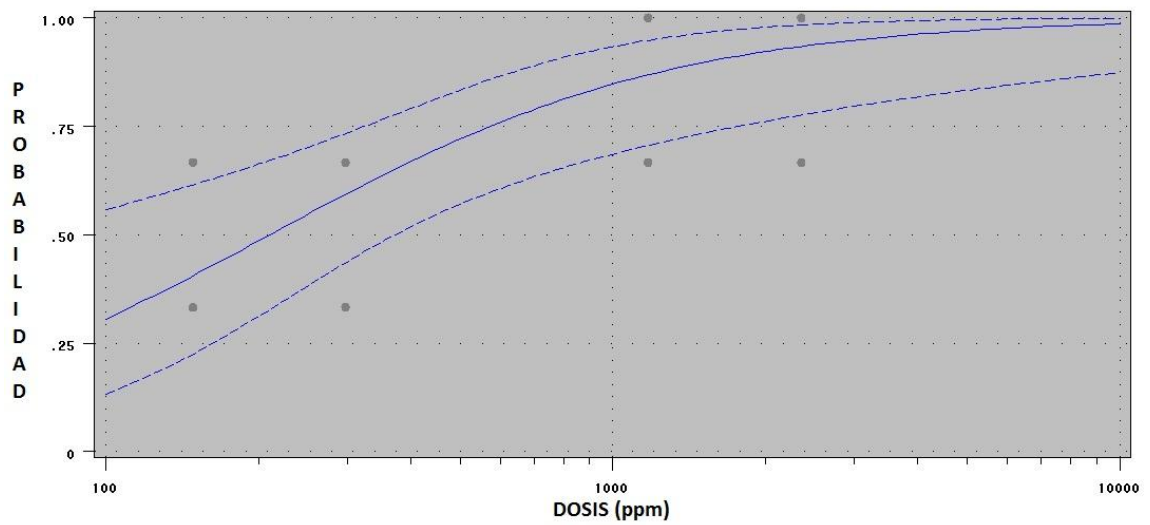


Figura 14. Grafico Probit del insecticida monolaurato de propilenglicol en hembras de la 1º evaluación.

PROBIT. ACEITE MINERAL EN HEMBRAS. 1ª EVALUACION

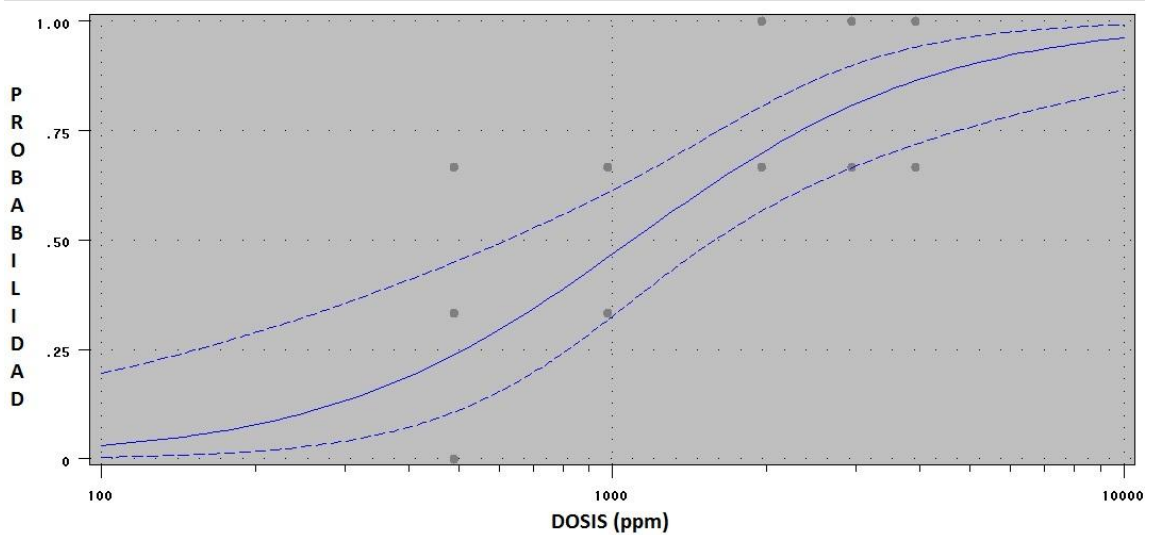


Figura15. Grafico Probit del insecticida aceite mineral en hembras de la 1º evaluación.

5.1.2. Segunda evaluación.

Se realizó la evaluación a las 24 horas de haber aplicado los tratamientos. Se observó en los tratamientos de monolaurato de propilenglicol, aceite mineral y aceite superior de nim; un ensanchamiento del cuerpo en los insectos muertos. En el caso de cipermetrina, se observó deshidratación del insecto.

5.1.2.1. Comparación de medias

Las hembras resultaron ser susceptibles a los insecticidas evaluados, aunque la toxicidad dependió del producto y dosis aplicada ($P < 0.0001$). El monolaurato de propilenglicol fue el insecticida más tóxico causando la mortalidad total en sus dos dosis más altas. El aceite mineral también consiguió buenos resultados con una mortalidad del 98.0% en sus dosis altas, resultados similares fueron obtenidos por Hassan *et al.* (2013) con una mortalidad máxima de 90.9% en aplicación de aceite mineral a una baja velocidad de flujo. Cabe mencionar que en el estudio realizado por Abo-Shanab *et al.* (2012) donde se evaluó tres aceites minerales para el control de la escama blanca del mango, con diferentes porcentajes de purificación, el mayor control lo registró el insecticida CAPL2 con un 100% de mortalidad. Esto concuerda con Cunningham (1991) quien menciona que los aceites naturales son una alternativa barata y ambientalmente segura con baja toxicidad en insectos benéficos. Con la cipermetrina se obtuvo un 88.4% de mortalidad máxima, valores un poco más elevados fueron determinados por Urías *et al.* (2013) con un control de 92.5% en la misma plaga; bioensayos para el control de *Haplothrips tritici* llevado a cabo por Bielza y Torres (1998) mencionan una eficacia media-alta entre 60-80%, con una DL_{50} 0.0136-0.0435 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$. Con el aceite superior de nim se obtuvo baja

mortalidad, diferencias similares entre mortalidad fueron reportadas por Abd-Rabou *et al.* (2012) donde la mortalidad fue de 68.3% de *Parasaissetia nigra*.

Se observó un incremento en la diferencia entre dosis altas contra dosis bajas con respecto a la primera evaluación (Figura 16) ya que el aceite superior de nim tuvo una diferencia de 45.3%. El aceite mineral mostro una diferencia de 43.5% en las dosis bajas y la cipermetrina y el monolaurato de propilenglicol tuvieron una diferencia de mortalidad de 29.5% y 28.3% respectivamente.

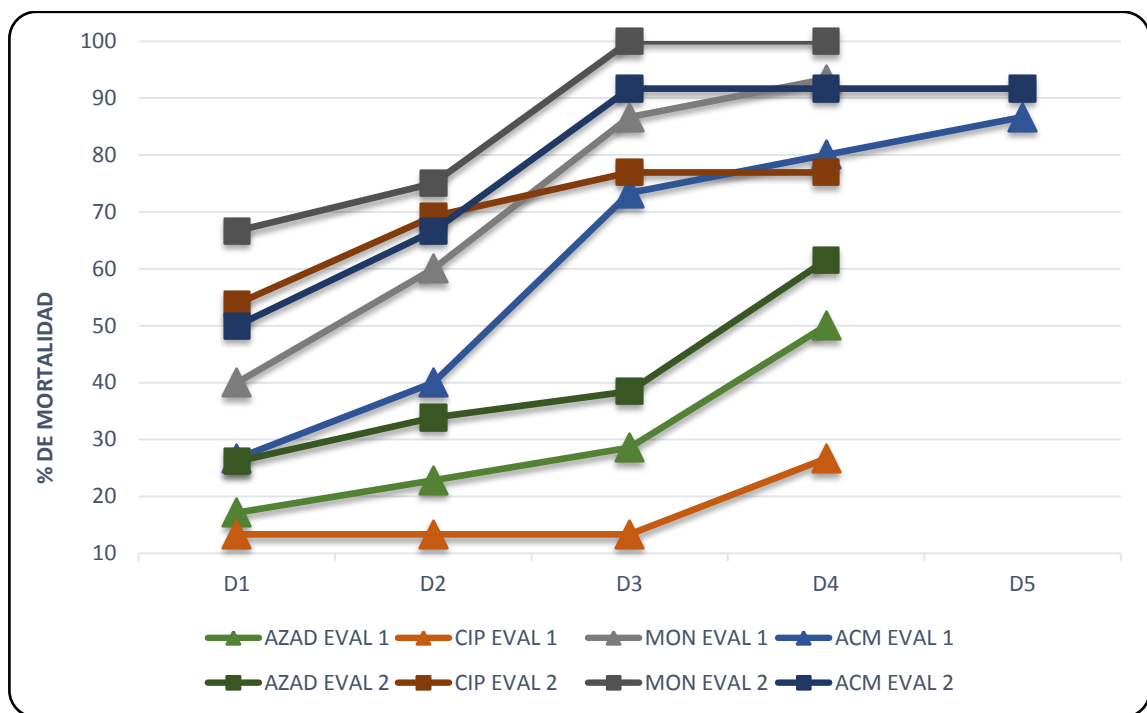


Figura 16. Comportamiento de la efectividad biológica de las dos evaluaciones (a las tres y 24 horas) de productos para el control de hembras.

El insecticida monolaurato de propilenglicol obtuvo una mortalidad de 71.7% en su dosis más baja, fue el más toxico en comparación con los otros insecticidas. Las dosis

bajas de los insecticidas cipermetrina y aceite mineral tuvieron una mortalidad de 58% y 54.5% respectivamente, y el insecticida menos toxico fue el aceite superior de nim con 21.4% de mortalidad (cuadro 7).

Cuadro 7. Mortalidad de hembras de *Aulacaspis tubercularis* en la segunda evaluación en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014[†].

Trat.	Insecticida	Dosis (ppm de i. a.)	% mortalidad (±EE) [§]
1	Monolaurato de propilenglicol	2357.9	100.0 (1.96) a
2	Monolaurato de propilenglicol	1175.4	100.0 (2.93) a
3	Aceite mineral	3920	98.0 (4.37) ab
4	Aceite mineral	2940	98.0 (1.96) ab
5	Aceite mineral	1960	98.0 (1.96) ab
6	Cipermetrina	120	88.4 (3.78) abc
7	Cipermetrina	100	88.4 (1.78) abc
8	Monolaurato de propilenglicol	297.4	83.3 (0.0) abcd
9	Cipermetrina	60	74.0 (4.86) abcd
10	Monolaurato de propilenglicol	148.7	71.7 (0.0) abcd
11	Aceite mineral	980	71.7 (1.96) abcd
12	Aceite superior de nim	744	66.7 (2.03) abcd
13	Cipermetrina	40	58.9 (4.86) abcd
14	Aceite mineral	490	54.5 (1.96) bcd
15	Aceite superior de nim	558	43.0 (2.75) bcde
16	Aceite superior de nim	372	28.3 (4.51) cde
17	Aceite superior de nim	186	21.4 (2.94) de
18	Control	0	0.0 (0.0) e

[†]% de mortalidad por repetición (tres discos) ajustada por la fórmula corregida de Abbott.

[§]Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales, Tukey ($\alpha=0.05$).

5.1.2.2. Probit de insecticidas

Las concentraciones letales de los insecticidas se muestran en el cuadro 8.

Cuadro 8. Concentraciones letales de los insecticidas en la segunda evaluación de hembras de *Aulacaspis tubercularis* en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla. 2014.

Insecticida	CL₅₀ (ppm de i. a.)
Aceite superior de nim	484.18
Cipermetrina	23.49
Monolaurato de propilenglicol	91.69
Aceite mineral	368.60

En esta segunda evaluación todos los tratamientos disminuyeron la dosis en relación a la primera evaluación.

El insecticida de aceite superior de nim (Figura 19) tuvo una CL₅₀ de 484.18 ppm de i. a., esto se ubicó en las dosis medias utilizadas de 372 - 558 ppm de i. a., por lo que aún se requeriría una dosis media para controlar el 50% de la población, en consecuencia se aumentaría la dosis para tener un mejor control de la población.

Las concentraciones letales de los insecticidas cipermetrina con dosis baja de 23.49 ppm de i. a. (Figura 20), monolaurato de propilenglicol con dosis media de 91.69 ppm de i. a. (Figura 21) y aceite mineral con dosis bajas de 368.6 ppm de i. a. (Figura 22) se ubicaron por debajo de las dosis bajas probadas en los bioensayos. Estos resultados son buenos ya que con dosis bajas se estaría controlando la mitad de la población de los insectos.

The plot displays the relationship between the dose of a drug and the probability of success. The x-axis, labeled 'Dosis', is on a logarithmic scale from 100 to 1000. The y-axis, labeled 'Probabilidad', ranges from 0 to 1.00. A solid blue line represents the estimated probability, which increases from approximately 0.20 at a dose of 100 to about 0.65 at a dose of 1000. Two dashed blue lines represent the 95% confidence interval, which widens as the dose increases. Grey square data points represent individual observations of success at specific doses: approximately 100, 300, 500, 700, and 1000.

PROBIT. MONOLAURO DE PROPILENGLICOL EN HEMBRAS 2da EVALUACION

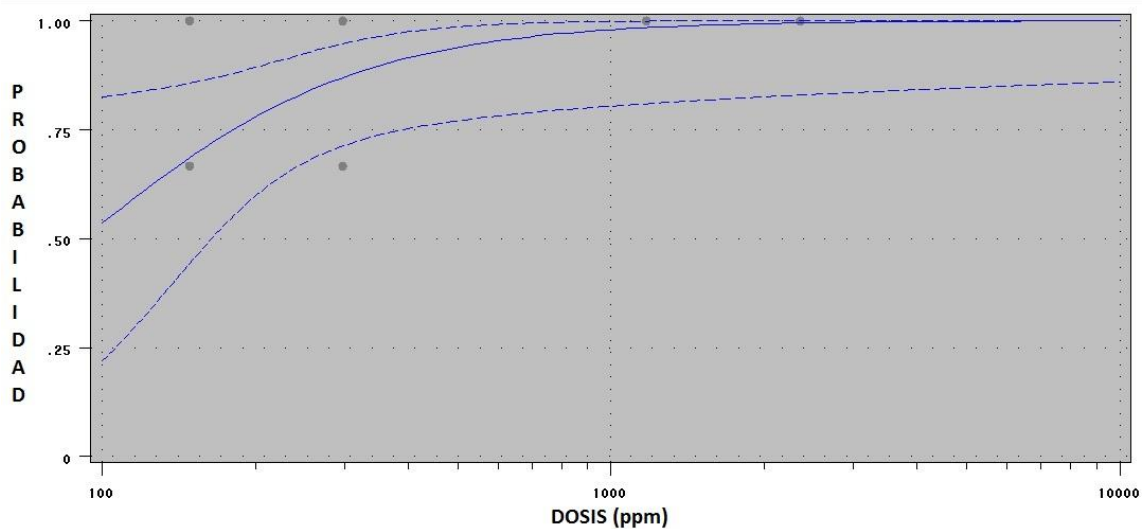


Figura 19. Grafico Probit del insecticida monolaurato de propilenglicol en hembras de la 2º evaluación.

PROBIT. ACEITE MINERAL EN HEMBRAS 2da EVALUACION

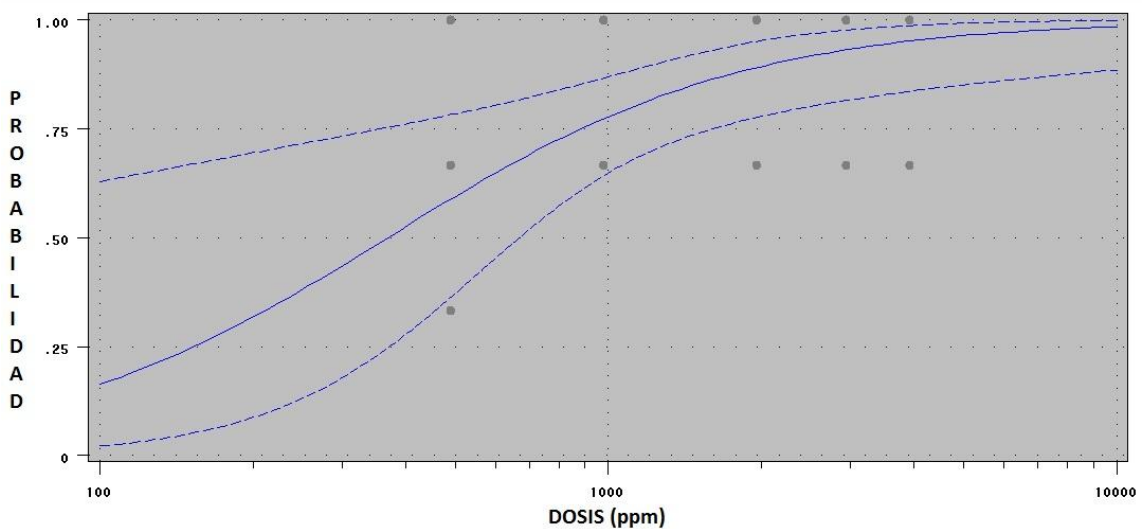


Figura 20. Grafico Probit del insecticida aceite mineral en hembras de la 2º evaluación.

5.2. Bioensayo de insecticidas en machos.

5.2.1. Única evaluación.

Se realizó la evaluación a las tres horas de haber aplicado los tratamientos. Se observó en los tratamientos de monolaurato de propilenglicol, aceite mineral y aceite superior de nim; un ensanchamiento del cuerpo en los insectos muertos. En el caso de cipermetrina, se observó deshidratación del insecto.

5.2.1.1. Comparación de medias

Los machos (Cuadro 9) en esta evaluación mostraron susceptibilidad a los insecticidas cuando fueron tratados ($P < 0.0001$). El mejor insecticida fue el aceite mineral en sus dos dosis más altas; seguido por el aceite superior de nim con su dosis más alta, debido a que el efecto del aceite superior de nim depende de su dosis y de la especie plaga a controlar, puede reducir su alimentación, supervivencia, vialidad, e incluso producir toxicidad aguda de acuerdo a Esparza *et al.*, (2010). El monolaurato de propilenglicol y cipermetrina mostraron las mortalidades más bajas.

El insecticida aceite mineral obtuvo una diferencia entre dosis alta y dosis baja de 33.8%, seguido del aceite superior de nim con 24.7%, cipermetrina con 19.2% y monolaurato de propilenglicol con 18.7%.

La comparación de dosis bajas mostro al insecticida de aceite superior de nim con 28.3% de mortalidad, siendo el insecticida más toxico en relación a los demás insecticidas. El aceite mineral tuvo 26.2% de mortalidad. La cipermetrina obtuvo 20.4%, estos resultados son similares a los reportados por Karar *et al.* (2010) en un experimento de

campo, donde la dosis a aplicar fue de 100ml/100L agua que causo una mortalidad de 21.12%. El monolaurato obtuvo la mortalidad más baja en esta comparación.

Cuadro 9. Mortalidad de machos de *Aulacaspis tubercularis*, única evaluación en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit. 2014[†].

Trat.	Insecticida	Dosis (ppm de i. a.)	% mortalidad (±EE) [§]
1	Aceite mineral	3920	60.0 (0.63) a
2	Aceite mineral	2940	54.4 (0.23) ab
3	Aceite superior de nim	744	53.0 (1.20) ab
4	Aceite mineral	1960	48.6 (0.04) abc
5	Aceite mineral	980	46.8 (0.08) abc
6	Aceite superior de nim	558	46.4 (0.16) abc
7	Aceite superior de nim	372	41.6 (0.16) abc
8	Cipermetrina	120	39.6 (0.07) abc
9	Monolaurato de propilenglicol	2357.9	38.8 (2.19) abc
10	Cipermetrina	100	37.5 (0.07) abc
11	Monolaurato de propilenglicol	1175.4	31.0 (1.88) abc
12	Cipermetrina	60	31.0 (0.10) abc
13	Aceite superior de nim	186	28.3 (0.08) bc
14	Aceite mineral	490	26.2 (0.16) bc
15	Monolaurato de propilenglicol	297.4	21.8 (1.06) c
16	Cipermetrina	40	20.4 (0.11) c
17	Monolaurato de propilenglicol	148.7	20.1 (0.24) c
18	Control	0	0.0 (0.0) d

[†]% de mortalidad por repetición (tres discos) ajustada por la fórmula corregida de Abbott.

[§]Medias con la misma letra en la misma columna, son estadísticamente iguales, Tukey ($\alpha=0.05$).

5.2.1.2. Probit de insecticidas

Las concentraciones letales de los insecticidas se exponen en el cuadro 10.

Cuadro 10. Concentraciones letales de los insecticidas en la evaluación de machos de *Aulacaspis tubercularis* en condiciones de laboratorio en Santiago Ixcuintla, Nayarit.2014.

Insecticida	CL₅₀ (ppm de i. a.)
Aceite superior de nim	417.61
Cipermetrina	176.39
Monolaurato de propilenglicol	6363.00
Aceite mineral	1418.00

En la gráfica Probit se observa que el insecticida aceite superior de nim (Figura 23) el cual estaría entre las dosis media de 372 - 558 ppm de i. a., por lo que se tendría que aumentar la dosis del insecticida para tener un buen efecto.

Con la CL₅₀ del insecticida cipermetrina (Figura 24) se tendría que aumentar las dosis aplicadas si se quiere controlar la plaga.

La CL₅₀ del monolaurato de propilenglicol (Figura 25) excede la dosis del bioensayo y aun la dosis del fabricante, podría deberse a la formulación del insecticida que tuvo dificultad para llegar a los espiráculos del insecto; por lo que sería necesario refinar este bioensayo.

La CL₅₀ del aceite mineral (Figura 26) lo ubican en las dosis medias de 980-1960 ppm de i. a., por lo que es el mejor insecticida con respecto a la dosis a utilizar contra ninfas macho de la escama blanca del mango.

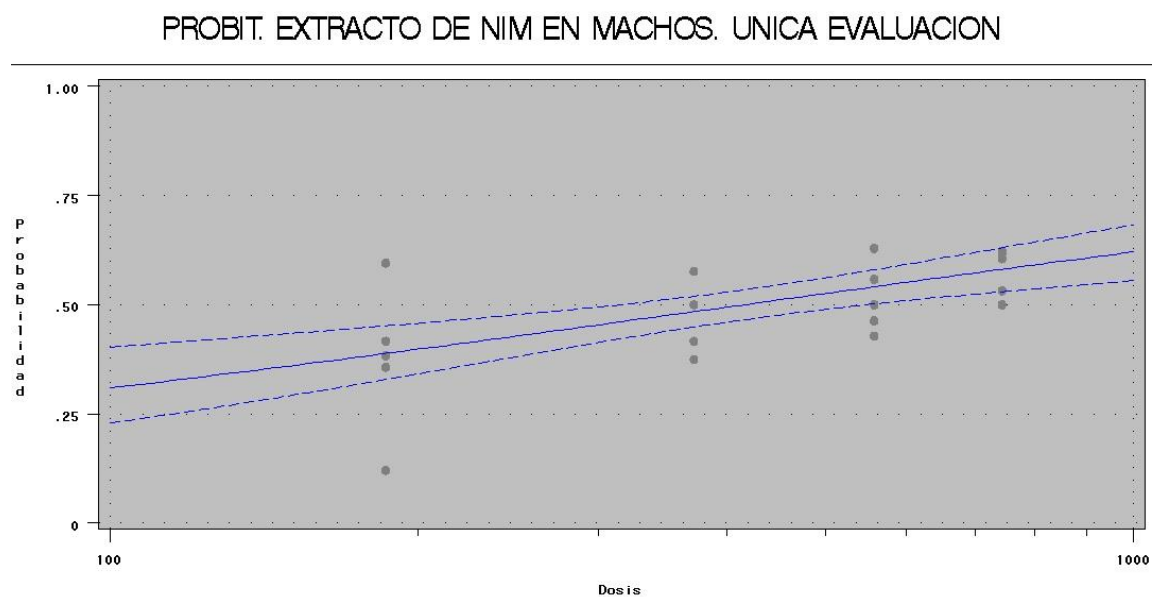


Figura 21. Grafico Probit del insecticida aceite superior de nim en machos única evaluación.

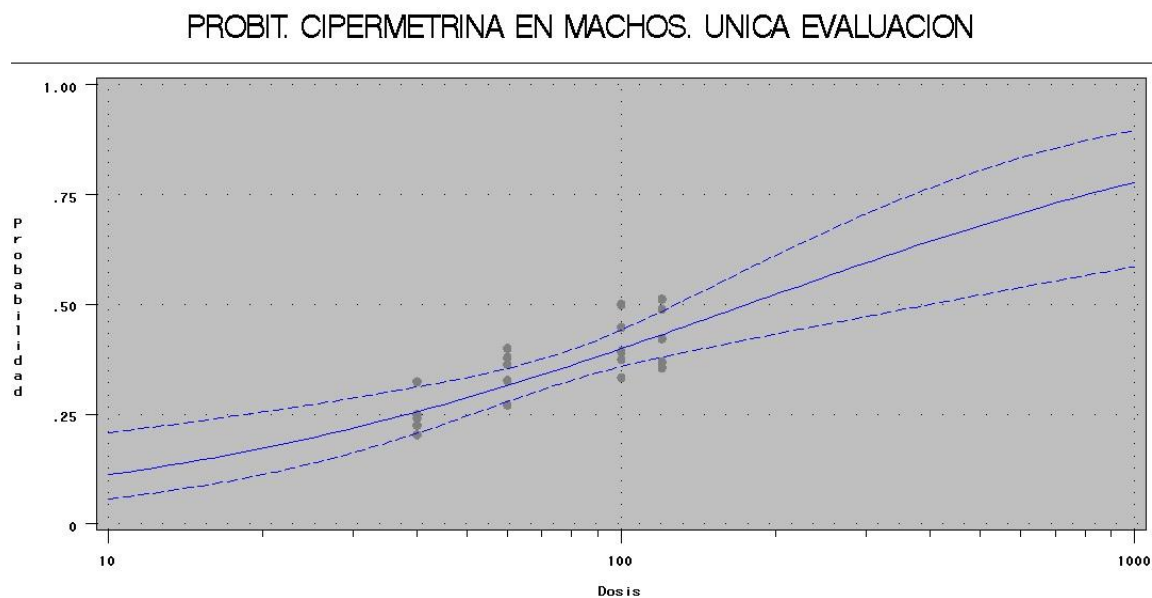


Figura 22. Grafico Probit del insecticida cipermetrina en machos única evaluación.

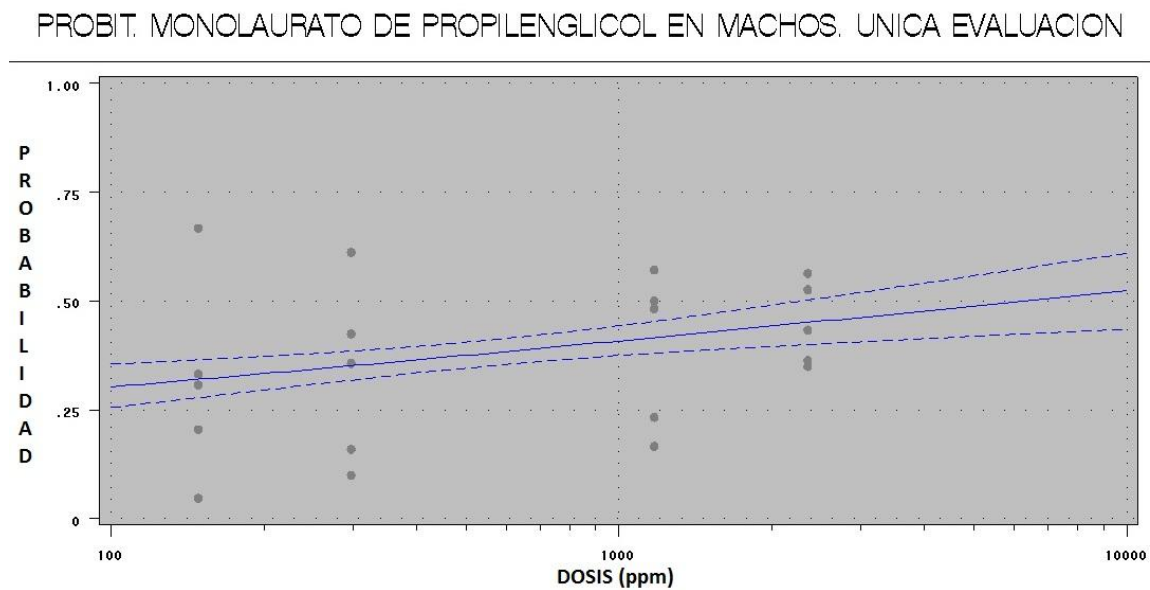


Figura 23. Grafico Probit del insecticida monolaurato de propilenglicol en machos única evaluación.

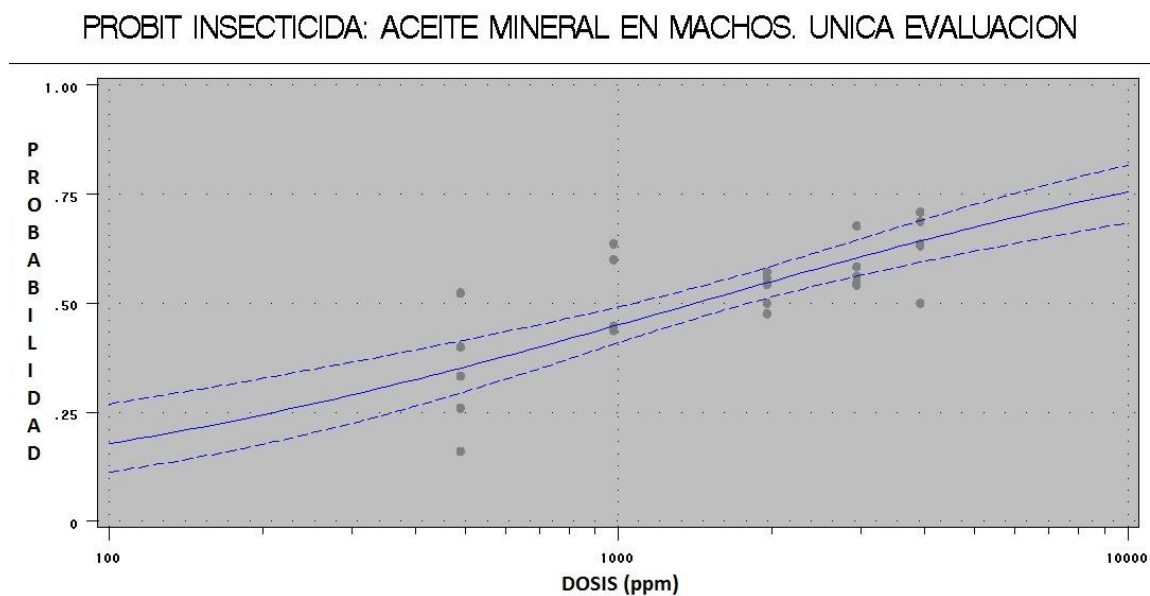


Figura 24. Grafico Probit del insecticida aceite mineral en machos única evaluación.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Todos los insecticidas mostraron diferencias estadísticas con el testigo, por lo cual hubo efecto de mortalidad en todos los insecticidas.

El tratamiento con mayor eficacia contra las hembras de la escama blanca del mango fue el monolaurato de propilenglicol en su dosis alta de 1175.4 y 2357.9 ppm de i. a. Tanto en la primera evaluación de 3 horas como en la segunda que se realizó a las 24 horas, obteniendo una mortalidad de 98 a 100%.

Las CL_{50} de cipermetrina (23.49 ppm), monolaurato de propilenglicol (91.69 ppm) y aceite mineral (368.6 ppm) en los bioensayos de hembras se ubicaron por debajo de las dosis utilizadas en el experimento.

El insecticida aceite mineral con la dosis de 3920 ppm de i. a., mostro mayor eficacia biológica en el control de machos de la escama blanca del mango, CL_{50} de 1418 ppm se ubicó entre las dosis medias aplicadas. El monolaurato de propilenglicol en hembras tuvo buen efecto; en machos se elevó demasiado la dosis, esto puede deberse a que el producto no pudo penetrar hacia los espiráculos del insecto.

Dentro de los productos evaluados, el aceite mineral y el monolaurato de propilenglicol son los mejores productos al obtener una alta mortalidad en el control de machos y hembras de la escama blanca del mango en los bioensayos realizados.

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology* 18: 265-267.
- Abo-Shanab, A. S. H. 2012. Suppression of white mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) on mango trees in El-Beheira Governorate, Egypt. *Egyptian Academic* 5 (3): 43-50.
- AGRIAN. 2014. ACARITOUCH. En línea: [http://www.agrian.com/pdfs/Acaritouch_\(3-2-27_Ote-Dori\)_Label.pdf](http://www.agrian.com/pdfs/Acaritouch_(3-2-27_Ote-Dori)_Label.pdf).
- Andersen, J. C., J. Wu, M. E. Grunwell, R. Gwiazdowski, S. E. Santana, N. M. Feliciano, G. E. Morse and B. B. Normark. 2010. A phylogenetic analysis of armored scale insects (Hemiptera: Diaspididae), based upon nuclear, mitochondrial, and endosymbiont gene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 57: 992-1003.
- Arias De L., M., A. Jines C., C. Carrera J., P. Bustos N., M. Plúas, K. Gutiérrez. 2004. Bioecología, dinámica poblacional, muestreo, nivel de daño y alternativas para el manejo sostenible de *Aulacaspis tubercularis* en mango de exportación. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Folleto Técnico Núm. 56. Guayaquil, Ecuador. 19 pp.
- Bakr, R. F. A., R. M. Badawy, S. F. Mousa, L. S. Hamooda and S. A. Atteia. 2009. Ecological and taxonomic studies on the scale insects that infest mango trees at Qaliobiya governorate. *Entomology* 2 (2): 69-89.
- Bautista R., P. U., J. A. Ragazzo S., M. Calderón S., E. Cortéz M. y R. Servín V. 2013. *Aulacaspis tubercularis* Newstead in mango orchards of Nayarit, Mexico, and

relationship with environmental and agronomic factors. *Southwestern Entomologist* 38 (2): 221-230.

Bautista M., N., L. Soto R. y R. Pérez P. 2009. *Tópicos Selectos de Estadística Aplicada a la Fitosanidad*. Colegio de Postgraduados e Instituto Politécnico Nacional. Montecillo, Edo. de México. 256 pp.

Bielza, P. y L. M. Torres V. 1998. Bioensayos de insecticidas con el trips del trigo, *Haplothrips tritici* (Kurdjumov). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas* 24: 473-486.

Castillo M., L. E., 2008. *Introducción a la estadística experimental*. 4ta edición. Taller de impresión del Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Texcoco, Edo de México. 301 pp.

Castillo M., L. E., 2007. *Introducción al SAS para Windows*. 3ta edición. Taller de impresión del Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Texcoco, Edo de México. 295 pp.

Cunningham, I. 1996. *Biology and management of field pests of mangoes*. Report of Queensland Department of Primary Industry, Horticultural Research and Agricultural Corporation. 26 pp.

Cunningham, I. C. 1991. Common mango scales in Queensland. *Acta Horticulturae (ISHS)* 291:409-412.

Daneel, M. S. and P. H. Joubert. 2009. Biological control of the mango scale *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Coccoidea: Diaspididae) by a parasitoid *Aphytis chionaspis* Ren (Hymenoptera: Aphelinidae) *Acta Horticulturae* 820: 567-574.

Daneel, M. and W. Steyn. 2004. Evaluation of several products for control of mango scale (*Aulacaspis tubercularis*) on mangoes. *SA Mango Kwekersvereniging Navorsingsjoernaal* 24: 15-17.

- Elevitch, C. R. 2006. Traditional Trees of Pacific Islands: Their Culture, Environment, and Use. Permanent Agriculture Resources. Holualoa, Hawaii. p. 454.
- Evans, G. A., G. W. Watson y D. R. Miller. 2009. A new of armored scale (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) found on avocado fruit from Mexico and a key to the species of armored scales found on avocado worldwide. *Zootaxa* 1991: 57-68.
- Esparza D., G., J. López C., J. A. Villanueva J., F. Osorio A., G. Otero C. y E. Camacho D. 2010. Concentración de azadiractina, efectividad insecticida y fitotoxicidad de cuatro aceites de *Azadirachta indica* A. Juss. *Agrociencia* 44: 821-833.
- FAOSTAT. Producción mundial de mango en el año 2013. En línea: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/S>
- García A., N. C., M. A. Urías L., L. M. Hernández F., J. A. González C., M. H. Pérez B. y J. A. Osuna G. 2014. Distribución de la escama blanca del mango *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) en Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana* 3(2): 321-336.
- Grové, T., M. S. De Beer, M. S. Daneel and W. P. Steyn. 2013. Scale and mealybug survey on mango in Mpumalanga and Limpopo Provinces, South Africa. *Acta Horticulturae* 1007: 377:384.
- Hassan, N. A., S. G. Radwan, A. E. M. E. Ammar, O. M. N. El-Sahn. 2013. Effect of alternative insecticides Sprayed with two flow rates against some scale insects on mango trees by using conventional motor Sprayer at Qalubya governorate, Egypt. *Proc. of the International Conference of Environmental Sciences*. pp: 62-79.
- Hernández F, L. M., M. A. Urías L., J. I. López A., y J. G. López A. 2012. Uso de atrayentes y suplementos alimenticios para el incremento de depredadores de escama

blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Hemiptera: Diaspididae) Acta Zoológica Mexicana 28 (1): 145-160.

INECC. 2014a. Plaguicidas. Extracto de aceite de neem. En línea: http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/Extracto_de_aceite_de_neem.pdf.

INECC. 2014b. Plaguicidas. Cipermetrina. En línea: <http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/plaguicidas/pdf/cipermetrina.pdf>.

INTERAGRO. 2014. CIPERMETRINA® 200. En línea: <http://interagro.com/detalle.php?id=2&sid=13&pid=28>.

Janick, J. and Paul R. E. 2008. The encyclopedia of fruit & nuts. Cambridge University Press. p. 19.

Joubert, P. H., M. S. Daneel and T. Grové. 2000. Progress towards integrated pest management (IPM) on mangoes in South Africa. Acta Horticulturae 509: 811: 818.

Joubert, P. H., T. Grové, M. S. Beer and W. P. Steyn. 2004. Evaluation of Kaolin (Surround® Wp) in an IPM program on mangoes in South Africa. Acta Horticulturae 645: 493-499.

Juárez H., P., J. Valdez C., G. Valdovinos P., A. Mora A., G. Otero C., D. Téliz O., E. Hernández C., I. Ramírez R and V. A. González H. 2014. Leaf penetration pattern of *Aulacaspis tubercularis* (Hemiptera: Diaspididae) stylet in mango Florida Entomological Society 97(1): 100-107.

Karar, H., M.J. Arif, H.A. Sayyed, M. Ashfaq and M. A. Khan. 2010. Comparative efficacy of new and old insecticides for the control of mango mealybug (*Drosicha mangiferae* G.) in mango orchards. International Journal of Agriculture and Biology 12: 443–446.

- Kondo R., D. T. 2010. III insectos. In Bernal, J. A.; Diaz, C. A. Eds Tecnología para el cultivo de mango. Manual técnico. Produmedios, Bogotá, Colombia. 199 pp.
- Kondo R., D.T. 2009. Los insectos escama (Hemiptera: Coccoidea) del mango, *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae) en Colombia. Novedades Técnicas, Revista Regional. Corpoica, Centro de Investigación Palmira. Year. pp. 41-44. ISSN 0123-0697.
- Kondo R., D. T., A. L. Peronti, F. Kozár and E. Szita. 2012. Capítulo 7. Los insectos escama asociados a los cítricos, con énfasis en *Praelongorthezia praelonga* (Douglas) (Hemiptera: Coccoidea: Ortheziidae) [Chapter 7. pp. 173-189. In: Pássaro Carvalho, C.P. Academic editor. Cítricos: Cultivo, Poscosecha E Industrialización. Serie Lasallista Investigación y Ciencia. Editorial Artes y Letras S.A.S., Itagüí, Colombia. ISBN: 978-958-8406-17-6. 367 pp.
- Labuschagne, T. I., H. Van Hamburg and I. J. Froneman. 1995 Population dynamics of the mango scale, *Aulacaspis tubercularis* (Newstead) (Coccoidea: Diaspididae), in South Africa. Israel Journal of Entomology 24: 207-217.
- Le Lagadec M. D. 2004. The control of mango scale in commercial orchards through the use of the predatory beetle, *Cybocephalus binotatus*. Acta Horticulturae (ISHS) 645:509-515.
- Le Lagadec M. D., C. E. Louw and C. Labuschagne. 2009. The control of scale insects and mealybugs on mangoes in South Africa using neo-nicotinoids. A review of the experimental work from 2001 to 2005. Acta Horticulturae 820: 549-558.
- Litz R. 2009. The mango. Botany, production and uses. CAB International. University of Florida, USA. p. 342.

- Masten M., T., M. Simala and A. Novak. 2008. Species of genus *Aulacaspis* Cockerell, 1836 (Hemiptera: Coccoidea: Diaspididae) in Croatia, with emphasis on *Aulacaspis yasumatsui* Takagi, 1977 Entomology Croatia 12(1): 55-64.
- Miller D. R. 2005. Selected scale insect groups (Hemiptera: Coccoidea) in the Southern region of the United States. Florida Entomologist 88 (4): 482-501.
- Miller D. R. and J. A. Davidson. 2005. Armored scale insect pest of trees and shrubs. Cornell University Press. A Comstock Book. Ithaca, New York, USA. pp: 90-92.
- Moharum F. A. 2012. Description of the first and second female and male instar of White mango scale *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Coccoidea: Diaspididae). The Journal of Basic & Applied Zoology 65: 29-36.
- Mosquera P., F. 1973. Algunos piojos blancos que afectan las plantas cultivadas en Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía 28(2): 57-64
- Nabil, H. A., A. A. Shahein, K. A. A. Hammad and A. S. Hassan. 2012. Ecological studies of *Aulacaspis tubercularis* (Diaspididae: Hemiptera) and its natural enemies infesting mango trees in Sharkia Governorate, Egypt Egyptian academic 5(3): 9-17.
- Noriega C., D. H., R. Cruzaley S., N. Alarcón C., E. R. Garrido R., R. González M., V. M. Domínguez M., J. Hernández P. y M. E. López E. 2012. Guía para la producción de mango en Guerrero. *Folleto tecnico* N°18. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Iguala, Iguala, Guerrero, México. 56 pp.
- Peña, J. E., A. I. Mohyuddin and M. Wysoki. 1998. A review of the Pest Management Situation in mango agroecosystems Phytoparasitica 26(2): 129-148.

Petro-Canada. 2014. PureSpray® foliar 22E. En línea: http://lubricants.petro-canada.ca/en/independent/111.aspx?q=pureSpray®+22e&site=Lubes_en.

Statistical Analysis Software Institute Inc (2008) User's guide. The Probit Procedure. In: SAS/STAT 9.2 User's Guide, Chapter 7. SAS Institute, Inc., Cary, NC. <http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugprobit/61823/PDF/default/statugprobit.pdf>.

SAGARPA. 2014. México, el mayor exportador de mango; en 2013 se incrementaron las ventas internacionales del fruto en 16 por ciento. Boletín. En línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2014B289.aspx>

SCALE NET. 2014. PaDIL. *Aulacaspis tubercularis*. En línea: <http://scalenet.info/validname/Aulacaspis/tubercularis/>.

SENASICA. 2014. Norma oficial Mexicana NOM-081-FITO-2001, Manejo y eliminación de focos de infestación de plagas, mediante el establecimiento o reordenamiento de fechas de siembra, cosecha y destrucción de residuos. Normateca SAGARPA. En línea: <http://www.senasica.gob.mx/?id=962>.

Sergent, E. 1999. El cultivo del mango (*Manguifera indica* L.) botánica, manejo y comercialización. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. 6º edición. Caracas, Venezuela. p. 200.

Shaaban, A., Hoda B. and Noha A. 2012. Control measures of two soft scale insects (Hemiptera: Coccidae) infesting guava and mango trees in Egypt, The Journal of Basic & Applied Zoology. 65: 55-61.

SIAP. 2015. Cierre de la producción agrícola por estado del cultivo del mango en el año 2013. En línea: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.

- Sing Y., S., T. Ching, W. and H. Shaw Y. 2012. Host range of *Cybocephalus flavocapitis* and *Cybocephalus nipponicus*, two potential biological control agents for the cycad Aulacaspis scale, *Aulacaspis yasumatsui* Journal of Asia-Pacific Entomology 15: 595-599.
- Stocks, I. 2013. Recent adventive scale insects (Hemiptera: Coccoidea) and whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) in Florida and Caribbean region. Potential invasive pests of agricultural crops. CAB international. pp: 342-362.
- Takagi, S. 2010. The *tubercularis* species group of *Aulacaspis* (Sternorrhyncha: Coccoidea: Diaspididae) Insecta Matsumurana. Series Entomology. New series 66:57-114.
- Takagi, S. and S. De Faveri. 2009. Notes on scale insects of *Aulacaspis* associated with mangroves and cycads (Sternorrhyncha: Coccoidea: Diaspididae). Insecta Matsumurana. Series Entomology. New series 65: 101-129.
- Urías L., M. A., y R. Flores C. 2005. La escama blanca *Aulacaspis tubercularis* Newstead (Homóptera: Diaspididae), una nueva plaga del mango: fluctuación poblacional y anotaciones biológicas. Entomología Mexicana 4: 579-584.
- Urías L., M. A., L. M. Hernández F., J. A. Osuna G., M. H. Pérez B., N. C. García A. y J. A. González C. 2013. Aspersiones de insecticidas en campo para controlar la escama blanca del mango (Hemiptera: Diaspididae) Revista Fitotecnia Mexicana 36(2): 173-180.
- Urías L., M. A., J. A. Osuna G., V. Vázquez, V. y M. H. Pérez B. 2010. Fluctuación poblacional y distribución de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis* Newstead) en Nayarit, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 16(2): 77-82.

Van Halteren, P. 1970. Notes on the biology of the scale insect *Aulacaspis mangiferae* Newst. (Diaspididae, Hemiptera) on mango. Ghana Journal ARIC 3:83-85.