



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA
AGRÍCOLA**

**CONTROL DE LA ESCAMA LATANIA (*Hemiberlesia lataniae* Signoret)
EN AGUACATE, CON APLICACIONES DE IMIDACLOPRID AL SUELO,
EN TACÁMBARO, MICHOACÁN, MÉXICO.**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

P R E S E N T A:

ZENÓN ITURBIDE SILVERIO



**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

Chapingo, Estado de México, Diciembre 2007.



CONTROL DE LA ESCAMA LATANIA (*Hemiberlesia lataniae* Signoret) EN AGUACATE, CON APLICACIONES DE IMIDACLOPRID AL SUELO, EN TACÁMBARO, MICHOACÁN, MÉXICO.

Tesis realizada por Zenón Iturbide Silverio 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. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR:



DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCON

ASESOR:



M. C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

CONTROL DE LA ESCAMA LATANIA (*Hemiberlesia lataniae* Signoret) EN AGUACATE, CON APLICACIONES DE IMIDACLOPRID AL SUELO, EN TACÁMBARO, MICHOACÁN, MÉXICO.

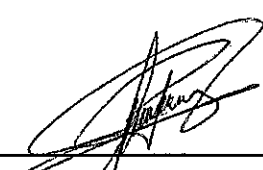
El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de Zenón Iturbide Silverio autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



DR. VÍCTOR MANUEL PINTO

ASESOR:



DR. SAMUEL RAMÍREZ ALARCON

ASESOR:



M. C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitir llegar hasta este día, por darme la fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado para realizar mis estudios de Maestría.

A mi alma Mater, Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad de formarme como profesional y como ser humano, por cobijarme en sus aulas y permitir cumplir una meta más en mi vida.

Al Departamento de Parasitología Agrícola, por brindarme los conocimientos para mi desarrollo como profesional fitosanitario.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto, por la confianza, el apoyo y su amistad brindada, por sus conocimientos y aportaciones en esta investigación.

Al Dr. Samuel Ramírez Alarcón, por su amistad, por su sencillez y gran calidez humana, por sus acertadas aportaciones en la revisión de este trabajo.

Al M.C. Antonio Segura Miranda, por compartir sus conocimientos conmigo, por el apoyo brindado a mí persona antes y durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A todos y cada uno de los profesores que compartieron sus experiencias, sus enseñanzas y conocimientos conmigo.

Un agradecimiento especial a Maribel, por el gran apoyo recibido durante mi estancia en la Maestría.

ING. ZENÓN

DEDICATORIA

A mis padres, Vicente I. y Hortensia S., que siempre han estado conmigo, en todos los momentos de mi vida, gracias por darme la vida y mostrarme lo hermoso que es vivir a su lado.

A mis hermanos, gracias por el respaldo y la motivación para seguir adelante y ser mejor cada día.

A todos mis amigos, los que están ahora y estuvieron un día compartiendo momentos inolvidables, buenos y malos, compartiendo alegrías y que siempre serán parte de mi vida.

Gracias por ayudarme a crecer, por dejarme ser parte de tu historia, por enseñarme a descubrir otro mundo...Yessy.... Esto Para ti prietita, por ser tan especial y muy importante en mi vida, por todos los momentos maravillosos que vivimos... Con amor.

ING. ZENÓN

DATOS BIOGRAFICOS

Nombre: Zenón Iturbide Silverio

Fecha de nacimiento: 23 de Junio de 1983.

Lugar de origen: Apapantilla, Jalpan, Puebla.

Formación académica

Licenciatura: Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola.

Lugar: Universidad Autónoma Chapingo.

Periodo: 2001- 2005.

Preparatoria: Preparatoria Agrícola.

Lugar: Universidad Autónoma Chapingo.

Periodo: 1998- 2001.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 INTRODUCCIÓN	4
2.2 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DEL AGUACATE	5
2.2.1 Temperatura.....	6
2.2.2 Luminosidad	7
2.2.3 Humedad.....	7
2.2.4 Suelo	7
2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA VARIEDAD HASS.....	7
2.4 PLAGAS PRINCIPALES.....	8
2.4.1 Barrenador del hueso del aguacate (<i>Conotrachelus perseae</i>)	9
2.4.1.1 Descripción	9
2.4.1.2 Biología.....	9
2.4.1.3 Daños	10

2.4.2 Barrenador del tronco y ramas (<i>Copturus aguacatae</i>)	12
2.4.2.1 Descripción	12
2.4.2.2 Biología	12
2.4.2.3 Daños	13
2.4.3 Trips (Thysanoptera)	13
2.4.3.1 Descripción	14
2.4.3.2 Biología	14
2.4.3.3 Daños	14
2.4.4 Escamas armadas (Homóptera: Diaspididae)	15
2.4.4.1 Importancia	15
2.4.4.2 Clasificación	16
2.4.4.3 Sinonimia	16
2.4.4.4 Hospederos	16
2.4.4.5 Descripción	17
2.4.4.6 Biología y Comportamiento	18
2.4.4.7 Daños	20
2.4.4.8 Manejo	21
2.5 CARACTERÍSTICAS DEL INSECTICIDA IMIDACLOPRID	25
2.5.1 Antecedentes	25
2.5.2 Perfil ecotoxicológico	26
2.5.3 Propiedades fisicoquímicas del imidacloprid	29
2.5.4 Investigaciones realizadas con el imidacloprid en árboles	32

III. MATERIALES Y METODOS	35
3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
3.2 DISEÑO DEL EXPERIMENTO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	36
3.3 APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS.....	37
3.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	37
3.5 ANÁLISIS DE DATOS.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1 MUESTREO PRELIMINAR A LOS TRATAMIENTOS	39
4.2 PRIMERA EVALUACIÓN.....	40
4.3 SEGUNDA EVALUACIÓN.....	42
4.4 COMPARACIONES ENTRE LOS TRATAMIENTOS.....	44
V. CONCLUSIONES	50
VI. LITERATURA CITADA.....	51

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Zonas oficialmente libres de barrenadores del hueso.....	11
2 Lista de depredadores de <i>Hemiberlesia lataniae</i>	22
3 Lista de parasitoides de <i>Hemiberlesia lataniae</i>	23
4 Propiedades físico-químicas del imidacloprid.....	31
5 Distribución de los bloques y los tratamientos en la parcela de estudio.....	36
6 Descripción de los tratamientos de los insecticidas.....	37
7 Comparación de medias del número de escamas vivas en árboles de aguacate en la evaluación previa. Tacámbaro, Mich. 2006.....	39
8 Número de escamas vivas, comparación de medias y porcentaje de efectividad biológica de los tratamientos evaluados en la primera evaluación. Tacámbaro, Michoacán. 2006.....	41
9 Número de escamas vivas, comparación de medias y porcentaje de efectividad biológica de los tratamientos evaluados en la segunda evaluación de efectividad biológica. Tacámbaro, Michoacán. 2007.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
1	Ubicación del Municipio de Tacámbaro, Michoacán, México..... 35
2	Número de escamas hembras adultas vivas en aguacate, en la evaluación previa, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006..... 40
3	Número de escamas hembras adultas vivas en aguacate, presentes en la segunda evaluación, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006..... 42
4	Número de escamas hembras adultas vivas en aguacate, presentes en la segunda evaluación, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006..... 44
5	Comportamiento del Tratamiento 1 con respecto al testigo, en los muestreos realizados para escamas en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México..... 45
6	Comportamiento del Tratamiento 2 con respecto al testigo, en los muestreos realizados para escamas en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México..... 45
7	Comportamiento del Tratamiento 3 con respecto al testigo, en los muestreos realizados para escamas en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006..... 46

8	Comportamiento del Tratamiento 4 con respecto al testigo, en los muestreos realizados para escamas en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.....	46
9	Comportamiento del Tratamiento 5 con respecto al testigo, en los muestreos realizados para escamas en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.....	47
10	Porcentaje de mortalidad de escamas en cada tratamiento, para la 1° y 2° evaluaciones en aguacate en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.....	47
11	Mortalidad de escamas en los tratamientos aplicados al suelo y al follaje en la primera evaluación en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.....	48
12	Mortalidad de escamas en los tratamientos aplicados al suelo y al follaje en la segunda evaluación en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.....	49

CONTROL DE LA ESCAMA LATANIA (*Hemiberlesia lataniae* Signoret) EN AGUACATE, CON APLICACIONES DE IMIDACLOPRID AL SUELO, EN TACÁMBARO, MICHOACÁN, MÉXICO.

CONTROL IN AVOCADO OF LATANIA SCALE (*Hemiberlesia lataniae* Signoret), WITH SOIL APPLICATIONS OF IMIDACLOPRID IN TACÁMBARO, MICHOACÁN, MÉXICO.

Iturbide- Silverio Zenón¹, Pinto Victor, Manuel²

RESUMEN

El imidacloprid es una molécula efectiva contra plagas chupadoras, con un amplio uso en hortalizas; sin embargo, en árboles frutales y forestales, su uso ha sido muy limitado. Si bien, en México aún no ha sido utilizado en frutales, recientemente se han reportado en algunos países buenos resultados para este tipo de plantas. Por tal motivo, se evaluó el efecto del imidacloprid en el cultivo de aguacate (*Persea americana* L.), var. Hass, para el control de escamas (*Hemiberlesia lataniae*), en Tacámbaro Michoacán. Las dosis evaluadas fueron: 2.8, 4.2 y 5.6 ml árbol⁻¹ en aplicación al suelo y 4.2 ml árbol⁻¹ en aplicación al follaje. Se realizaron tres evaluaciones, una previa, a los 15 y 30 días después de la aplicación de los tratamientos. La variable evaluada fue el número de escamas hembras adultas vivas. El imidacloprid a la dosis de 5.6 ml árbol⁻¹, aplicado al suelo, fue el mejor tratamiento con una mortalidad de escamas de 75.9 y 80.7 %, a los 15 y 30 días, respectivamente. Se recomienda aplicar la dosis de 5.6 ml árbol⁻¹ de imidacloprid en árboles de aguacate de hasta 12 años y 3.5 m de altura para el control de escamas.

Palabras clave: aguacate, escamas, imidacloprid, Tacámbaro.

ABSTRACT

The imidacloprid molecule is very effective against sucking pests, with wide use in vegetables, but in fruit and forest trees their use has been very limited. In Mexico it has not been used yet, but recently in some countries good results in trees have been reported. For this reason, the effectiveness of imidacloprid in reducing scale (*Hemiberlesia lataniae* S.) populations in avocado (*Persea americana* L.), var. Hass was assessed in Tacámbaro Michoacán. The tested doses were 2.8, 4.2 and 5.6 mL tree⁻¹ in soil application and 4.2 mL tree⁻¹ in foliar spraying. Three evaluations were carried out, one previous to insecticide application and two more 15 and 30 days later. The evaluated variable was the number of live female scale insects. The application 5.6 mL tree⁻¹ of a imidacloprid to the soil was the best treatment, causing insect mortality of 75.9 and 80.7% at 15 and 30 days, respectively. It is recommended to apply 5.6 mL tree⁻¹ of imidacloprid on avocado trees not more than 12 years old (3.5 m of height) for scale control.

Key words: avocado, scales, imidacloprid, Tacambaro.

¹ Alumno del Programa en Protección Vegetal. Correo: zeiturbide@hotmail.com

² Director de tesis. Profesor-Investigador. Depto. de Parasitología Agrícola. UACH

I. INTRODUCCIÓN

La importancia socioeconómica del aguacate se deriva del beneficio que derrama entre productores, comercializadores, industrializadores y consumidores. Los huertos generan empleos al demandar mano de obra para las podas, los riegos, el cuidado nutritivo y fitosanitario, la cosecha, el acarreo, la selección, el empaque, el traslado, el mercadeo y ventas al mayoreo y menudeo. El mercado internacional del aguacate ha crecido sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse en la dieta de muchos países (Téliz *et al.*, 2007).

De acuerdo a estos mismos autores, los principales países con mayor superficie cultivada, en orden descendente, son: México (con 102, 467 has), Indonesia (70, 000 has), E.U.A. (27,000 has), Chile (23,500 has), España (15,500 has), Colombia (15,500 has), Camerún (13,500 has), Brasil (12, 000 has), Republica Dominicana (11000 has) y Perú con 10, 500 has de producción. El 25% de la superficie mundial se cultiva en México. El 54% de la superficie aguacatera se encuentra en los primeros cuatro países: México, Indonesia, E.U.A. y Chile. En el caso de México, los principales estados productores son Michoacán, Puebla, Morelos, Nayarit, Estado de México y Guerrero, en los que se concentra la mayor superficie cosechada y la mayor producción; Michoacán destaca por la gran superficie cosechada de aguacate 93, 125 has en el año 2005 con una producción estimada de 897, 000 ton.

En Michoacán, la franja aguacatera esta localizada en la sub-provincia fisiográfica Tarasca; ocupa 7752 km² y representa el 12.9 % de la superficie estatal. De las 102,467 has cultivadas con aguacate en México, el estado de Michoacán destina 86, 538 has, distribuidas en 37 municipios, lo que hace a Michoacán la región aguacatera más importante del mundo. El 56% del área aguacatera (46,414 has) depende del agua de lluvia. El municipio de Tacámbaro Michoacán ocupa el 5º lugar en cuanto a superficie sembrada, esta detrás de Uruapan, Tancítaro, Periban y Ario de Rosales. En Tacámbaro se

cultivan alrededor de 7, 401 has, de las cuales 4, 821 has son de riego y 2, 580 has son de temporal (Téliz *et al.*, 2000).

El aguacate, como todo cultivo extensivo, esta expuesto al ataque de diferentes especies de insectos que pueden causar una disminución en el rendimiento y que trae consigo pérdidas económicas a los productores. En México existen diferentes registros del número de especies plaga que atacan al aguacate. Por ejemplo, García *et al.*, (1967) consideraron a 10 especies de importancia y a otras cuatro como secundarias; Gallegos (1983) mencionó a 46, de las cuales 11 se encuentran en Michoacán; mientras que McGregor y Gutiérrez (1983) incluyeron a 30; por su parte Coria (1993) listó para Michoacán a solo 11 especies. De acuerdo a Téliz *et al.*, (2000), son pocas las especies de artrópodos plaga de importancia económica para el cultivo del aguacate.

Dentro de estas especies de insectos plaga se encuentran las escamas que son de gran importancia agrícola pues comprenden insectos pequeños muy especializados, que chupan la savia de las plantas causando alteraciones en los tejidos vegetales (González y Atkinson, 1984). Las principales escamas que atacan al aguacate son: la escama roja de Florida *Chrysomphalus aonidum*, la escama dictiosperma, *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan), la escama latania, *Hemiberlesia lataniae* (Signoret), y la escama de San José *Quadraspidotus perniciosus* (Comstock) (Téliz *et al.*, 2000).

Los mismos autores indican que las escamas armadas (Homóptera: Diaspididae) constituyen la familia más grande de los cocoideos con más de 300 especies, a estas escamas se les encuentra atacando a las ramas, hojas y frutos del aguacate. En Michoacán, se han detectado infestaciones esporádicas de *H. lataniae* en donde el daño principal se presenta sobre los frutos a los cuales llegan a cubrir. El problema de las infestaciones de esta escama en fruto es que en el proceso de lavado difícilmente se les puede eliminar, lo que dificulta su comercialización en los mercados internacionales.

El control de esta especie, al igual que otras escamas, es difícil debido a su cobertura protectora. Dado su hábito chupador, el uso de insecticidas con actividad sistémica podría ser efectivo. El imidacloprid, un insecticida neonicotinoide de amplio uso para el control de insectos chupadores en solanáceas, cucurbitáceas, etc., ha sido evaluado satisfactoriamente (Morse *et al.*, 2005) y aprobado para el control de trips y tingidos en árboles de aguacate en California (EPA, 2006). También se recomienda para el control de distintos insectos chupadores en cítricos, incluyendo varias especies de escamas (Bayer, 2005).

Si bien, en México aún no ha sido utilizado en frutales, recientemente se han reportado en algunos países buenos resultados de control en este tipo de plantas. Por tal motivo se plantean los siguientes objetivos:

- Reducir poblaciones de escamas latania (*Hemiberlesia lataniae*), mediante la aplicación al suelo del insecticida imidacloprid, en árboles de aguacate.
- Determinar la dosis adecuada para el control de escamas en aguacate.
- Comparar dos métodos de aplicación del imidacloprid, al suelo y al follaje.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Introducción

El aguacate es uno de los muchos regalos que México ha dado al mundo. Su sabor, textura y propiedades alimenticias han cautivado a innumerables países que con gusto lo han adoptado, como Francia y otros tan lejanos como Japón. Y es que el mexicanísimo aguacate lleva conquistando paladares de todo el mundo desde hace 500 años¹.

El aguacate (*Persea americana*) es una especie cultivada desde hace muchos siglos en muchas partes del mundo. Sin embargo, el cultivo comercial de esta especie es relativamente reciente. Sus requerimientos de clima, suelo y nutrientes han sido descubiertos poco a poco y aún existen limitaciones en estos aspectos, lo que ha llevado la frecuente extrapolación de información de zonas aguacateras ubicadas en otras latitudes. En México, pese a que la adaptabilidad del cultivo es excelente y que ha sido el mayor productor de aguacate en el mundo, con cerca del 30% de la producción mundial, el rendimiento por ha puede considerarse de medio a bajo y el potencial de incremento en el rendimiento es aún alto, si se usa la tecnología disponible. En contraste, en Estados Unidos, Israel y otros países productores de aguacate, la tecnología aplicada es más sofisticada que, la aplicada en México y Centroamérica; sin embargo, la producción en dichos países puede ser baja al cultivarse el aguacate en los límites de su adaptabilidad ecológica (Salazar, 2002).

El aprovechamiento del árbol del aguacate es integral, ya que su madera es de buena calidad y en zonas rurales se le utiliza para la elaboración de yugos. La industria también obtiene beneficios del aguacate, pues se le utiliza para obtener aceites, lociones, jabones, cremas y champús para el cabello¹.

¹ <http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/6882-El-aguacate.-Joya-de-M%E9xico-para-el-mundo>

Las principales variedades comerciales de exportación han sido la Fuerte, Hass y Nabal, además de la Lula. Se prefieren los frutos de tamaño mediano (200 o 300 g) y con un aceptable porcentaje de aceite en la pulpa (Rodríguez, 1992).

Actualmente, el estado de Michoacán, se ha convertido en el productor de fruto de aguacate número uno en América y en el mundo, con un promedio de producción de 10.2 ton ha⁻¹., en su totalidad se trata de la variedad Hass debido a la gran aceptación que ha tenido tanto en el mercado nacional como internacional, por sus cualidades organolépticas y múltiples usos culinarios e industriales; un bajo porcentaje de la producción regional lo constituyen otros cultivares, así como algunos criollos regionales seleccionados, mismo que es comercializado en los mercados de abasto de la Ciudad de México. En un primer plano por supuesto, está la producción de fruto de alta calidad con fines de exportación, tanto a los Estados Unidos, como a Canadá, Centroamérica, varios países de Europa y Japón, y luego, la producción para consumo nacional y para la industria (Adame, 2001).

2.2 Características ecológicas del aguacate

El nombre de aguacate deriva de la palabra nativa “aoacatl” o “ahuacatl” y recibe otros nombres como palta en Sudamérica, avocado en inglés, avocatier en francés, abacate en portugués y abakate en alemán (Whiley *et al.*, 2000).

El árbol de aguacate es vigoroso que puede alcanzar hasta los 20 m de altura, de hoja perenne, aunque algunos cultivares pierden casi todas las hojas durante la floración, el tronco es robusto, de corteza suberosa y agrietada; ramas de color verde pálido, vigorosas, de corteza ancha y de color pardo. Con un sistema radicular superficial; las hojas son grandes, de color verde oscuro (Agusti, 2004).

Debido a la zona geográfica donde ocurrió la evolución del aguacate, actualmente se distinguen tres razas o grupos ecológicos: mexicana,

Guatemalteca y Antillana, con características particulares, tanto del árbol como del fruto, que las distinguen entre sí (Salazar, 2002).

La época de floración en el hemisferio norte puede ser: temprana, en enero-febrero; media, en febrero-marzo, y tardía, en marzo –abril. En México la floración temprana ocurre desde octubre hasta diciembre, es decir, que abarca el periodo que va desde mediados de invierno hasta principios de primavera, según las variedades. El periodo de recolección puede variar entre 5 y 15 meses (Rodríguez, 1992).

El medioambiente, principalmente la radiación solar, temperatura y disponibilidad de agua, así como las practicas culturales (fertilización, reguladores de crecimiento, podas, etc.) pueden tener un efecto determinante sobre el número e intensidad de los flujos de crecimiento vegetativo (Salazar, 2002).

2.2.1 Temperatura

A grandes rasgos, las condiciones ideales para esta especie son temperaturas diurnas en torno a los 25 - 30°C y nocturnas entre 15 y 20°C (Galán, 1990).

Con temperaturas de 5 °C el aguacate sufre graves consecuencias económicas. Las altas temperaturas (40-50 °C) afectan también la floración y fructificación, provocando defectos en la polinización, desprendimiento de frutos, etc. La fructificación es anormal cuando hay alternancia de días calurosos con días fríos (Rodríguez, 1992).

En la región productora de Michoacán, de acuerdo a Gallegos (1983), las temperaturas medias anuales varían de 18.6 a 19.9 °C; las del mes más frío de 16.0 ° C a 17.4 °C; y las del más caliente, de 21 a 22.5 °C., las mínimas extremas son menores a cero grados.

2.2.2 Luminosidad

La luminosidad es otro factor de importancia que garantiza la calidad de los frutos. Las ramas demasiado sombreadas no producirán y actuarán parasitariamente en el árbol, de allí la necesidad de controlar la densidad de los árboles y eliminar las ramas inútiles por medio de podas. Se considera una humedad ambiental óptima aquella que no supera el 60% (Rodríguez, 1992).

2.2.3 Humedad

Esta especie es muy sensible a la asfixia radical, por lo que exige terrenos con un buen drenaje y de textura equilibrada (Agusti, 2004). El área de Tacámbaro recibe precipitaciones más bajas, que son de 900 a 1250 mm de junio a octubre, que es también el periodo más corto (Gallegos, 1983).

2.2.4 Suelo

Los mejores suelos son los de textura media y profundos, como los arcillo arenoso o de migajón franca. Estos suelos garantizan el desarrollo radicular del aguacate; cuanto más profundo el suelo mejor será este desarrollo. El rango de acidez óptimo para el desarrollo de la planta es el comprendido entre un pH de 5.5 y 6.5 (Rodríguez, 1992). En el municipio de Tacámbaro se presentan suelos con textura franca y migajón arcilloso; su contenido de materia orgánica es alto, varía de 0.9 a 6.56 %; su CIC es alta y oscila de 43 a 57 me/100 gr (Gallegos, 1983).

2.3 Características de la variedad Hass

Aguacate de raza guatemalteca, proviene de la propagación de una semilla, pertenece al grupo floral A. Es la variedad más cultivada en el mundo (Agusti, 2004). El árbol es sensible al frío, susceptible fundamentalmente en el lapso de floración, es aconsejable entonces su establecimiento en zonas libre de heladas. Es, además, muy sensible a la humedad ambiental debiéndose evitar

regiones con vientos calurosos desencantes, pues se deshidratan tanto las flores como los brotes jóvenes; ésta variedad se caracteriza por la gran producción de flores, tendiendo, a veces, a un cuajado de muchos frutos, los que inevitablemente, serán de poco peso. En general, es un árbol muy productivo. Una vez terminada la madurez del fruto puede permanecer algún tiempo en el árbol sin que desmejore su calidad (Rodríguez, 1992).

Agusti 2004, describe al fruto como ovoide, de piel muy rugosa y color café, semilla de tamaño pequeño a medio y de gran calidad gustativa; su conservación en el árbol (≥ 3 meses) y comportamiento poscosecha excelente, empieza a madurar a principios de febrero.

Culinariamente tiene una buena presencia y es fácil de pelar. El peso varia entre 200 y 300 gramos; su mesocarpio o pulpa es de excelente calidad, sin fibras y con un contenido de aceite del 20%. La semilla es pequeña y esférica, adherida al mesocarpio (Rodríguez, 1992).

2.4 Plagas principales

Una de las limitantes para la producción del aguacate, es la presencia de plagas, cuyo combate representa un aumento en los costos de producción, demeritan la calidad de la fruta y en algunos casos representan barreras para la movilización de esta fruta dentro y fuera del país (Zamora, 2000).

De la gran cantidad de especies plaga que se reportan para el cultivo de aguacate alrededor del mundo, en Michoacán, Adame 2001, señala alrededor de veinte especies, los cuales eventual o constantemente viven y se alimentan del cultivo. De esta manera, las principales plagas son las siguientes:

De importancia cuarentenaria

Barrenador pequeño del hueso del aguacate.....*Conotrachelus perseae* Barber
Barrenador del tronco y ramas..... *Copturus aguacatae* Kissinger

De importancia económica

Trips.....*Scirtothrips*, *Frankliniella*, etc.

Araña roja..... *Oligonychus punicae*(Hirst)

Otras..... Mosquita blanca (*Paraleyrodes*), minador de las hojas (*Gracilaria perseae* Busckell), etc.

2.4.1 Barrenador del hueso del aguacate *Conotrachelus perseae* Barber

2.4.1.1 Descripción

Los huevecillos son elípticos y semitransparentes, recién puestos, toman un color cremoso hasta grisáceo cuando están próximos a eclosionar, miden menos de 1mm de longitud (Llanderal y Ortega, 1990). La hembra los deposita bajo la epidermis del fruto, más o menos profundamente (Adame, 2001).

La larva es curculioniforme, ápada, de pared suave, son un tanto aplanadas dorsoventralmente, pasan por cinco estadios larvarios, con una duración promedio de 20 días y una prepupa de 22-23 días (Adame, 2001). Cuando completa su desarrollo alcanza un promedio de 6 mm de longitud. El cuerpo es carnoso, de color blanco amarillento, con la cápsula cefálica oscura (Téliz *et al.*, 2000).

2.4.1.2 Biología

Los adultos son picudos de color café canela, con tamaño aproximado de 7 mm., élitros rugosos y tuberculados, con escamas de varios colores entremezcladas; todos sus fémures tienen un diente triangular fuerte y laminar en su borde ventral e interno (Adame, 2001).

Las hembras depositan sus huevecillos en los frutos dentro de perforaciones que hacen con el pico o rostro, de tal manera que quedan en contacto con la pulpa del fruto y aislados del exterior por un sello que deja la hembra a base de una sustancia, que en contacto con el aire, se endurece. La oviposición es en

forma aislada, en cada perforación hay un huevecillo, pero en ataques severos puede encontrarse de dos, tres y hasta seis huevecillos por fruto. Cada hembra pone en promedio un total de 70 huevecillos durante toda su vida (Téliz *et al.*, 2000).

Dependiendo de la temperatura, la duración del ciclo biológico puede ser de 74.55 a 94.66 días en las hembras, y de 72.43 a 89.66 días en los machos y la longevidad promedio para la hembra es de 140 días y 111 días para los machos. En Michoacán se presentan dos generaciones, la primera generación inicia en junio y termina en agosto con la emergencia de la flor loca, la segunda generación finaliza a mediados de diciembre (Llenderal y Ortega, 1990). En el área de Tacámbaro, Michoacán, Salinas-Castro *et al.*, (1999) observaron dos picos de actividad de este picudo, el primero se presentó de febrero a marzo y el segundo fue a mediados de agosto.

2.4.1.3 Daños

Es considerada como la plaga mas importante en el cultivo de aguacate en la región de Michoacán, ya que puede causar perdidas de un 40% hasta un 80 % en la producción, al provocar la caída de frutos, además motiva la aplicación de una serie de medidas restrictivas en la movilización del aguacate (SARH-DGSV, 1983).

La hembra prefiere ovipositar en la parte basal de frutos que se localizan en la mitad inferior del árbol, que es donde se registra el mayor número de lesiones. La larva joven daña la pulpa, en su camino hacia la semilla, y una vez en esta, la destruye paulatinamente al desarrollarse, convirtiéndola en polvo; puede dañar hasta la madurez (Adame, 2001).

El fruto dañado cae al suelo, las larvas al terminar su desarrollo atraviesan la cáscara del mismo para abandonar el fruto y llegar a la superficie del suelo, se entierran a una profundidad de 2.5 a 5 cm, dependiendo de la textura del suelo;

posteriormente forman una celda compactando en suelo a su alrededor, para después pupar. Los adultos son de actividad nocturna. El fruto puede ser atacado por el adulto desde que ha cuajado, provocándoles perforaciones. Las lesiones por la oviposición se ven desde el exterior en forma de media luna y frente a la cara interior de esta se ve una especie de aserrín humedecido sobre un pequeño orificio circular (Téliz *et al.*, 2000).

En el 2007, se logró el reconocimiento oficial de los municipios de Acuitzio, Tacámbaro y Tinguindín, como zonas oficialmente libres de barrenadores del hueso².

Cuadro 1: Zonas oficialmente libres de barrenadores del hueso.

Municipio	Superficie aguacatera (has)
Uruapan	10,300
Peribán de Ramos	11,579
Tancítaro	15,000
Salvador Escalante	4,831
Nvo. Parangaricutiro	4,622
Ario de Rosales	5,883
Taretan	300
Los Reyes	1,915
Apatzingan	434
Tingüindín	3,661
Acuitzio	557.5
Tacámbaro	9,242
Superficie Total: 80,000 has Zona libre: 68,324.65 has	

² Fuente: <http://www.cesavemich.org.mx/Aguacate.html>, 2007

2.4.2 Barrenador del tronco y ramas (*Copturus aguacatae* Kissinger)

2.4.2.1 Descripción

Los adultos son de cuerpo robusto, de coloración pardo-rojiza. Los machos tienen una longitud aproximada de 4 mm por 1.8 mm de ancho y las hembras de 5.2 mm por 2mm. Presentan el rostro fuertemente inclinado hacia la región ventral, ojos ovales y puntiagudos ventralmente, élitros alargados con el ápice redondeado (Téliz *et al.*, 2000). Cabeza casi esférica y cubierta en gran parte por los ojos, que son semejantes a un balón de "fútbol americano". Los adultos pasan por un periodo de preoviposura de 29 a 36 días, viven y se alimentan en el follaje. Su vuelo es corto (Adame, 2001)

Los huevecillos inicialmente son hialinos de 0.5 mm y se tornan de color gris claro a medida que se acercan a la eclosión. Las larvas son del tipo curculioniforme, de color blanco lechoso, cápsula cefálica café claro. La pupa es alargada de 6 a 8 mm de longitud por 2 a 2.5 mm en la parte mas ancha, inicialmente son de color blanco y posteriormente cambian a color crema claro (Téliz *et al.*, 2000).

2.4.2.2 Biología

A los adultos normalmente se les observa caminando activamente durante el día a lo largo de las ramas y hojas orientadas hacia el oriente. Las hembras ovipositan principalmente en los brotes tiernos, aunque en algunos casos de infestaciones severas, también llegan a barrenar ramas gruesas de dos años o más, y en casos esporádicos los troncos. El periodo de incubación de los huevecillos dura de 10 a 12 días. Las larvas pasan por cinco estadíos en un periodo de 108 a 117 días. El estado de pupa tiene una duración de 17 a 19 días y se lleva a cabo dentro de los túneles o galerías de las ramas, de donde posteriormente emergen los adultos (Muñiz, 1960).

La literatura cita dos generaciones por año, aunque es posible que solo se presente una. La primera generación aparece a principios del mes de junio y dura hasta los primeros 15 días de septiembre; la segunda inicia a finales del mes de diciembre, prolongándose hasta principio de mes de marzo (Gudiño y García, 1990).

Ávila y Madrigal, 1999 (citado por Torres, 2006), mencionan que las mayores incidencias se localizan en los huertos que se encuentran de 1600 a 2000 msnm, además de que la plaga se encuentran en mayores cantidades en árboles criollos, en relación con la variedad Hass.

2.4.2.3 Daños

El daño inicial consiste en múltiples lesiones producidas por las partes bucales de los adultos en brotes tiernos. Las larvas que eclosionan barrenan a través de la epidermis hasta llegar a la medula de la rama. El inicio de la actividad de la larva se caracteriza por la presencia de secreciones que toman una consistencia polvosa blanquecina, y que al paso del tiempo aumentan de tamaño transformándose en diminutos montículos sobre la epidermis de las ramas barrenadas (Téliz *et al.*, 2000).

Por lo general la rama se seca y tiende a romperse con el peso de los frutos o con un viento fuerte. Puede atacar muchas ramas y casi la longitud total de cada una de ellas en infestaciones fuertes, por una ovipostura abundante (Adame, 2001).

2.4.3 Trips (Thysanoptera)

Ascensión (2000) identificó un total de 10 géneros en el cultivo de aguacate: dos del suborden Tubulifera *Liothrips* y *Apterygothrips* y 18 correspondientes al suborden Tenebrantia *Aurantothrips*, *Frankliniella*, *Heterothrips*, *Scirtothrips*, entre otros.

2.4.3.1 Descripción

Son pequeños insectos que pueden medir de 0.3 a 14 mm de longitud, de color blanco, amarillo pálido a castaño oscuro (Johansen y Mojica, 1997).

2.4.3.2 Biología

El desarrollo de huevecillo a adulto requiere, dependiendo de la especie y temperatura, entre 9 y 35 días. En Michoacán, las más altas poblaciones de los trips se presentan entre marzo y mayo, posteriormente durante el periodo de lluvias (junio-septiembre) la población baja notablemente, para empezar de nuevo a aumentar a partir de octubre (Sosa, 1998; González, 1999). Lo anterior lo confirma Ascensión (2000), quien encontró que el menor número de trips se presentó en el mes de Octubre y a partir de la segunda semana de marzo el número de trips capturados fue 10 veces mayor que en el mes de octubre. Se ha observado que la mayor abundancia en los árboles de aguacate cuando se encuentran con brotación vegetativa, floración y amarre de frutos; en ausencia de éstas estructuras, los trips se encuentran en las malezas de los huertos (Coria, 1993; Méndez, *et al*, 1999).

2.4.3.3 Daños

El principal daño lo causan cuando se alimentan de frutos en estado canica o cerillo, en los cuales provocan deformaciones en la superficie del pericarpio en forma de protuberancias o crestas), deformaciones que son mas evidentes en los frutos ya maduros (Salgado, 1993). También se alimentan de las hojas del aguacate en las que causan áreas pálida o cafés, además de que éstas heridas provocadas a los frutos por este daño, puede favorecer la entrada de enfermedades como la roña del fruto (*Sphaceloma perseae*) (Bender, 1998; Fisher, 1989). Aún un número reducido de trips en los árboles de aguacate puede provocar daños en la calidad de los frutos maduros (Ascensión, 2000).

2.4.4 Escamas armadas (Homóptera: Diaspididae)

2.4.4. 1 Importancia

Es la familia más grande de los insectos escamas (por encima de 300 especies en América del Norte) y contiene un número de especies plaga muy importante. Las escamas varían en las diferentes especies: pueden ser de formas circulares o elongadas, lisas o rugosas, y coloraciones diversas; éstos insectos dañan a las plantas por la succión de la savia y, cuando son numerosos, pueden matar a la planta. Las escamas armadas se alimentan principalmente sobre árboles y arbustos y pueden algunas veces se incrustan fuertemente en la ramitas o ramas más gruesas. Varias especies tropicales o subtropicales en este grupo atacan cítricos o plantas en invernadero (Borrór, 1981)

Verma, *et al.*, 2005 estudiaron diferentes árboles frutales en la región del Himachal Pradesh, India; y encontraron once especies de insectos escamas, los cuales son los siguientes: *Aonidiella aurantii* (Maskell), registrados en *Citrus* spp. (limón, limón rugoso, lima dulce, naranja dulce) y en uva; *A. orientalis* (Newstead) en guayaba, mango y olivo; *Aulacaspis tubercularis* (Newstead), *Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan), *Hemiberlesia lataniae* (Signoret), y *Octaspidiotus tripurensis* Takagi en mango; *Chlidaspis asiatica* (Archangelskaya) en manzano y ciruelo; *Morganella longispina* (Morgan) en olivo y nogal; *Parlatoria oleae* (Clovee) en manzano, albaricoque, peral, ciruelo y cereza dulce; *Pseudaulacaspis manni* (Green) en nogal y *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) en manzano, durazno, peral y ciruelo. Tomkins *et al.*, en el 2000, encontraron tres especies de escamas armadas: *Hemiberlesia rapax*, *H. lataniae* y *Aspidiotus nerii*, en frutos de kaki, siendo la escama latania, la especie más común registrada en todas partes, además observó que esta especie infesta una proporción más alta de hojas que frutos. Los frutos fueron infestados por la primera y segunda generación de todas las tres especies. En caso de cultivo de aguacate en Israel, Gerson *et al.*, 1973, encontraron que siete especies de escamas armadas infestan al aguacate en Israel. *Hemiberlesia lataniae* fue identificada como una plaga importante en aguacate

cerca de Awanui, Nueva Zelanda, con arriba del 34% de frutos infestados. La alta proporción (94%) de inmaduros en fruto a fines de Noviembre indicó que la invasión de la escama coincide con la polinización (Blank *et al.*, 1993).

2.4.4.2 Clasificación

La clasificación de esta especie, es la siguiente (Borrer, 1981):

Orden: Homóptera

Suborden: Sternorrhyncha(Gularostria)

Superfamilia: Coccòidea

Familia: Diaspididae

Género: *Hemiberlesia*

Especie: *lataniae*

2.4.4.3 Sinonimia

Aspidiotus lataniae; *A. cydoniae*; *A. punicae*; *A. greenii*, *A. (Evaspidiotus) cydoniae*, *A. lateralis*, *A. crawii*, *A. (Hemiberlesia) lataniae*, *Diaspidiotus lataniae*.

El nombre del insecto a menudo proviene de las plantas con la que está asociada. *Latania*, es el nombre específico, así como parte del nombre común de esta escama, después de todo, es un género de una amplia gama de palmeras (Zimmerman, 1948).

2.4.4.4 Hospederos

La escama *latania* tiene un rango muy amplio de hospederos. Infesta más de 300 especies de plantas en Florida (Dekle, 1965). Davinson y Miller en 1990 reportan como hospederos de esta escama alrededor de 278 géneros en 78 familias de plantas. Esta escama prefiere miembros de las familias Rosaceae, Palmae y Euphorbiaceae, y siempre viva, así como hospederos de las familias

de coníferas tales como Cupressaceae (*Cupressus*, *Juniperus*, *Thuja*) y Pinaceae (*Cedrus*) (Zahradník, 1990). Los hospederos incluyen especies de: *Abutilon*, *Acacia*, *Actinidia deliciosa*, *Albizia*, *Aleurites*, *Antigonon*, *Ardisia*, *Areca*, *Artocarpus heterophyllus*, *Asparagus*, *Atriplex*, *Averrhoa*, *Avicennia*, *Balaka*, *Bambusa*, *Barringtonia*, *Bauhinia*, *Begonia*, *Bignonia*, *Cactaceae*, *Camellia*, *Canavalia*, *Capsicum frutescens*, *Carya illinoensis*, *Casimiroa*, *Cassia*, *Casuarina*, *Cayaponia*, *Ceiba pentandra*, *Chloris*, *Chrysanthemum*, *Chrysophyllum*, *Citrus* spp., *Cocos* spp., *Coffea arabica*, *Cordia*, *Cordyline*, *Cucurbita*, *Cycas*, *Cydonia*, *Cymbidium*, *Cyrtosperma*, *Diospyros*, *Dodonaea*, *Elaeagnus*, *Elaeis guineensis*, *Elaeocarpus tonganus*, *Elephantopus*, *Elymus*, *Eriobotrya*, *Eucalyptus*, *Eugenia*, *Euonymus*, *Feijoa*, *Ficus* spp., *Fitchia*, *Garcinia*, *Gladiolus*, *Gomphrena*, *Gossypium*, *Heliconia*, *Hibiscus*, *Jasminum*, *Juniperus*, *Lantana*, *Latania*, *Laurus nobilis*, *Leucaena*, *Litsea*, *Macadamia*, *Malus* spp., *Mangifera indica*, *Manihot esculenta*, *Manilkara zapota*, *Melastoma*, *Melia*, *Mespilus*, *Mimosa*, *Morinda*, *Morus alba*, *Muehlenbeckia*, *Musa*, *Myristica*, *Nerium*, *Olea europaea*, *Ophryosporus*, *Palmae*, *Pandanus*, *Parinari*, *Passiflora edulis*, *Pemphis*, *Persea americana*, *Phoenix dactylifera*, *Phytolacca*, *Piper*, *Pithecellobium*, *Plumeria*, *Populus*, *Prosopis*, *Prunus*, *Psidium guajava*, *Ptychosperma*, *Punica granatum*, *Pyrus communis*, *Ravenala*, *Rhizophora*, *Rhododendron*, *Rosa*, *Salix*, *Sapotaceae*, *Saurauia*, *Scaevola*, *Scalesia*, *Schefflera*, *Sida*, *Solanum* spp., *Tecoma*, *Timonius*, *Trachycarpus*, *Trithrinax*, *Veitchia*, *Viburnum*, *Vitis vinifera*, *Yucca* y *Zygogynum*. (Zahradník, 1990).

2.4.4.5 Descripción

La armadura de la hembra es redonda y convexa, blanca o blanco sucio y de 1.5 a 2 mm en diámetro. Sobre los tallos, usualmente color moreno pero puede ser más oscuro; sobre hojas, gris o casi blanco; exuvia subcentral amarilla a amarillo-castaño. Cuando la población es grande la forma de la armadura es irregular. La armadura del macho es más pequeña y oval en vez de redonda, el cuerpo de la hembra adulta amarillo claro (brillante).

Huevecillos

Los huevecillos son amarillos, alargados, cada uno de 0.15 mm de largo. Éstos son puestos bajo la armadura de la hembra donde ellos se desarrollan y emergen (Davidson y Miller, 1990).

Ninfas

Las ninfas hembras mudan su piel dos veces. Los machos tienen 5 estados de desarrollo (crawlers, ninfa, prepupa, pupa y adulto) y no se alimentan o agrandan su armadura durante los últimos tres estados. La apariencia de la piel, llamada exuvia, esta incorporada dentro de la armadura y forma un punto. La armadura no esta viva y esta hecha de piel enrollada y un líquido producido por el insecto (Beardsley y González, 1975).

Adultos

Las hembras adultas de la escama parecen semejantes a las ninfas. Ellas permanecen bajo la armadura por toda su vida para alimentarse y reproducirse. Los machos son muy diferentes en apariencia y comportamiento de las hembras, ya que éstos, son criaturas diminutas y aladas con ojos y patas. Los machos maduros emergen de la armadura en el atardecer y no se alimentan y viven solamente por unas pocas horas para aparearse. A causa de la emergencia tardía y al periodo corto de vida de los machos, es raro encontrarlos en el campo (Beardsley y González, 1975).

2.4.4.6 Biología y Comportamiento

Dado que las escamas armadas no son capaces de vagar una vez que ellos han colonizado y comenzado a alimentarse, largas distancias de dispersión se llevan a cabo por el transporte pasivo de material vegetal infestado. Distancias

de dispersión cortas ocurren cuando los "crawlers" buscan lugares fuera para colonizar y alimentarse (Beardsley y González, 1975).

Los mismos autores mencionan que los crawlers son los que pueden ser transportados directamente de un lugar a otro por el hombre, animales, aves, hormigas y los corrientes de viento. El viento es un agente de dispersión y también un agente de mortalidad, debido a que los crawlers desalojados por el viento no pueden conseguir una planta adecuada. Los machos adultos son capaces solamente de volar débilmente. Las hembras adultas y las ninfas que se alimentan es por la inserción de las piezas bucales dentro del tejido de la planta y succionando la savia de las plantas.

El número de días para cada estado de desarrollo y el número de generaciones por año dependen de la temperatura, humedad y lluvia (Beardsley y González, 1975). En California, *H. lataniae* es aparentemente partenogénica y se presenta a bajas altitudes; en esta localidad, el desarrollo desde huevecillos hasta que la hembra vuelve a poner huevecillos es de 56-65 días (Mckenzie, 1935). Wang *et al.*, 1989, encontraron que el tiempo mínimo promedio de generación fue de 64.20 días en invernadero a temperatura ambiente.

Blank *et al.*, en el 2000, determinó el tiempo de desarrollo y la mortalidad para los cuatro estados de la escama *Hemiberlesia sp.*, sobre tubérculos de papa. Los resultados mostraron que la supervivencia de las escamas para el estado reproductivo osciló desde 0% a <12.3 ° C a 45% a 24.6 ° C. El umbral de desarrollo estimado fueron: 9.6, 9.7, 10.3 y 10.6 ° C y éste tomó 257, 552, 882, y 992 grados-día- desarrollo (DD) para alcanzar el segundo, tercero instar, madurez, y primer estado reproductivo, respectivamente. Wang *et al.*, 1989, encontraron que la duración de los estados inmaduros está inversamente relacionada a la temperatura. La fecundidad (138.9/hembra) a 27 °C, fue máxima la tasa intrínseca de incremento máximo(r), la reproducción neta (R_0) y la tasa finita de crecimiento fueron 0.0732, 126.27 y 1.0759, respectivamente, a 27 °C.

Poblaciones de escamas de *H. lataniae* sometidas a ciclos anuales sobre hojas, incrementaron durante el invierno y disminuyeron a inicios del verano. El patrón de establecimiento específico de la mayoría de los cóccidos sobre las hojas de aguacate fueron figurados (Gerson *et al.*, 1973)

Esta escama es bisexual en Maryland, USA, en donde, el primer instar en la hembra dura alrededor de 14 días y el segundo instar 2-3 semanas, dependiendo de las condiciones ambientales; cada hembra pone de 15-25 huevecillos y la hibernación es como un segundo instar; además hay 2 generaciones por año y en Israel son cuatro (El- Minshawy *et al.*, 1971); La especie también es partenogénica en Israel (Gerson y Zor, 1973).

2.4.4.7 Daños

En Sudáfrica, fuertes infestaciones han sido observadas sobre frutos de aguacate que están colgados cerca del suelo, comparado a los frutos superiores del árbol, esto puede indicar alguna preferencia por la sombra (Steyn, 1995).

Esta escama afecta en la fase de crecimiento vegetativo, floración, fructificación y en poscosecha. Ataca todas las partes aéreas de la planta, pero especialmente ramas jóvenes y hojas (Daneel, 1998). Exploraciones en áreas iguales de la corteza y hojas del árbol de aguacate, revelaron que *H. lataniae* prefiere la corteza y *A. cyanophylli* las hojas (Gerson *et al.*, 1973).

La presencia de *H. lataniae* puede ser detectada por una coloración anormal y alguna distorsión de hojas, ramitas y frutos así como hundimiento de la corteza de los tallos (Daneel, 1998). Una fuerte infestación puede causar muerte regresiva de ramas y ramitas (Kosztarab, 1996). De acuerdo a Ebeling 1959, la alimentación sobre frutos por *H. lataniae* irrita al endocarpio del aguacate cultivar Fuerte y posiblemente a otros cultivares con piel delgada, causando

formación de nódulos en el interior de la cáscara y depresiones correspondientes debajo del endocarpio.

2.4.4.7 Manejo

Cultural

Debido a que las escamas armadas son propagadas principalmente por el movimiento de material de los viveros, solamente material propagativo que éste libre de escamas puede ser plantado. Un espaciamiento adecuado de las plantas es importante, puesto que las escamas armadas raras veces se propagan de planta a planta a menos que las copas de las plantas estén en contacto unas con otras. A medida que las plantas crecen, podando se mantiene el espaciamiento y permite un cubrimiento máximo cuando se usan insecticidas (Beardsley y González, 1975).

Control biológico

Varios depredadores y parasitoides himenópteros atacan a los cóccidos, los parasitoides están más activos a principios del verano, en los cultivos de aguacate en Israel (Gerson *et al.*, 1973). Existen diversos insectos que actúan regulando las poblaciones de las escamas, estos se pueden clasificar de la siguiente manera:

Depredadores

Algunos depredadores estudiados por Stoetzel y Davidson (1974), en Maryland, son los siguientes:

Cuadro 2: Lista de depredadores de *Hemiberlesia lataniae*.

Nombre científico	
- <i>Cheletomimus berlesei</i>	- <i>Hemisarcoptes coccophagus</i> ,
- <i>Chilocorus sp.</i>	- <i>Hemisarcoptes malus</i>
- <i>Chilocorus stigma</i>	- <i>Rhyzobius lophanthae</i>
- <i>Cycloneda sanguinea</i>	- <i>Rhyzobius pulchellus</i>
- <i>Dentifibula obtusilobae</i>	- <i>Signiphora spp.</i>
- <i>Eremochrysa californica</i>	- <i>Watsoniella flavipes</i>
- <i>Hemisarcoptes spp.</i>	

Waite 1988, observó a *Chrysopa* spp. y *Rhyzobius satellus* alimentándose sobre *H. lataniae*, además concluyó que *H. lataniae* puede ser controlada por enemigos naturales en huertos comerciales de aguacate (Fuerte y Hass). Otro de los depredadores que llega a establecerse sobre infestaciones de *Hemiberlesia lataniae* es *Hemisarcoptes coccophagus*, éste puede usar 2 especies de coccinélidos de Nueva Zelanda, *Scymnus fagus* (= *Rhyzobius fagus*) y *Halmus chalybeus*, para la foresia. *Hemisarcoptes coccophagus* se propaga naturalmente a los árboles entre 20 y 24 meses después de su liberación (Hill *et al.*, 1993).

Las mariquitas, se han introducido para controlar a las escamas armadas en Hawai. Alguno de estos, tal como *Telsimia nitida* Chapin (Coleóptera: Coccinellidae) se ha llegado a establecer sobre las principales islas. Estos escarabajos adultos y sus larvas son carnívoras; cuando la envoltura parece estar masticada y no esta el insecto debajo, son indicios de que los depredadores se han alimentado³.

³ http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/h_latani.

Parasitoides

Las avispas parasíticas pueden ser muy efectivos controlando escamas armadas (Dekle, 1965). En Hawai, la avispa *Aphytis chrysomphali* (Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae) parasita a la escama latania (Zimmerman, 1948). Los siguientes parasitoides emergieron de los diaspididos, en los huertos de aguacate: *Aphytis proclia*, *Signiphora flavella* y *S. perpauca* (Waite, 1988).

Las avispas parasíticas pueden poner huevecillos en escamas latania en desarrollo, las larvas de las avispas emergen y llegan a ser parásitos que digieren el contenido del cuerpo de la escama. Cuando la avispa esta completamente desarrollada, ésta emerge por debajo de la armadura de la escama (Dekle, 1965).

Stoetzel y Davidson, 1974, reportan los siguientes parasitoides atacando a las escamas latania:

Cuadro 3: Lista de parasitoides de *Hemiberlesia lataniae*.

Especie	Estado de desarrollo atacado
- <i>Aphytis</i> spp.	Ninfas y adultos
- <i>Aphytis chilensis</i> ,	Ninfas y adultos
- <i>Aphytis melinus</i>	ninfas y adultos
- <i>Aphytis mytilaspidis</i>	ninfas y adultos
- <i>Aphytis proclia</i>	No reportado
- <i>Cheletomimus berlesei</i>	No reportado
- <i>Comperiella lemniscata</i>	ninfas, adultos,
- <i>Habrolepis obscura</i>	No reportado
- <i>Signiphora fax</i>	Ninfas y adultos
- <i>Signiphora flavella</i>	Ninfas y adultos
- <i>Signiphora perpauca</i>	Ninfas y adultos

Control mecánico

Rasgando y limpiando para remover escamas de las plantas es una táctica de control mecánico efectiva. La remoción de escamas es especialmente importante sobre materiales de planta exportada, debido a que la armadura intacta es un signo de la infestación de escamas, las plantas con armaduras no pueden pasar la inspección cuarentenaria².

Control químico

El modo de acción del insecticida y la formulación son importantes porque la armadura cubre y protege todos los estados excepto al crawler y al macho adulto. Los insecticidas de contacto tienen como objetivo el estado de crawler; el objetivo de los sistémicos son los adultos hembras y ninfas hembras. Puesto que las escamas tienen enemigos naturales, se debe tomar precaución para conservarlos. Las poblaciones de otras plagas; tales como moscas blancas y otras escamas, puede aumentar si sus enemigos naturales son afectados por el control químico. La aspersión puede determinarse de mejor manera por la presencia de escamas en el campo que hacerla de una manera calendarizada. Cuando las escamas son detectadas, se debe asperjar directamente sobre los focos rojos y no en las áreas no infestadas, ya que esto ayudará a conservar los enemigos naturales y también ayudará a retardar la resistencia a los plaguicidas aplicados².

Los jabones insecticidas no previenen la infestación de escamas armadas (*Hemiberlesia rapax* y *Aspidiotus nerii*) en hojas y frutos, o para los trips (*Thripidae*) que se encuentran dañando hojas (Tomkins, 1996). Blank *et al.*, 1993, realizaron bioensayos, en el cual el buprofezin no tuvo efecto sobre el establecimiento de la capa blanca, mientras que el fluvalinato redujo la colonización cerca de 90-95% a los 5-6 días después de la aplicación y cerca

² http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/h_latani

de 47% a los 19 días después de la aplicación. En el campo, estos tratamientos dan reducciones de la escama del 47 al 74%.

Hill *et al.*, 1990, estudiaron la toxicidad de regulador de crecimiento vegetal hidrogeno de cianamida (Hi-Cane) en laboratorio a 17- 25°C. El tratamiento con 1 ml de hidrogeno de cianamida(al 5%) resultó en 85%, 86% y 99% de mortalidad de adultos y ninfas de *Hemiberlesia lataniae* (del 1st y 2nd instar), respectivamente.

En la empacadora, pueden ser usados jabones insecticidas en el agua limpiadora para eliminar a los crawlers. Sumergiendo a los frutos, sin limpiar, en una solución jabón-piretroide por 5 minutos es solamente 70% efectivo contra los adultos y ninfas de las escamas (Hansen *et al.*, 1992). De igual modo, aunque las escamas son eliminadas, toma varios días para que se remueva la armadura seca del cuerpo y se requiere de inspectores para asegurar que el material vegetal este libre de estos insectos².

2.5 Características del insecticida imidacloprid

2.5.1 Antecedentes

A principios de los 90's el imidacloprid (Confidor®), fue adoptado en Centro América y Caribe, logrando grandes beneficios a los agricultores que estaban agobiados por el problema de mosca blanca (*Bemisia tabaci*). En la década de los 90's era prácticamente imposible producir tomate, chile, tabaco, melones en la región, debido a los problemas de virosis provocadas por mosca blanca. Se conocieron casos de áreas de siembra en donde los agricultores realizaban entre 40 a 70 aplicaciones de insecticidas en los primeros 45 días después de sembrado el tomate, o sea hasta dos aplicaciones diarias para controlar la mosca blanca. Controlaban bastante mosca blanca pero sin embargo era demasiada alta la incidencia de virosis, todo esto a un costo de entre US\$ 400 a

² http://www.extento.hawaii.edu/kbase/crop/type/h_latani

US\$ 800 por hectárea. A raíz de que se posicionó imidacloprid (Confidor®) en el mercado, cambió radicalmente esta situación; se incrementaron las áreas de siembra de todos los cultivos y particularmente, el tomate. “El costo de control de la mosca blanca fue menor, mejoraron las cosechas y disminuyeron las aplicaciones en el cultivo para controlar esta plaga; sustituyendo 70 aplicaciones foliares, por una aplicación al pie de la planta”. Este novedoso insecticida protege al cultivo y proporciona seguridad debido a que es totalmente sistémico y de conveniente efecto residual. Es absorbido completamente por las raíces y transportado a los tallos y hojas de toda la planta, protegiéndola por dentro desde la raíz hasta las hojas⁴.

2.5.2 Perfil ecotoxicológico

El imidacloprid es un nitrometileno derivado, sintetizado en Febrero de 1985 por Nihon Bayer Agrochem K. K. (Becker *et al.*, 1991). La introducción del imidacloprid como el primer insecticida cloronicotínico en los primeros años noventa fue un parteaguas en el esfuerzo general para auxiliar la seguridad ambiental de los agentes de protección de cultivos (CPA). Las experiencias del uso amplio mundial del imidacloprid en más de 120 países y en más de 140 cultivos confirman esta seguridad medioambiental (Krohn *et al.*, 2002).

La acción insecticida del imidacloprid, es predominantemente sistémica. Los resultados de los exámenes exhaustivos para los posibles efectos ecológicos demostraron que, aunque este compuesto es altamente efectivo contra un amplio espectro de plagas, éste es extraordinariamente seguro en condiciones medioambientales. Incluso cuando es aplicado a proporciones de dosis elevadas, el imidacloprid no perjudica la actividad de los microbios del suelo. La aplicación de la dosis estándar en cuatro tiempos tuvo solamente un efecto pasajero sobre poblaciones de gusanos de tierra; y la semilla cubierta con el insecticida no tuvo efecto en absoluto sobre éstas poblaciones (Pflueger, 1991).

⁴ <http://www.bayercropscienceca.com>

Este insecticida es muy persistente en el suelo, con una vida media frecuentemente de más de 100 días. A pesar de que unos pocos metabolitos han sido reportados en la literatura, no hay reportes de la degradación de imidacloprid por microorganismos del suelo. Se identificó a una especie de *Leifsonia* por amplificación de PCR que cometabolizaba al imidacloprid (Anhalt *et al.*, 2007).

El rociado es peligroso a las abejas. Los escarabajos del suelo (Carabidae) no fueron dañados por el tratamiento a la semilla con imidacloprid. Tiene muy poco efecto sobre insectos benéficos (mariquitas, moscas sírfidas, crisopas, Hymenoptera, Diptera y estafilínidos). Sin embargo en un estudio en invernadero, la sobrevivencia de los adultos de *Chrysoperla carnea* se redujo después de alimentarse sobre flores de plantas tratadas con aplicación al suelo de imidacloprid (Rogers *et al.*, 2007).

El imidacloprid no tiene efecto acaricida, así que se puede asumir que no perjudica a los ácaros depredadores (Pflueger, 1991). Sin embargo, Poletti *et al.*, 2007, evaluaron la mortalidad de *Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus macropilis*, por la aplicación de neonicotinoides, tales como, acetamiprid (80 mg de i.a. L⁻¹), imidacloprid (280 mg de i.a. L⁻¹) y el thiametoxam (135 mg de i. a L⁻¹). Estos insecticidas mostraron baja toxicidad sobre las hembras adultas de ambas especies. Sin embargo, afectaron de diferente manera la respuesta funcional de éstas especies. En el caso del imidacloprid, cambió los parámetros de la respuesta funcional estimados para ambas especies, con reducciones de 55% y 87% relativo al pico de consumo observado para *N. californicus* y *P. macropilis*, respectivamente. Tirry (2002), evaluó la actividad acaricida del imidacloprid en *Hedera helix* infestado por *Tetranychus urticae*, en la cual el insecticida mostró una actividad bastante limitada.

Los resultados de las pruebas de toxicidad aguda indicaron que el imidacloprid es tóxico a aves, pero no exhibe toxicidad subaguda y reproductiva en ellas. Sin

embargo, éste es altamente repelente a aves y mamíferos, así en la práctica, ellos no ingieren cantidades tóxicas de imidacloprid incluso cuando éste es aplicado en una semilla cubierta o en gránulos. El imidacloprid ha sido examinado por los efectos sobre algas, pulgas acuáticas y en peces. Los márgenes de seguridad son así de amplios que la posibilidad de que éste pudiera tener un efecto dañino sobre estos seres vivos acuáticos pueden ser excluido (Pflueger, 1991).

El producto es extremadamente efectivo contra insectos chupadores tales como las chicharritas en arroz, áfidos, trips y piojos harinosos y muy efectivos en contra de mosca blanca. Es también efectivo en contra de algunas especies de insectos masticadores, tales como los barrenadores del tallo y el escarabajo Colorado, pero no es efectivo sobre nematodos o ácaros. También se ha mostrado que a proporciones de dosis comparativamente altas, mata insectos adultos y tiene efectos ovicidas. El imidacloprid es un estimulador del receptor acetilcolina nicotínico (nAChR). Este mecanismo de acción difiere de los insecticidas convencionales. El imidacloprid tiene un coeficiente de temperatura positivo. Después de la aplicación foliar tiene una buena acción residual, este es altamente fotoestable y muestra resistencia satisfactoria a la acción de la lluvia. El producto es activo después de la ingestión oral por contacto directo, pero no es activo en la fase de vapor. La LD₉₅ después de la ingestión oral por *Myzus persicae* es alrededor de 2 pg áfido⁻¹. Después de la aplicación tópica este es alrededor de 160 pg áfido⁻¹. No ha sido posible demostrar recuperación de áfidos dañados, o los efectos antialimentarios. Después de la aplicación foliar, el imidacloprid muestra buena traslocación translaminar y acropétala, así que el es también prometedor para proporcionar un control efectivo de las plagas con una estilo de vida furtiva, y para proteger las partes de la planta que se regeneran después del tratamiento (Becker *et al.*, 1991).

En adición a sus propiedades insecticidas, se ha identificado un modo de acción tipo escudo anti-estrés, que modera el estrés abiótico y biótico en las plantas. El

imidacloprid representa ahora un nuevo estándar validado en laboratorio y en campo, en la investigación del estrés abiótico de las plantas (Thielert, 2006).

El mismo autor menciona que los análisis de las pruebas de campo indicaron que el imidacloprid proporciona sanidad e incrementa el desarrollo, incluso en situaciones sin infestaciones de insectos. El tratamiento con imidacloprid conduce a incrementos considerables en el rendimiento comparado a otros ingredientes activos de la misma clase, química, tal como se demostró en un campo de chile en Georgia. Un análisis de las condiciones de desarrollo especificados en esos ensayos apuntaron a factores de estrés ambientales involucrados. La mayoría de los registros sobre los rendimientos positivos de las contribuciones del imidacloprid bajo la presión o no de insectos están disponibles en algodón. En este cultivo, las aplicaciones foliares múltiples aceleraron el desarrollo de la planta incluyendo incremento en biomasa, floración temprana e incrementando el número de botones.

2.5.3 Propiedades fisicoquímicas del imidacloprid

La formula estructural de cualquier químico contiene la información básica sobre estas propiedades físico-químicas, aunque todavía no es posible predecir o calcular éstos con suficiente exactitud sin tener acceso a datos experimentales. No obstante, la formula da una idea del comportamiento físico y químico de una sustancia, por ejemplo, acerca de la movilidad global en y entre diferentes condiciones ambientales y acerca de su estabilidad bajo diferentes condiciones (Krohn *et al.*, 2002).

El ingrediente activo imidacloprid, perteneciente al grupo de los cloronicotinilos, tiene propiedades ligeramente básicas. La solubilidad en agua y el coeficiente de reparto en octanol- agua no depende del valor pH entre 4 y 9. Con una solubilidad en agua de 610 mg L⁻¹ y un log POW de 0,56, el imidacloprid puede considerarse como sustancia hidrófila, sin potencial de acumulación en los alimentos. Bajo condiciones de laboratorio estándar, la degradación aeróbica en

el suelo se efectúa con un período de vida media (DT50) de 156 días. Al descomponerse da sobre todo dióxido de carbono; los residuos restantes quedan ligados firmemente al matriz suelo. Los estudios realizados con imidacloprid marcado radiactivamente ponen de manifiesto que no aparecen otros productos de degradación > 10 % de la radiactividad aplicada. La suma de los diversos productos de degradación identificados es inferior al 6 % de la radiactividad aplicada. La luz solar y las condiciones anaeróbicas aceleran la degradación de imidacloprid. La vía de degradación pone de manifiesto que la sustancia propiamente dicha y no los distintos productos de degradación constituyen el principal componente en el suelo. Los numerosos ensayos de campo realizados en Europa y en Estados Unidos sobre la degradación de imidacloprid en el suelo muestran que no se acumula en el suelo. Los valores DT50 obtenidos en EE.UU. se sitúan en un intervalo de 7 a 146 días y en Europa los valores DT50 se sitúan en promedio en 96 días. No es probable la acumulación después de una aplicación del producto repetida cada año (Krohn *et al.*, 2002).

Así mismo, los estudios a largo plazo realizados en Inglaterra indican que la concentración máxima de imidacloprid en el suelo después de 6 años alcanzó un nivel relativamente bajo de residuos ($\leq 0,030$ mg de imidacloprid kg^{-1}). Bajo condiciones de campo sorprende la relativa inmovilidad de imidacloprid en el suelo, partiendo de la base de un valor KOC promedio de 242 ml g^{-1} y la moderada velocidad de degradación y solubilidad en agua. Sin embargo, hay que tomar en consideración las propiedades de adsorción de imidacloprid en el suelo en función del tiempo. Imidacloprid es más fijado a las partículas del suelo de lo que es liberado, de modo que la sustancia permanece mayormente en las capas superiores de la zona radicular del suelo. El desplazamiento hacia capas inferiores del suelo es muy reducido. Así lo demuestran tanto los estudios de laboratorio como los tres ensayos de lisímetro realizados de campo en Alemania, aplicando distintas cantidades de imidacloprid. No se detectaron residuos medibles a una profundidad de suelo de 120 cm (LOQ = $0,01 \mu\text{g/l}$). Los

estudios en campo realizados en Europa y en EE.UU. confirman la escasa movilidad de imidacloprid. (Krohn *et al.*, 2002).

Cuadro 4: Propiedades físico-químicas del imidacloprid.

Características del insecticida imidacloprid	
Nombre común	Imidacloprid
Nombre químico	2-Imidazolidinimine, 1-[(6-chloro-3-pyridinyl)- methyl]-N-nitro-
Numero de registro CAS	138261-41-3
Numero código	NTN 33893
Formula estequiometrica	C ₉ H ₁₀ Cl N ₅ O ₂
Masa molar	255.7 g/Mol
Apariencia	Cristales colourless
Olor	Sin olor característico
Punto de fusión	144 °C
Comportamiento ácido o básico	propiedades básicas muy débiles, no directamente medido en agua
Solubilidad en agua	610 mg/L at 20 °C
Coeficiente de partición octanol-agua	3.72 at 21 °C (log POW = 0.57)
Presión de Vapor	4 × 10 ⁻¹⁰ Pa at 20 °C

En el cultivo de aguacate, Morse *et al.*, 2006, encontraron que la distribución del imidacloprid en el suelo de 0- 4 pulg es mayor, por debajo de esta profundidad hay muy poca penetración, la mayor cantidad se localiza cerca del área donde las raíces se encuentran.

Los resultados del monitoreo de aguas freáticas realizados en EE.UU. y en Canadá ponen de manifiesto que, salvo casos aislados de contaminaciones puntuales fáciles de explicar, imidacloprid no se ha detectado en aguas freáticas. Imidacloprid no es estable en medio acuoso. La luz solar acelera aún

más la degradación en un medio acuoso. Estas propiedades influyen en el comportamiento ecológico de imidacloprid en las aguas de la superficie, en sedimentos (en ríos y en lagos) y también en niebla y lluvia. La presencia de imidacloprid en el aire es determinada por su escasa presión de vapor, de 4×10^{-10} Pa, valor que excluye la volatilización desde las superficies tratadas. Si en aplicaciones por aspersión imidacloprid queda flotando en el aire, la sustancia se degrada con rapidez por acción de la luz y de los radicales existentes en la atmósfera (Krohn *et al.*, 2002).

2.5.4 Investigaciones realizadas con el imidacloprid en árboles

En México no existen trabajos de investigación reportados sobre el uso del imidacloprid para controlar los insectos chupadores en árboles ya sean frutales o forestales, tales como limón, naranja o bien, en el cultivo de aguacate, que es el objetivo de este trabajo de investigación.

En la actualidad se ha comenzado a probar nuevos grupos de insecticidas sistémicos para insectos chupadores en árboles frutales, por ejemplo, en el cultivo del aguacate, Morse y colaboradores (2006) evaluaron la aplicación de los neonicotinoides para el control de los trips y chinches de encaje en el Estado de California, Estados Unidos. Las razones para experimentar este nuevo grupo de insecticidas, usado ampliamente en los cultivos de hortalizas, fueron las siguientes: presentan un nuevo modo de acción para el manejo de plagas en aguacate; se deposita una menor confianza en un solo producto y; basado en ensayos preliminares elimina trips y chinches de encaje. Estos investigadores observaron que el imidacloprid lucha por llegar a las hojas jóvenes de los árboles grandes, debido a que hay una competencia entre la tasa de crecimiento de las nuevas hojas y la captación del imidacloprid a través de las raíces, la solución puede ser usar un neonicotinoide más soluble, que pueda mantenerse con la tasa de crecimiento (por e.j. thiametoxam y dinotefuran).

Sazo, *et al.*, (2006), encontraron que el imidacloprid aplicado como Confidor Forte 200 SL al follaje a 100 ml/hl fue eficaz contra *Pseudococcus longispinus*, pero afecto severamente a su depredador *Neoseiulus californicus* en el cultivo de aguacate. Este acaro benéfico no fue afectado por las aplicaciones al tronco, las que tampoco fueron efectivas contra la plaga en cuestión, aparentemente por la absorción y/o translocación reducida o nula de los árboles.

El uso del imidacloprid para el control de los trips ha dado buenos resultados en el manejo de esta plaga; Marquini *et al.*, (2002), encontraron que las poblaciones de trips del aguacate mostraron disminución en los niveles de su población hasta 8 días después de la aplicación del imidacloprid, aunque el insecticida disminuyó significativamente la abundancia de artrópodos por un periodo de más de 30 días. Este impacto es probablemente un reflejo del efecto de este insecticida sobre *Trips tabaci* y *Caliotrips brasiliensis*. Aunque la mayoría de las otras taxas frecuentes, *Aranea* (depredadores) y la chicharrita verde *Empoasca kraemeris* no se afectaron significativamente.

Byrne *et al.*, (2005), encontraron una correlación excelente entre los residuos del imidacloprid dentro de las hojas y la mortalidad de trips del aguacate (*Scirtothrips perseae* Nakahara). Sin embargo, con el muestreo subsecuente por un período de 2 meses, la relación entre la mortalidad y la concentración aparente del imidacloprid se puso menos robusta, sugiriendo que el material estaba degradándose dentro de la planta a metabolitos no tóxicos.

En árboles frutales como el manzano se ha evaluado la eficacia del imidacloprid; Nicholas *et al.*, (2003), encontraron que este insecticida proporcionó un excelente control del pulgón lanígero en árboles que tenían 17 años de edad al inicio del estudio y lo continuó haciendo así por cuatro estaciones mas.

En árboles forestales, Cowles *et al.*, (2006), estudiaron los métodos de aplicación y momento adecuados para el control de la escama alargada del

abeto, *Adelges tsugae* Annand. Los métodos comparados fueron 1) inyección al suelo cerca del tronco; 2) inyección al suelo a lo largo del área bajo el dosel; 3) en drench al suelo cerca de la base del tronco y con el sistema de inyección al tronco con 4) Arborjet 5) Wedgle y 6) Mauget. Con relación al árbol control no tratado, todas las aplicaciones al suelo resultaron en reducciones de poblaciones pero ninguna de las inyecciones al tronco obtuvo reducciones en la población de la plaga. Las reducciones por los tratamientos al suelo fueron entre 50 y 100% (avg 80%) para el primer otoño y 83-100% (avg 98.5%) para el Segundo otoño. En laboratorio se evaluó la supresión de la plaga con la aplicación de imidacloprid y se determinó la LC_{50} , los resultados mostraron un alto grado de supresión de adélgidos sobre los árboles forestales y esto, estuvo asociado con residuos en el tejido del abeto >120 ppb 2 años después de la aplicación del tratamiento al suelo. Aunque precisamente la relación entre los residuos y la eficacia son escasos, es claro que la aplicación del imidacloprid al suelo resultó en residuos crónicos en tejidos y en una supresión de las poblaciones de adélgidos por más de 2 años.

Zaid *et al.*, (2007), evaluaron la efectividad de 4 insecticidas sistémicos (Actara 25 WG, Rinfidor 20% SL, Comodor 20% SL (tebutam) y el Confidor 200 SL (imidacloprid)) en contra de insectos escamas de la palma datilera (*A. phoenicis* [P. *phoenicis*] y *P. phoenicis*) usando 2 métodos de aplicación: a) al suelo y, b) inyección al tronco, los resultados indicaron que el número total y % de mortalidad de adultos de ambos insectos y los estados inmaduros fueron más elevados que en el tratamiento control no tratado, para los dos métodos de aplicación. Todos los insecticidas controlaron termitas y muchas otras plagas, pero no afectaron a ácaros. Los dos métodos de aplicación son altamente económicos y seguros para su uso con un impacto ambiental mínimo.

Curkovic *et al.*, (2005), evaluó la eficiencia del imidacloprid para el control de *P. longispinus* en naranjos de 5 años de antigüedad en Chile, los resultados mostraron que la aplicación del imidacloprid sobre el follaje fue más efectivo que el clorpirifos y la combinación de estos 2 insecticidas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento

El presente estudio se llevó a cabo en la huerta de aguacate de la empacadora Cupanda, S.C.L., ubicada en el km. 2 de la carretera Tacámbaro-Pátzcuaro, localidad del Testerazo, municipio de Tacámbaro, Michoacán.

El municipio de Tacámbaro, se localiza al centro del Estado, en las coordenadas 19° 14' de latitud norte y 101° 28' de longitud oeste, a una altura de 1,640 metros sobre el nivel del mar; limita al norte con Santa Clara, Huiramba y Acuitzio, al este con Madero y Nocupétaro, al sur con Turicato, y al oeste con Ario (Fig. 1).



Fig. 1. Ubicación del Municipio de Tacámbaro, Michoacán, México.

La superficie territorial de Tacámbaro es de 787.15 km² y representa 1.33 % del total del Estado. Su relieve lo constituyen el sistema volcánico transversal, las sierras de Santa Clara, del Coco y de Acuitzio y los cerros Hueco, Colorado, El Jabalí, el Tigre, La Cruz y otros. Su hidrografía está constituida por los ríos Tacámbaro, Pedernales y Frío el arroyo de Apoyo y la Laguna de la Magdalena. Su clima es tropical y templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación

pluvial anual de 1,451.6 milímetros y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9° centígrados⁵.

3.2 Diseño del experimento y unidad experimental

El huerto de la empacadora consiste de aproximadamente 120 árboles de aguacate de la variedad Hass, con edades que fluctúan entre los 8 a los 25 años. La unidad experimental consistió de un árbol de aguacate (*Persea americana* L.) de la variedad Hass, de 10-12 años de edad, con una altura de entre 3.0 a 3.5 metros. Los tratamientos de los insecticidas fueron aplicados a árboles de aguacate seleccionados dentro de predio agrícola.

Se realizaron tres muestreos, uno previo a la aplicación de los tratamientos y otros dos más, para cuantificar las poblaciones de la escama presentes después de aplicados los tratamientos.

Para observar de qué manera quedarían los tratamientos en el área de estudio se procedió a realizar una aleatorización, quedando de la siguiente manera. Además en este experimento se utilizó un diseño en Bloques al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones (Cuadro 5).

Cuadro 5: Distribución de los bloques y los tratamientos en la parcela de estudio.

BLOQUE	T R A T A M I E N T O S					
A	4	6	2	1	3	5
B	3	1	5	4	2	6
C	1	2	4	6	5	3
D	5	4	3	2	6	1

⁵ http://www.michoacan.gob.mx/municipios/83medio_fisico.htm

Cuadro 6: Descripción de los tratamientos de los insecticidas.

Tratamiento y Dosis	Forma de aplicación
1. Imidacloprid (2.8 ml árbol ⁻¹ , equivalente a 720 ml ha ⁻¹)	Suelo
2. Imidacloprid (4.2 ml árbol ⁻¹ , equivalente a 1075 ml ha ⁻¹)	Suelo
3. Imidacloprid (5.6 ml árbol ⁻¹ , equivalente a 1434 ml ha ⁻¹)	Suelo
4. Imidacloprid (4.2 ml árbol ⁻¹ , equivalente a 1075 ml ha ⁻¹)	Follaje
5. Malation (0.5 ml árbol ⁻¹ , equivalente a 128 ml ha ⁻¹)	Follaje
6. Testigo absoluto	Sin aplicar

3.3 Aplicación de tratamientos

Se realizó una sola aplicación de los tratamientos de los insecticidas en los árboles seleccionados.

Para los tratamientos aplicados al suelo, el insecticida se disolvió previamente en cinco litros de agua para posteriormente vaciarlo en una cantidad mayor de agua (50 litros). La solución se aplicó en la zona de goteo del árbol.

Para los tratamientos asperjados al follaje se utilizó una aspersora manual de 20 litros de capacidad, previamente calibrada para cubrir adecuadamente la parte media del árbol, que fue la zona de muestreo. El testigo absoluto se mantuvo libre de cualquier aplicación de insecticidas.

3.4 Parámetros de evaluación

La variable evaluada en cada uno de los muestreos fue el número de escamas hembras adultas vivas.

Se hicieron tres cuantificaciones poblacionales, la primera fue una evaluación previa de la cantidad de insectos presentes antes de la aplicación de los

tratamientos del efecto de los tratamientos insecticidas, haciendo los muestreos a los 15 y 30 días, respectivamente, después de la aplicación. Los tres muestreos se hicieron de la siguiente forma:

Para determinar el número de insectos presentes en una pulgada cuadrada de las ramas tiernas ubicadas en la parte media del árbol, se tomaron cinco muestras por árbol. Para ello se utilizó una lupa de 10 aumentos para la observación de las escamas armadas. Es importante indicar que solo se contaron escamas hembras adultas vivas, reconocibles, después de levantar su cobertura, por su forma redonda y coloración amarillenta.

3.5 Análisis de datos

Los datos del número de escamas vivas fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), auxiliándose con el paquete de análisis estadístico SAS®, haciéndose un análisis para cada fecha de muestreo.

El porcentaje de control de cada tratamiento insecticida se obtuvo con la fórmula de Abbott:

$$\% \text{ Eficacia} = [(A - B) / A] 100$$

Donde:

A = Número promedio de escamas vivas en el testigo absoluto.

B = Número promedio de escamas vivas en el tratamiento insecticida correspondiente.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Muestreo preliminar a los tratamientos

En el Cuadro 7 se muestran los datos obtenidos en el muestreo previo a la aplicación de los tratamientos insecticidas. En dicho cuadro se expresa el número promedio de escamas hembras adultas vivas. El promedio fue obtenido de la observación de cinco muestras de una pulgada cuadrada en ramas de la parte media de los árboles de aguacate designados como unidades experimentales.

Se puede ver que, aunque el rango de escamas fue de 8.75 a 11.25 (Fig. 2), el análisis estadístico no detectó diferencias (Tukey $\alpha=0.05$) en el número de insectos encontrados en las unidades experimentales que posteriormente corresponderían a los tratamientos a evaluar.

Cuadro 7. Comparación de medias del número de escamas vivas en árboles de aguacate en la evaluación previa. Tacámbaro, Mich. 2006.

Tratamiento	Escamas vivas (Media)	*Comparación medias(Tukey, $\alpha=0.05$)*
1. Imidacloprid a 2.8 ml/ árbol, aplicación al suelo.	11.5	A
2. Imidacloprid a 4.2 ml/ árbol, aplicación al suelo.	8.75	A
3. Imidacloprid a 5.6 ml/ árbol, aplicación al suelo	10.25	A
4. Imidacloprid a 4.2 ml/ árbol, aplicación al follaje.	10.25	A
5. Malation 0.5 ml/ árbol, aplicación al follaje	11.25	A
6. Testigo absoluto	10.0	A

* Los valores que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

Lo anterior es importante porque significó que todos los tratamientos, en cuanto al número inicial de insectos presentes, iniciaron de manera homogénea, lo que valida la posterior utilización de la prueba de Abbott para determinar los porcentajes de efectividad de los tratamientos insecticidas respecto al testigo absoluto.

La siguiente grafica ilustra el promedio de insectos escamas presentes en cada tratamientos; como se observa, la población de éstos insectos es más o menos homogénea.

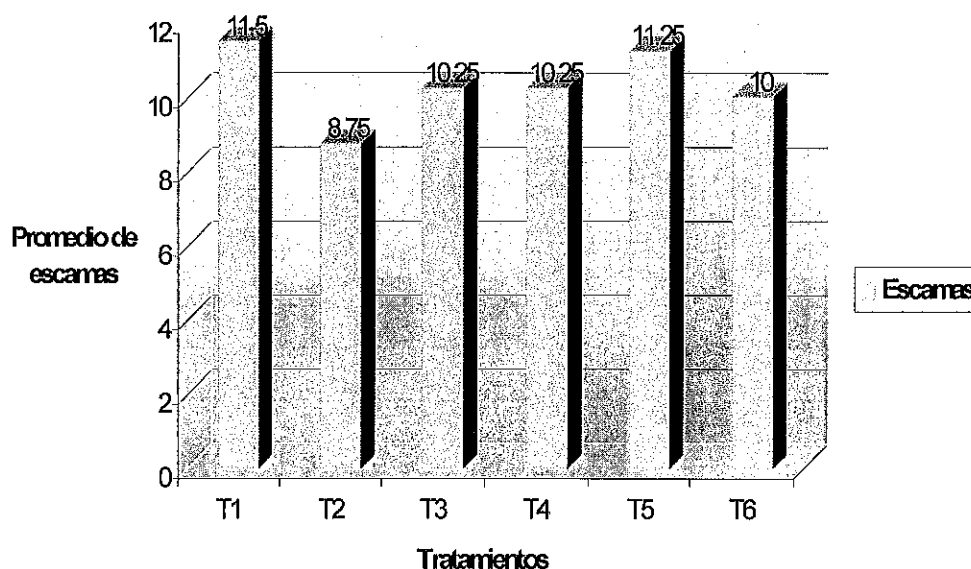


Figura 2: Número de escamas hembras adultas vivas en aguacate, en la evaluación previa, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

4.2 Primera evaluación

En esta evaluación realizada 15 días después de aplicados los tratamientos, se encontró que con excepción del tratamiento de imidacloprid aplicado al follaje y del testigo absoluto, los demás tratamientos lograron distintos porcentajes de reducción del número de escamas vivas respecto a los valores registrados en el muestreo previo. En el caso del imidacloprid, existen reportes que cuando este insecticida es aplicado al suelo, en árboles de aguacate, es absorbido rápidamente manifestándose en los fluidos del xilema una semana después de

ser aplicado y su concentración se incrementa conforme pasa el tiempo, alcanzando su máxima concentración entre las seis y nueve semanas después de aplicado y luego decrece (Morse *et al.*, 2005).

El análisis estadístico (Cuadro 8) detectó diferencias entre los tratamientos; mientras que el testigo absoluto fue el peor tratamiento de todos al registrar 13.5 escamas vivas adultas en promedio, el tratamiento de imidacloprid a la dosis de 5.6 ml/ árbol en aplicación al suelo fue el mejor tratamiento insecticida con solamente 3.5 escamas vivas en promedio, lo que equivale a una efectividad de 75.9%.

Cuadro 8. Número de escamas vivas, comparación de medias y % de efectividad biológica de los tratamientos en la primera evaluación, Tacámbaro, Michoacán. 2006.

Tratamiento	Escamas vivas (Media)	*Comparación de medias (Tukey, $\alpha=0.05$)*	% Efectividad biológica (Abbott)
1. imidacloprid a 2.8 ml/ árbol, aplicación al suelo	9.25	AB	31.5
2. imidacloprid a 4.2 ml/ árbol, aplicación al suelo	7.5	AB	44.4
3. imidacloprid a 5.6 ml/ árbol, aplicación al suelo	3.25	B	75.9
4. imidacloprid a 4.2 ml/ árbol, aplicación al follaje	10.25	AB	24.1
5. malation a 0.5 ml/ árbol, aplicación al follaje	7.0	AB	48.2
6. Testigo absoluto	13.5	A	-

* Los valores que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí

Los demás tratamientos de imidacloprid tuvieron una efectividad biológica de moderada a baja, especialmente el tratamiento asperjado al follaje con apenas 24% en comparación con el testigo regional, también en aplicación al follaje, que logró el doble de efectividad, aunque sin ser diferente estadísticamente a los demás, excepto el imidacloprid a 5.6 ml/ árbol en aplicación al suelo, que fue el mejor.

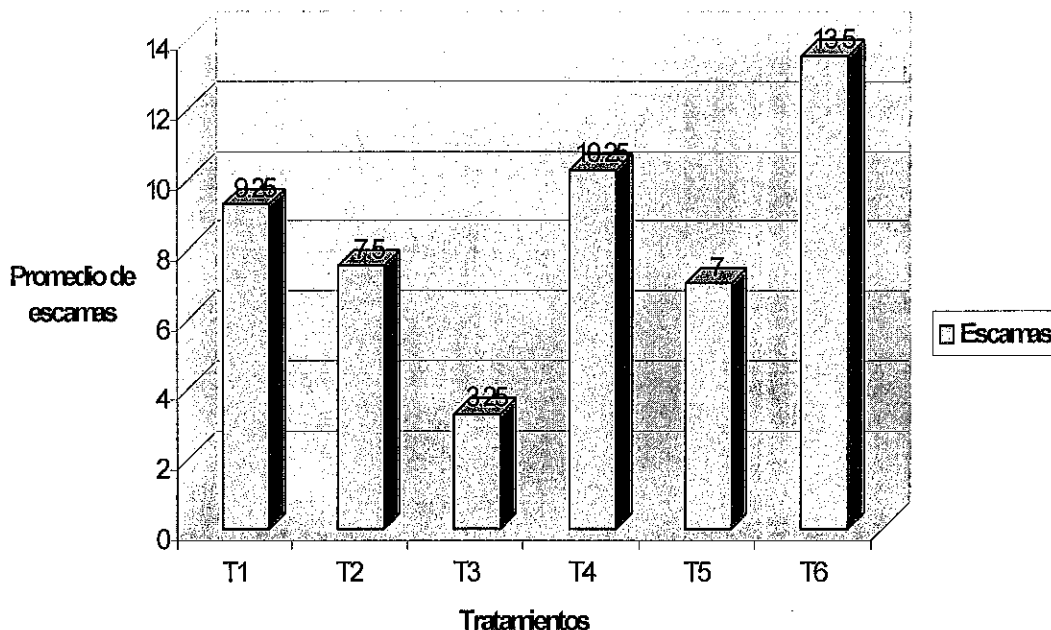


Figura 3: Número de escamas hembras adultas vivas en aguacate, presentes en la segunda evaluación, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

4.3 Segunda evaluación

En esta segunda y última evaluación de la efectividad biológica de los tratamientos, aplicados 30 días antes, el análisis estadístico de los datos obtenidos (Cuadro 9), nuevamente mostró diferencias entre los tratamientos evaluados, siendo el testigo absoluto el peor de todos con 14.25 escamas vivas en promedio (un incremento de insectos de 7.5% respecto al muestreo anterior y, por otro lado, el mejor tratamiento continuo siendo el imidacloprid 5.6 ml/ árbol aplicado al suelo, registrando solo un promedio de 2.75 escamas; es decir, logrando un porcentaje de efectividad biológica en la reducción de la

plaga del 80.7%; es decir incrementando su efectividad 5% más que en la primera evaluación.

Esto último es congruente con lo reportado por Morse *et al.*, (2005), quienes encontraron que la efectividad del imidacloprid, aplicado al suelo en árboles de aguacate, contra la chinche de encaje, se incrementó cuando los insectos se alimentaron durante más tiempo.

Cuadro 9. Número de escamas vivas, comparación de medias y % de efectividad biológica de los tratamientos en la segunda evaluación, Tacámbaro, Michoacán. 2006.

Tratamiento (dosis de imidacloprid)	Escamas vivas (Media)	Comparación medias (Tukey, $\alpha=0.05$)*	% Efectividad biológica (Abbott)
1. 2.8 ml árbol ⁻¹ , aplicación al suelo.	9.5	AB	33.3
2. 4.2 ml árbol ⁻¹ , aplicación al suelo.	7.5	AB	47.4
3. 5.6 ml árbol ⁻¹ , aplicación al suelo	2.75	B	80.7
4. 4.2 ml árbol ⁻¹ , aplicación al follaje	11.0	AB	22.8
5. malation 0.5 ml árbol ⁻¹ , aplicación al follaje	7.25	AB	49.1
6. Testigo absoluto	14.5	A	-

* Los valores que muestran la misma letra, no son significativamente diferentes entre sí.

Los demás tratamientos insecticidas evaluados no rebasaron el 50% de efectividad biológica, siendo el menos efectivo el imidacloprid 4.2 ml/ árbol

aplicado al follaje con 22.8% de efectividad (fue el único tratamiento que redujo su efectividad respecto a la evaluación anterior), en comparación con el testigo regional, también aplicado al follaje, que tuvo 49.1% de efectividad, casi similar a la dosis media (4.2 ml/ árbol) de imidacloprid aplicado al suelo, con 47.4% de efectividad (Fig. 4).

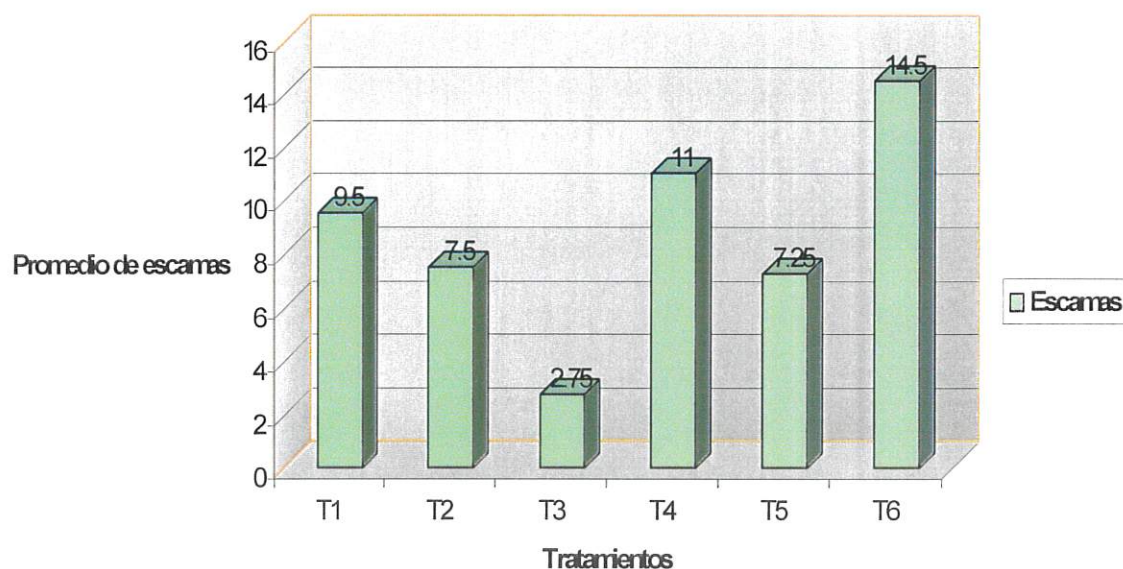


Figura 4: Número de escamas hembras adultas vivas en aguacate, presentes en la segunda evaluación, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

4.4 Comparaciones entre los tratamientos

En las figuras 5, 6, 7, 8 y 9 se muestran el efecto en las poblaciones de escamas latánias de cada tratamiento de imidacloprid aplicados, comparándolos con su respectivo testigo en cada uno de los tres muestreos realizados.

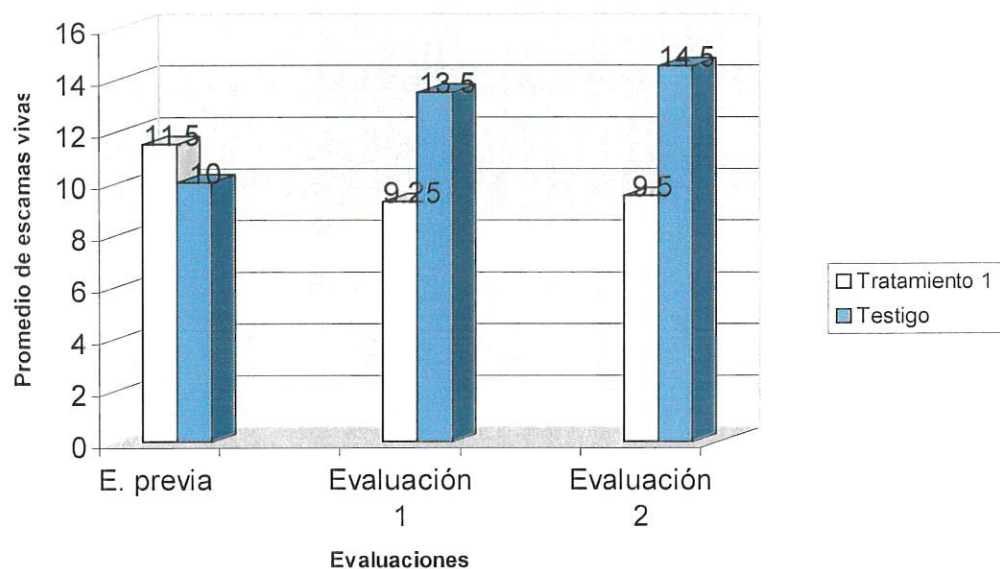


Figura 5: Comportamiento del Tratamiento 1 con respecto al testigo, en los muestreos realizados en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México.

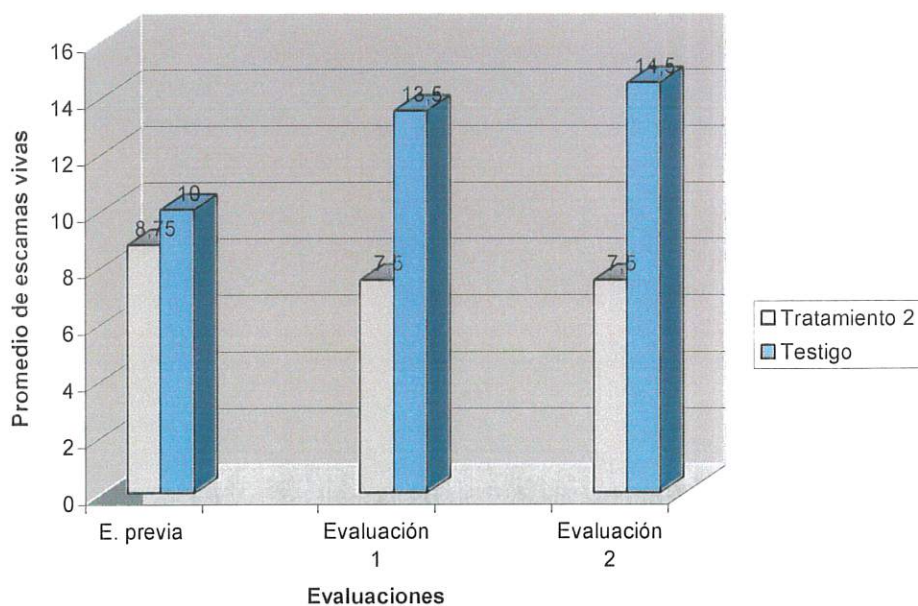


Figura 6: Comportamiento del Tratamiento 2 con respecto al testigo, en los muestreos realizados en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México.

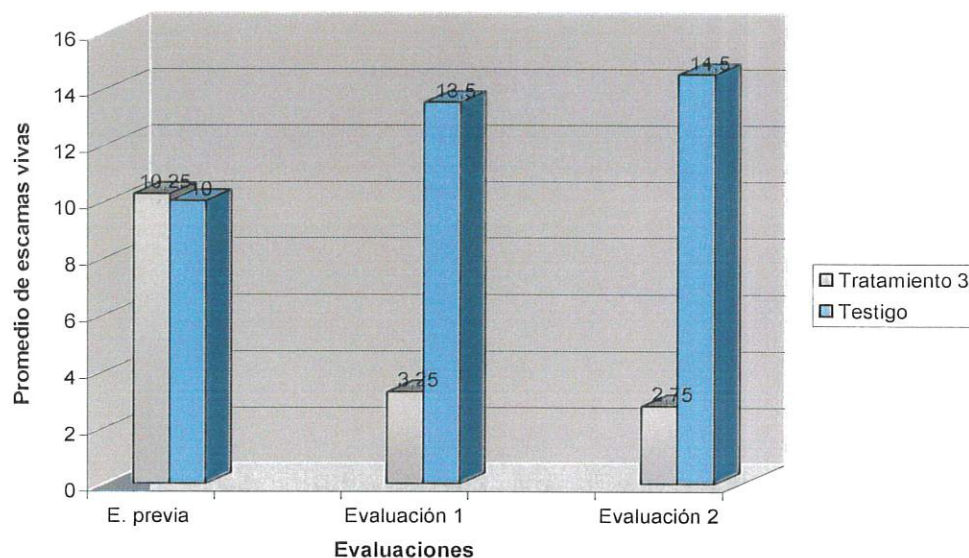


Figura 7: Comportamiento del Tratamiento 3 con respecto al testigo, en los muestreos realizados en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

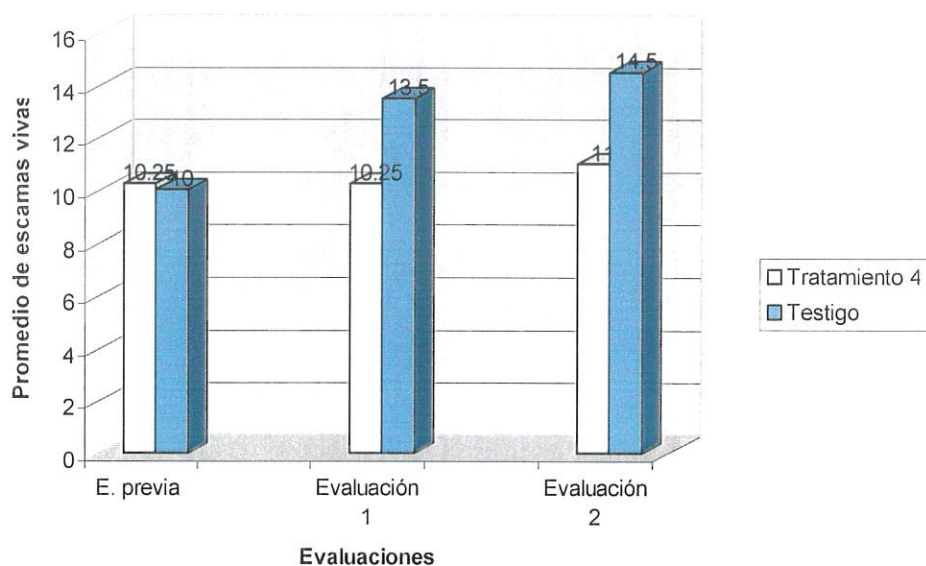


Figura 8: Comportamiento del Tratamiento 4 con respecto al testigo, en los muestreos realizados en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

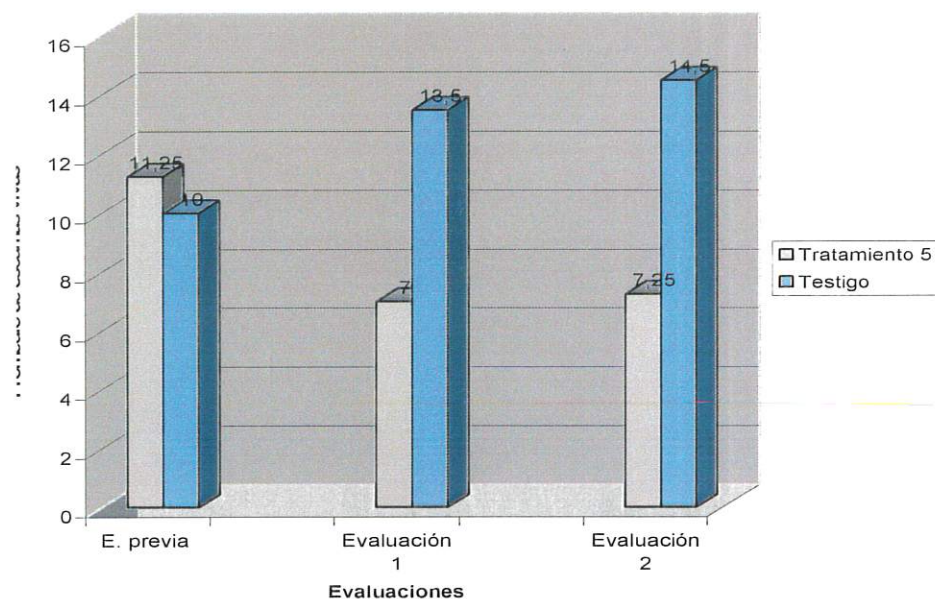


Figura 9: Comportamiento del Tratamiento 5 con respecto al testigo, en los muestreos realizados en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

En la siguiente grafica, se observa que la efectividad del malation es casi el doble que el mostrado por la aplicación de imidacloprid al follaje (T5), aún cuando se ha utilizado desde hace varios años en la región aguacatera de Tacámbaro.

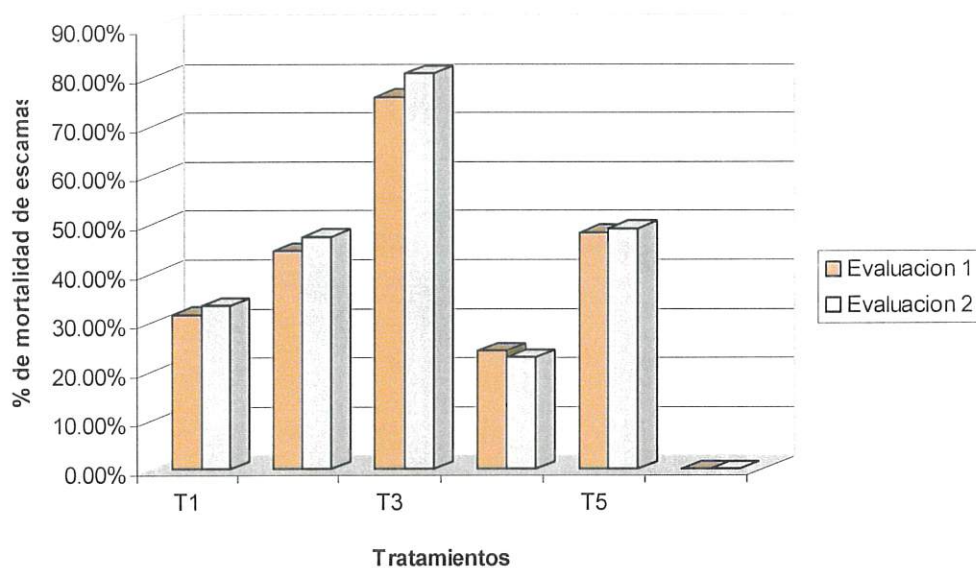


Figura 10: Porcentaje de mortalidad de escamas en cada tratamiento, para la 1° y 2° evaluaciones en aguacate en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

Como se observa en la Figura 11, los tratamientos aplicados al suelo, en su mayoría presentan una mortalidad mayor que en los tratamientos aplicados al follaje, excepto el Tratamiento 5 (aplicación de malation) que presentó una mortalidad arriba del 40 %.

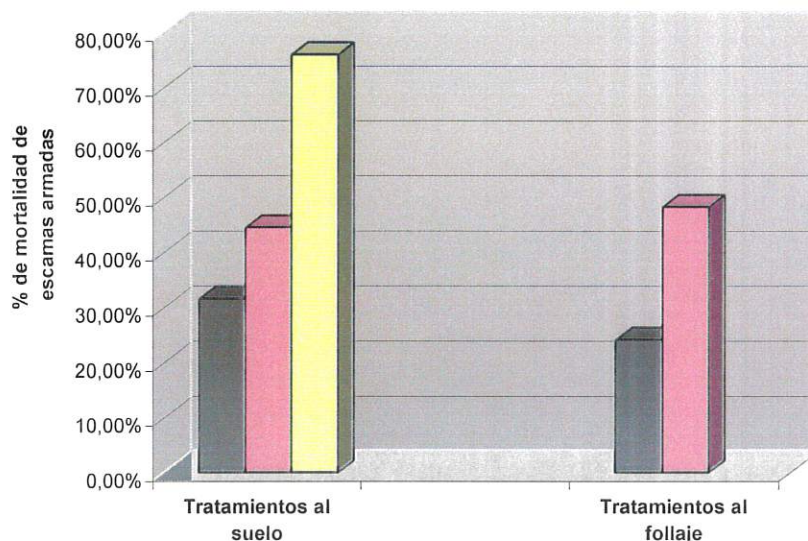


Figura 11: Mortalidad de escamas en los tratamientos aplicados al suelo y al follaje en la primera evaluación en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

En la Figura siguiente, se observa además, que a medida que transcurren los días después de la aplicación de los tratamientos se presenta una mayor % de mortalidad de los insectos plaga; esto es evidente comparando la evaluación a los 15 y 30 días después de aplicado los tratamientos. Esto coincide con lo reportado por Morse *et al.*, 2005, que encontró que la mortalidad de trips en el cultivo de aguacate se presentó alrededor de la 4^o- 5^o semana después de la aplicación del imidacloprid. Además, el tratamiento 4 (imidacloprid aplicado al follaje) disminuyó su efectividad en 1.3%, respecto de la evaluación anterior.

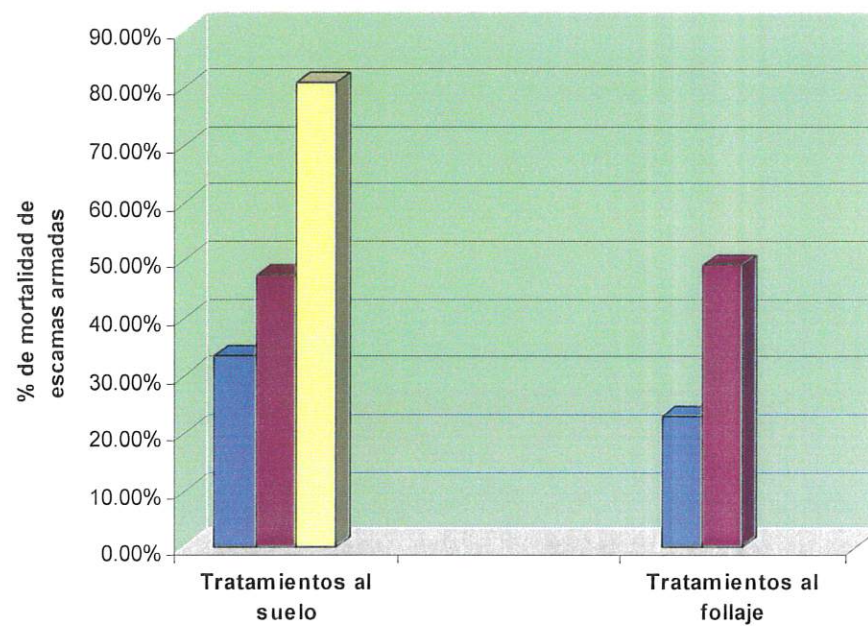


Figura 12: Mortalidad de escamas en los tratamientos aplicados al suelo y al follaje en la segunda evaluación en aguacate, en Tacámbaro, Michoacán, México, 2006.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, especialmente referido a las características de los árboles de aguacate (edad de 10-12 años y altura de 3.0 -3.5 m) se concluye lo siguiente:

- El mejor tratamiento para la reducción del número de escamas en árboles de aguacate fue el imidacloprid a una dosis de 5.6 ml árbol⁻¹ (equivalente a 0.5L de i.a. ha⁻¹), la cual proporcionó un % de reducción del 75.9% y 80.7% a los 15 y 30 días, respectivamente, después de su aplicación al suelo.
- Ninguno de las otras dosis evaluadas, incluyendo al malation, alcanzó el 50% de mortalidad en las poblaciones de las escamas, en cualquiera de las dos fechas de muestreo evaluadas.
- Se observó que existe una ligera diferencia entre los dos métodos de aplicación del imidacloprid, de la cual, la aplicación al suelo resultó ser más efectiva para disminuir poblaciones de escamas en aguacate.

Recomendación

Utilizar imidacloprid a una dosis de 5.6 ml árbol⁻¹ (o su equivalente 0.5 L ha⁻¹) aplicado al suelo para el control de escamas en árboles de aguacate no mayores de 10-12 años de edad o con un altura no mayor de 3.5 m.

VI. LITERATURA CITADA

Adame, L. E. 2001. Entomofauna nociva al cultivo del aguacatero en el Estado de Michoacán. *In: XXVII Simposio Nacional de Parasitología Agrícola*. 26-28 de septiembre. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"- UMSNH. Pp. 11-19.

Agusti, M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. España. 493 pp.

Anhalt, J. C. Moorman, T. B. Koskinen, W. C. 2007. Biodegradation of imidacloprid by an isolated soil microorganism. ***Journal of Environmental Science and Health***. Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes. 42(5): 509-514.

Ávila, G. G. y A. Madrigal, S. 1999. Distribución e incidencia del barrenador del tronco y ramas (*Copturus aguacatae* Kissinger) en aguacate y su relación con el manejo de huertos en el municipio de Tacámbaro, Mich. Tesis profesional. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez- Universidad de San Nicolás de Hidalgo. P. 25- 34.

Ascensión, B. G. 2000. Fluctuación poblacional, daño e identificación de trips de aguacate cv. Hass en Michoacán México. Tesis profesional Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados- Montecillo, México. 82 pp.

Bayer Crop Science, 2005. Admire Pro: Citrus Technical bulletin (BCSRAPY755). N. C. USA.

Beardsley, J. W. Jr. and R. H. Gonzalez. 1975. The biology and ecology of armored scales. ***Annual Review of Entomology***. 20: 47-73.

Becker, B.; Hartwig, J.; Erdelen, C. 199. Imidacloprid - a new systemic insecticide. ***Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer***. 44(2):113-136.

Bender, G. 1998. Avocado trips in San Diego Country. ***Subtropical Fruits News***. 6(2):14.

Blank, R. H. Olson, M. H. Clark, J. B. Gill, G. S. C. 1993. Investigating two bee-safe materials for controlling latania scale on avocados during pollination. Proceedings of the Forty Sixth New Zealand Plant Protection Conference, Christchurch, New Zealand, 10-12 August 1993. pp. 80-85.

Blank, B. H. Gill, G. S. C. Kelly, J. M. 2000. Development and mortality of greedy scale (Homóptera: Diaspididae) at constant temperatures. ***Environmental Entomology***. 29(5): 934-942.

Borror, D. J.; De LONG, D. M. , Triplehorn, G. A. 1981. An introduction to the study of insects. Fifth edition. CBS COLLEGE PUBLISHING. E. U. A. 827 pp.

Byrne, Frank J; Toscano, Nick C; Urena, Anthony A; Morse, Joseph G. 2005. Quantification of imidacloprid toxicity to avocado thrips, *Scirtothrips perseae* Nakahara (Thysanoptera: Thripidae), using a combined bioassay and ELISA approach. ***Pest Management Science***. 61(8): 754-758.

Coria, A. V. M. 1993. Principales plagas del aguacate en Michoacán. SARH, INIFAP, CIPAC, CEFAP- Uruapan. 20 pp.

Cowles, R. S.; Montgomery, M. E.; Cheah, C. 2006. Activity and residues of imidacloprid applied to soil and tree trunks to control hemlock woolly adelgid (Hemiptera: Adelgidae) in forests. ***Journal of Economic Entomology***. 99(4):1258-1267.

Curkovic, T. Cataldo, L. 2005. Control of *Pseudococcus longispinus* (Hemiptera: Pseudococcidae) using imidacloprid applied to the foliage or to the trunk of orange trees in Chile. ***Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas***. 31(4): 609-615.

Daneel, M.S., 1998. Palm scale. In: E.A. De Villiers (ed.), The cultivation of mangoes. Institute for Tropical and Subtropical Crops, Nelspruit, South Africa: 154-155.

Davidson, J. A. and D. R. Miller, 1990. Ornamental plants. In: D. Rosen (ed.), Armoured scale insects, their biology, natural enemies and control. Vol. 4B. Elsevier, Amsterdam, the Netherlands: 603-632.

Dekle, G. W. 1965. Arthropods of Florida Vol. 3, Florida Armored Scale Insects. Division of Plant Industry, Florida Department of Agriculture, Gainesville. 265 pp.

Dekle, G.W., 1976. Florida armored scale insects. Revised edition. Arthropods of Florida and neighboring land areas, Volume 3. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Gainesville, Florida, USA. 345 pp.

Ebeling, W., 1959. Subtropical Fruit Pests. University of California, Los Angeles, USA. 436 pp.

El-Minshawy, A.M., El-Sawaf, S.K., Hammad, S.M. and A. Donia, 1971. The biology of *Hemiberlesia lataniae* (Sign.) in Alexandria District. Bulletin of the Entomological Society of Egypt, 55: 461-467.

Environmental Protection Agency. 2006. EPA Reg. 264-827 (10 de mayo de 2006). Departament of Pesticide Regulation. Goverment of California. USA.

Fisher, J. B. 1989. Structure and development of surface deformations on avocado fruits. **Horticulture Science**. 24 (5): 841:844.

Galán, S. V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos, I. aguacate, mango, litchi y longan. Ediciones Mundi-prensa. España. 133 pp.

Gallegos, E. R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y producción en Michoacán: Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

García, A. M. M., Méndez, V y A. Morales G. 1967. El aguacatero: plagas y enfermedades. *Fitofilo* 56:5-30.

Gerson, U. Zor, Y. 1973. The armoured scale insects (Homoptera: Diaspididae) of avocado trees in Israel. *Journal of Natural History*. 7(5):513-533.

González, H., H. A. Méndez, R. G., Ascensión, B., M Valle de la Paz, R. Johansen, N., H. Bravo-M., M. González-R., A. R. Valle de la Paz y A. Mojica, G. 1999. Trips en tres huertos comerciales en Michoacán. pp. :209-210. En: Avances de Investigación, 1998. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.

González, H. H. y T. H. Atkinson, 1984. Coccoideos (Homóptera: Coccidae) asociados a árboles frutales de la región Central de México. *Agrociencia* (57): 207-225.

Gudiño, J. L. M y G. M. A., García, 1990. Biología y hábitos del barrenador de ramas y del tronco del aguacate (*Copturus aguacatae* Kissinger) en la región de Uruapan, Mich. Tesis de licenciatura. UMSNH. Facultad de Agrobiología. Uruapan, Michoacán. México.

Hansen, J. D., A. H. Hara and V. L. Tenbrink. 1992. Insecticidal dips for disinfesting commercial tropical cut flowers and foliage. *Tropical Pest Management*. 38: 245-249.

Hill, M. G. Allan, D. J. Henderson, R. C. Charles, J. G. 1993. Introduction of armoured scale predators and establishment of the predatory mite *HemisarcOPTES coccophagus* (Acari: HemisarcOPTidae) on latania scale,

Hemiberlesia lataniae (Homoptera: Diaspididae) in kiwifruit shelter trees in New Zealand. **Bulletin of Entomological Research**. 83(3): 369-376.

Hill, M. G. Allan, D. G. Henderson, R. C. 1990. A laboratory study of the effects of hydrogen cyanamide on latania scale (*Hemiberlesia lataniae*). Proceedings of the Forty Third New Zealand Weed and Pest Control Conference. DSIR Plant Protection, Auckland, New Zealand. pp. 256-257.

Johansen, R. M. y A. Mojica, G. 1997. Importancia Agrícola de trips. *In*: Manual sobre Entomología y Acarología Aplicada. Memorias del seminario/Curso Introducción a la Entomología y Acarología Aplicada. Mayo 22- 24, UAEP-SME, Puebla, Pue. pp 11-18.

Kosztarab, M., 1996. Scale insects of north-eastern North America. Identification, biology, and distribution. Virginia Museum of Natural History, Martinsville, Virginia, USA. 650 pp.

Krohn, J. and E. Hellpointner. 2002. Environmental fate of imidacloprid. **Pflanzenschutz-Nachrichten Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**. Special edition Volume 55 (73).

Llanderal, D. L. y H. Ortega, A. 1990. Biología, hábitos e identificación del barrenador pequeño de la semilla del aguacate *Conotrachelus perseae* Barber en Ziracuaretiro, Mich. Tesis de licenciatura. Facultad de Agrobiología. UMSNH. Uruapan, Michoacán.

Marquini, F.; Guedes, R. N.; Picanco, M. C.; Regazzi, A. J. 2002. Response of arthropods associated with the canopy of common beans subjected to imidacloprid spraying. **Journal of Applied Entomology**, 126(10): 550-556.

Méndez, R. A. H., González, R. y A. R. Valle P. 1999. Trips en tres huertos comerciales de aguacate en Michoacán. *In: XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. pp. 368-371.

McGregor, R. y Gutiérrez. 1983. Guía de insectos Nocivos para la Agricultura en México. Alambra Mexicana. 166 pp.

McKenzie, H.L., 1935. Life history and control of latania scale on avocado. California Avocado Association Yearbook 1935: 80-82.

Miller, D.R. and J.A. Davidson, 1990. A list of the Armoured Scale Insect Pests. Armoured scale insects, their biology, natural enemies and control. ***World Crop Pests***. 4B: 299-306

Morse, J.; Byrne, F. and Toscano N. 2005. Evaluation of systemic chemicals for avocado thrips and avocado lace bug management. Proceedings of the California Avocado Research Symposium. University of California. October 29. pp 24-33.

Morse, J. Alan Urena, Lindsay Robinson, Eduardo Humeres Frank Byrne, Nick Toscano. 2006. Evaluation of Systemic Chemicals for Avocado Thrips and Avocado Lace Bug Management. California Avocado Research Symposium 2006. Department of Entomology, University of California, Riverside.

Muñiz, V. R. 1960. *Copturus aguacatae* Kissinger, plaga del aguacatero (*Persea gratissima* Gaertn) en México (Coleoptera: Curculionidae: Zigopinae) (continuación). ***Fitófilo XIII***. (26):7-49.

Nicholas, A. H.; Spooner-Hart, R. N.; Vickers, R. A. 2003. Control of woolly aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) (Hemiptera: Pemphigidae) on mature apple trees using insecticide soil-root drenches. ***Australian Journal of Entomology***. 42(1): 6-11.

Pflueger, W. (Bayerwerk A.G., Leverkusen (Germany). 1991. Ecotoxicological profile of imidacloprid. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, 44(2): 145-158.

Poletti, M.; Maia, A.H.N.; Omoto, C. 2007. Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis*(Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae*(Acari: Tetranychidae). **Biological Control**. 40(1): 30-36.

Rodríguez, S. F.1992. El aguacate. Primera reimprisión. AGT Editores, S. A. México, D. F. 167 pp.

Rogers, M. A. Krischik, V. A. Martin, L. A. 2007. Effect of soil application of imidacloprid on survival of adult green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae), used for biological control in greenhouse. **Biological Control**. 42(2): 172-177.

Salazar-García, S. 2002. Nutrición del aguacate, principios y aplicaciones. 1° impresión. Instituto de la Potasa y el Fósforo, A. C. Querétaro, México. 165 pp

SARH-DGSV. 1983. Principales plagas del aguacate. Folleto técnico. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos- Dirección General de Sanidad Vegetal.

Sazo, L.; Pizarro, E.; Araya, J. E. 2006. Effect of the form of application of imidacloprid on control of the long-tailed mealybug *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti) on avocado and its impact on *Neoseiulus californicus* (McGregor) in Chile. **Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas**. 32(4): 483-490.

Sosa, T. C. M. 1998. Trips(Insecta: Thysanoptera) asociados al cultivo del aguacate(*Persea americana* Mill.) cultivar Hass en tres municipios del estado de Michoacán. Tesis de licenciatura. UNAM. Campus Iztacala. 52 pp.

Steyn, W.P., 1995. Palmdopluis of avokadovrugte. (In Afrikaans.) [Information Bulletin, Institute for Tropical and Subtropical Crops] Inligtingsbulletin -Instituut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse, 272: 7.

Stoetzel, M.B. and J.A. Davidson, 1974. Biology, morphology and taxonomy of immature stages of 9 species in the Aspidiotini (Homoptera: Diaspididae). ***Annals of the Entomological Society of America***. 67: 475-509.

Téliz, O. D. 2000. El aguacate y su manejo integrado. 1° edición. Editorial Mundi Prensa México, S.A. de C. V. México, D. F. 219 pp.

Téliz, O. D. 2007. El aguacate y su manejo integrado. 2° edición. Editorial Mundi Prensa México, S.A. de C. V. México, D. F. 319 pp.

Thielert, W. 2006. A unique product: The story of the imidacloprid stress shield. ***Pflanzenschutz-Nachrichten***. 59(1): 73-86

Tirry, L. 2002. Chemical control of the two spotted spider mite "*Tetranychus urticae* Koch on *Hedera helix* Anneborgh" chemische bestrijding van kasspint *Tetranychus urticae* Koch op *Hedera helix* Anneborgh Hevagens. ***A. Parasitica***. 57(4): 249-253.

Tomkins, A. R. Wilson, D. J. Thomson, C. Allison, P. 2000. Incidence of armoured scale insects on persimmons. New Zealand Plant Protection Vol.53, Proceedings of a conference, Commodore Hotel, Christchurch, New Zealand, 8-10 August 2000. pp. 211-215.

Tomkins, A. R. 1996. Pest control on kiwifruit with an insecticidal soap. Proceedings of the Forty Ninth New Zealand Plant Protection Conference. Quality Hotel Rutherford, Nelson, New Zealand, 13-15 August, 1996. pp. 6-11.

Torres, M. R. 2006. Plagas insectiles y ácaros del aguacatero(*Persea americana* Miller), en el estado de Michoacán. Tesis profesional. Parasitología Agrícola- Universidad Autónoma Chapingo. P. 4-7.

Verma, S. P. C. L. Dinabandhoo, 2005. Armoured scales (Homoptera : diaspididae) associated with temperate and subtropical fruit trees in himachal pradesh. ***Acta Horticulturae***. 696: 23-426.

Waite, G. K. 1988. Biological control of latania scale on avocados in south-east Queensland. ***Journal of Agricultural and Animal Sciences***. 45 (2):165-167.

Wang, C. M. Su, T. H., 1989. The effect of temperature on population parameters of the latania scale, *Hemiberlesia lataniae* Signoret. ***Journal of Entomology***. 9 (2):151-156.

Whiley, A. W., Schafer B., Wolslenholme, B. N. 2000. The avocado botany, production an uses. CAB International publishing. Reino Unido, 416 pp.

Zaid, A. Hegarty, V. Al- Kaabi, H.H.S. 2007 The efficacy of four systemic insecticides using two methods of application against the green date palm pit scale insect (*Asterolecanium phoenicis* Rao.) (*Palmaspis phoenicis*) (Homoptera: Asterolecaniidae) in Northern Sudan. ***Acta horticulturae***. (736):369-389.

Zamora, R. C. 2000. Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate(*Persea americana* Miller) en el estado de Michoacán. Tesis profesional. Parasitología Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo. P. 2-14.

Zimmerman, E. C. 1948. Insects of Hawaii Vol. 5 Homoptera: Stenorrhyncha. University of Hawaii Press, Honolulu. 464 pp.