

BIOLOGIA DE *Amphidees latifrons* (SHARP) (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE) Y SUSCEPTIBILIDAD DE SUS  
LARVAS A INSECTICIDAS DE LA SIERRA  
DE ARTEAGA, COAHUILA

JOSE ANGEL LEZCANO BARROZO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

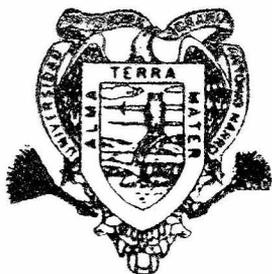
MAESTRO EN CIENCIAS

EN PARASITOLOGIA AGRICOLA

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria  
"Antonio Narro"

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DEL 2000

12282

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

BIOLOGÍA DE *Amphidees Latifrons* (SHARP) (COLEOPTERA:  
CURCULIONIDAE) Y SUSCEPTIBILIDAD DE SUS LARVAS A  
INSECTICIDAS EN LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA.

TESIS

POR

JOSÉ ÁNGEL LEZCANO BARROZO

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para optar el grado de:

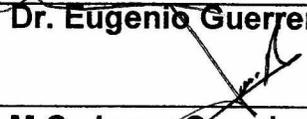
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

COMITÉ PARTICULAR:

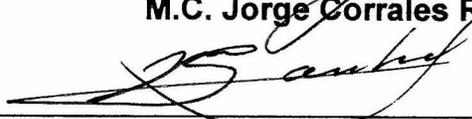
Asesor principal:

  
Dr. Eugenio Guerrero Rodriguez

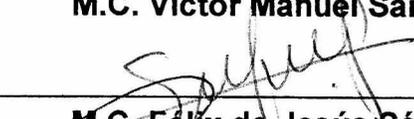
Asesor:

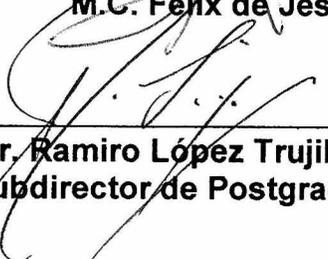
  
M.C. Jorge Corrales Reynaga

Asesor:

  
M.C. Víctor Manuel Sánchez Valdéz

Asesor:

  
M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez

  
Dr. Ramiro López Trujillo  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, noviembre de 2000

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) por la oportunidad que me brindó para lograr mi superación académica y profesional.

Al Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) y al Instituto para la Formación y Aprovechamiento de Recursos Humanos (IFARHU), por haber avalado y apoyado mis estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme alcanzar con éxito mis objetivos.

A mi comité Asesor, Dr. Eugenio Guerrero Rodríguez, M.C. Jorge Corrales Reynaga, M.C. Víctor Manuel Sánchez V. y M.C. Félix de Jesús Sánchez P., por su invaluable colaboración técnica en el asesoramiento de este trabajo de investigación, su amistad, confianza y valioso apoyo profesional.

Al Sr. Mario Padilla, por haberme permitido la realización del trabajo de campo en su huerto de manzano.

A mis colaboradores en campo, futuros colegas, Emilio, Norbel, Juan Carlos, Neftalí y Orvelín, por su desinteresado apoyo durante todo el proceso de investigación.

Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Arteaga, por el apoyo recibido durante el presente trabajo de investigación.

Al M.C. Raúl Muñíz Vélez, y al Ing. Santiago Vergara Pineda, por su aporte en la identificación del insecto en estudio.

A mis maestros, compañeros y amigos del Departamento de Parasitología por su apoyo y amistad.

## DEDICATORIA

SOBRE TODO A DIOS,

A MI MADRE: **Aquilina Barrozo.**

**A MIS HERMANOS:**

Ricardo, Coralia, Efraín, Mireya, Roger, Javier, Nodiel, Alexander, Edgardo y Rita Lorena.

**A MI SOBRINOS:**

Jhoanel Adrian, Paúl Armando, Maury Patricia, María del Pilar, Ana María, Chacho, Javier, Ginnesa, Patricia, Ibeth, Daphne, Juan, Berly, Maema etc.

A una AMIGA SIEMPRE RECORDADA Y QUERIDA **“CECIBEL”**

A AURY SÁNCHEZ, por su cariño y comprensión.

A MIS AMIGOS.

## COMPENDIO

Biología de *Amphidees Latifrons* (Sharp) (Coleoptera: Curculionidae) y Susceptibilidad de sus Larvas a Insecticidas en la Sierra De Arteaga, Coahuila.

POR:

JOSÉ ÁNGEL LEZCANO BARROZO

MAESTRÍA EN

PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, NOVIEMBRE 2000.

**DR. EUGENIO GUERRERO RODRÍGUEZ -Asesor-**

Palabras clave: Picudo de la yema del manzano, toxicología, dinámica poblacional, plaga del manzano.

En el presente estudio se consideró determinar el ciclo biológico en Unidades Calor de *Amphidees latifrons* (Sharp); para la oviposición, eclosión, estado larval, pupa, adulto y determinar en laboratorio la susceptibilidad de las larvas a insecticidas, fosforados, carbamatos, piretroides y clorados.

Se encontró que *A. latifrons* para cumplir su ciclo biológico requiere un total de 4,564 UC. Para la preoviposición requiere 280 UC, la incubación y eclosión de 350 UC, el desarrollo larval requiere de 1,260 UC; pupa de 420 UC, y el adulto de la emergencia hasta su muerte de 2,254 UC. La mayor población de *A. latifrons* se encontró en el mes de octubre, cuando se cumplen las 2,299 UC según tabla precalculada (Cuadro A.7. Así, su densidad por árbol fluctuó de 0.2 adultos en la primera semana de febrero a 266 adultos en la tercera semana de octubre.

La cipermetrina tuvo el mejor efecto en las larvas de tercer estadio de *A. latifrons*, presentando una  $DL_{50}$  de 25.87  $\mu\text{g/g}$ , seguida de clorpirifos con 32.36  $\mu\text{g/g}$ ; sin embargo, la  $DL_{95}$  del clorpirifos fue la más alta con 465.95  $\mu\text{g/g}$ , manteniéndose como más eficiente la cipermetrina con 104.78  $\mu\text{g/g}$  y fue la más eficiente, siendo 5.0X veces más efectivo que el diazinon, 3.02, con una eficiencia parecida a la del clorpirifos 1.10X, en la  $DL_{50}$ . En el caso de la  $DL_{95}$ , la cipermetrina aunque se redujo su eficiencia, se mantiene siendo más eficiente 18.70X más que el carbofuran, 4.45X que el clorpirifos, 3.10X que el endosulfán y 2.41 que el diazinon.

## ABSTRACT

Biology Of *Amphidees Latifrons* (Sharp) And Susceptibility Of Larval To Insecticides (Coleoptera: Curculionidae) In The Saw Of Arteaga, Coahuila.

BY:

JOSÉ ANGEL LEZCANO BARROZO

MASTER IN SCIENCE

AGRICULTURAL PARASITHOLOGY

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, NOVIEMBRE 2000.

**DR. EUGENIO GUERRERO RODRÍGUEZ -Advisor-**

Key words: Apple bud weevil, toxicology, populational dynamics, pest apple.

In the present study was considered to determine the biological cycle in heat units of *Amphidees latifrons* (Sharp); for the oviposition, eclotion, state larval, pupae and adult and established in laboratory the susceptibility larval to dose of phosphorus, carbamate, pyrethroids and chlorinated insecticides

It was found that the *A. latifrons* to fulfil their/its/your/his biological cycle requires of 4,564 degree day (DD). For the preoviposición requires 280 DD, the hatch and eclotion of 350 DD, in the development larval requires of 1,260 DD; pupae of 420 DD, and the adult life from his emergency to death of 2,254 DD. The greater population of *A. latifrons* was found in October, when are fulfilled 2,299 DD. The density by tree fluctuated of 0.2 adult in the first February week to 266 adult in the third October week.

The cypermethrin had the best effect in the L3 of *A. latifrons*, with an LD<sub>50</sub> of 29.35 µg/g, followed by chlorpyriphos with 32.36 µg/g; however, the LD<sub>95</sub> of the chlorpyriphos was the highest 465.95 µg/g, an the better was the cypermethrin with 104.78 µg/g and was the most efficient, with 5.0X more effective than the diazinon, 3.02 more than the endosulfan, with a similar efficiency to that of chlorpyrifos 1.10X, in the LD<sub>50</sub>. In the case of the LD<sub>95</sub>, the cypermethrin though was reduced their efficiency, is being more efficient than the carbofuran 18.70X, 4.45X that the chlorpyriphos, 3.10X that the endosulfan and 2.41 for diazinón.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	xvi
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xix
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Origen y Distribución del Manzano.....	4
Insectos Asociados al Cultivo de Manzano.....	5
Características Generales de la Familia Curculionidae.....	6
Ubicación Taxonómica del Picudo de la Yema del Manzano.....	7
Características Morfológicas de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp).....	8
Hábitos.....	10
Daño.....	11
Distribución.....	12
Toxicología de adultos.....	13
Entomopatógenos.....	16
Características Morfológicas de otros Géneros.....	19
<i>Paranametis</i> sp.(Burke).....	19
<i>Asynonychus godmani</i> (Crocht).....	20
Factores Ambientales y su Influencia.....	22
La Temperatura en los Insectos.....	22
Unidades Calor.....	24
Métodos para el Cálculo de Unidades Calor.....	24
Humedad Relativa.....	26
Dinámica Poblacional.....	26
Los Insectos Plagas y su resistencia a Insecticida.....	27
Clases de Resistencia.....	28
Tipos de Resistencia.....	30
Mecanismos Metabólicos.....	31
Esterasas.....	32
Oxidasa de función múltiple (FOM).....	32
Glutation-S-transferasa (GSHT).....	34
DDTasa.....	34
Mecanismos No Metabólicos.....	34
Acetil colina insensible.....	35
Penetración reducida.....	35
Resistencia al derribo (Kdr).....	36

	Página
Manejo de la resistencia a Insecticidas.....	36
Manejo por moderación.....	37
Manejo por ataque múltiple.....	37
Manejo por saturación.....	38
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>39</b>
Area de Estudio.....	39
Biología de <i>A. latifrons</i> .....	39
Observaciones de laboratorio.....	39
Estimación de unidades calor.....	41
Estimación en campo de unidades calor.....	42
Dinámica Poblacional de los Estados Fenológicos de <i>A. latifrons</i> .....	42
Susceptibilidad de Larvas de <i>A. latifrons</i> a Insecticidas.....	44
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>49</b>
Dinámica Poblacional de Géneros de Picudos en Manzano....	49
Especies de <i>Amphidees</i> .....	54
Ciclo Biológico en Unidades Calor de <i>A. latifrons</i> .....	56
Preoviposición.....	56
Oviposición.....	57
Incubación y eclosión.....	58
Desarrollo larval.....	59
Pupa.....	63
Adulto.....	63
Comportamiento.....	64
Parasitismo en <i>A. latifrons</i> .....	65
Susceptibilidad a Insecticidas de Larvas de <i>A. latifrons</i> .....	70
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>83</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>86</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>94</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No.		PÁGINA
3.1	Insecticidas en grado técnico utilizados para la obtención de las líneas respuesta dosis-mortalidad de larvas de 3er estadio de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp). 1999-2000.....	46
4.1	Colecta de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp), <i>Paranametis</i> sp (Burke) y <i>Asynonychus godmani</i> (Crocht), durante 52 semanas, en la huerta de manzano, en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, durante el período abril 1999 a mayo 2000.....	52
4.2	Proporción de especies de <i>Amphidees</i> de muestras al azar en diferentes fechas de colecta.....	56
4.3	Requerimiento térmico de los diferentes estados biológicos de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) en la cámara bioclimática a 19°C. 1999-2000.....	57
4.4	Parasitoides como factor de mortalidad en poblaciones de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) colocadas en la cámara bioclimática del 23 de noviembre de 1999 al 13 de mayo de 2000.....	67
4.5	Valores de las dosis letales, límites fiduciales de los diferentes insecticidas utilizados en larvas de 3er estadio de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) 1999-2000.....	71
4.6	Proporción de eficiencia de ocho insecticidas (DL <sub>50</sub> ), utilizados en la determinación de la susceptibilidad de larvas de 3er estadio de <i>A. latifrons</i> (Sharp) 1999-2000.....	74
4.7	Proporción de eficiencia de ocho insecticidas (DL <sub>95</sub> ), utilizados en la determinación de la susceptibilidad de larvas de 3er estadio de <i>A. latifrons</i> (Sharp) 1999-2000.....	74
4.8	Chi cuadrada, coeficiente de determinación y la ecuación de predicción para la evaluación de susceptibilidad de larvas de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) a insecticidas. 1999-2000.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
3.1	Distribución mensual de capturas de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) durante el período abril 1999 a mayo 2000, en la huerta de manzano en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.....	50
3.2	Distribución mensual de capturas de <i>Paranametis</i> sp. y <i>Asynonychus godmani</i> (Burke) durante el período abril 1999 a mayo 2000, en la huerta de manzano en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.....	51
3.3	Promedio de adultos de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) por árbol de manzano, en muestreos semanales realizados en huerta de manzano en San Antonio de las Alazanas, durante 1999 a 2000.....	54
3.4	Larva de <i>Amphidees latifrons</i> : A) Cápsula cefálica, y número de setas, B) Vista lateral de la cápsula cefálica; C) Segmento torácico.....	59
3.5	Muestreo de larvas L2, L3 y pupa de <i>Amphidees latifrons</i> . San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.....	60
3.6	Larva de <i>Amphidees</i> sp.: A) Cápsula cefálica, y número de setas, B) Perfil de la cápsula cefálica; C) Segmento torácico.....	61
3.7	Muestreo de larvas L2, L3 y pupa de <i>Amphidees</i> sp. San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.....	62
3.8	Comparación de los límites fiduciales de ocho insecticidas utilizados en larvas de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp). 1999-2000.....	75
3.9	Líneas de respuesta dosis-mortalidad en larvas de tercer estadio de <i>Amphidees latifrons</i> (Sharp) a insecticidas de cuatro grupos toxicológicos. 1999-2000.....	76

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del manzano, *Pyrus malus* L., a nivel nacional ocupa una superficie de 66,738 ha, de las que se encuentran en producción 54,724 ha con un rendimiento de 333,833 ton, generando alrededor de 7 millones de jornales por ciclo del cultivo. En Coahuila, el área del cultivo ocupa unas 8,579 ha, y se ubica en el tercer lugar a nivel nacional como productor de manzana, con una producción de 77,211 ton y en el octavo lugar en rendimiento con un promedio de 9 ton/ha (INEGI, 1998).

En esta zona productora de manzano, el picudo de la yema, *Amphidees latifrons* (Sharp), se encuentra ampliamente distribuido en los principales huertos de manzano ubicados en la Sierra de Arteaga, en los cañones de La Carbonera, El Tunal, Los Lirios, Jamé y San Antonio de las Alazanas. Pérales (1992) señala que se ha encontrado hasta un 70% de daño en yemas florales durante el reposo invernal del cultivo. El adulto es el responsable del daño el cual consiste de un anillamiento de las yemas florales y vegetativas; lo cual evita la brotación de las yemas florales en la primavera, afectando el desarrollo futuro de bolsas y dardos, lo que causa pérdidas de por lo menos un fruto por yema afectada. En el caso de las yemas vegetativas, afecta la formación de las

ramas terciarias cargadoras de fruta e impide la correcta formación del árbol en sus etapas juveniles (Sánchez *et al.*, 1992 y Jiménez, 1996).

Sánchez, en 1981; reportó la presencia de *Amphidees macer* y *A. major*, como insectos asociados al manzano en Arteaga, Coahuila. Aunque a éstos insectos se les observa como plagas después de los 90's, y sobre los que se han realizado trabajos de investigación orientados a la determinación de su dispersión, identificación y en el control del adulto dado que se ha convertido en una de las plagas principales de este cultivo (Sánchez *et al.*, 1992; Rodríguez, 1995; Jiménez, 1996 y Calderón, 1999).

En muestreos realizados en el Cañón de San Antonio, se encontraron presentes tres especies del género *Amphidees*, *A. macer*, *A. sp.* y *A. latifrons*; sin embargo, la especie *latifrons* es la especie más abundante, y la que produce el daño principal en las yemas del manzano.

Dada la importancia de esta plaga y al desconocimiento que existe sobre su biología, el presente trabajo de investigación se ha enfocado a determinar el ciclo biológico en unidades calor de *A. latifrons*, lo que se acompaña de una descripción de los diferentes estados de desarrollo del insecto. Por otro lado, es de señalar que diferentes autores señalan que el picudo es altamente tolerante a dosis comerciales de insecticidas convencionales, por lo que se buscó evaluar el efecto de diferentes insecticidas sobre las larvas de esta plaga, esperando que por la cutícula más delgada y probable menor actividad

enzimática por alimentarse solo de raíces pudiera ser más susceptibles al uso de estos tóxicos, para reducir el costo y la contaminación al ambiente y lograr una mayor eficiencia en el control.

Por lo tanto, los objetivos del presente trabajo son; determinar la biología y necesidades de unidades calor para cada uno de los estados biológicos de *A. latifrons*, y determinar en laboratorio la susceptibilidad de sus larvas a insecticidas fosforados, carbámicos, piretroides y clorados.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen y Distribución del Manzano.

Según Castillo (1984) el manzano es originario del Sureste de Asia, de una mezcla de especies nativas *Malus* que originó un fruto de tamaño, calidad y sabor atractivas al hombre. En este sentido, Calderón (1999) señala que el manzano es originario de las partes templadas de Europa, principalmente de las regiones del Cáucaso y Asia Central. Juscafresca (1978) indica que se considera al manzano *Malus pumila* L., como el primer árbol que se cultiva desde los tiempos remotos. En América su cultivo se inicia después de la conquista y colonización del continente por los europeos, quienes introdujeron el cultivo (Bianchini, 1994).

En el mundo, se reporta que entre los principales países productores de manzana se encuentran, la antigua Unión Soviética, Estados Unidos, República Popular China, Francia, Italia, Argentina, Canadá, Chile, Perú y México (Alvarez, 1974).

En México, el cultivo se introdujo en el siglo XVI, estableciéndose primero en los campos de Huejotzingo en el Estado de Puebla y posteriormente al Sureste del Estado de Coahuila por los indios Tlaxclatecas. La primera variedad introducida fue la Blanca de Asturias; en la Sierra de Arteaga el frutal se empezó a cultivar hacia 1890, pero en 1913, se inicia el cultivo en forma comercial y tecnificada (Cepeda, 1978 y Cepeda, 1988).

En México los principales estados productores de manzana son: Chihuahua, Durango, Coahuila, Puebla y Sonora (Cepeda y Ramírez, 1993).

### **Insectos asociados al cultivo de manzano.**

Sancén (1999) señala que en la huerta de manzano existe una diversidad de insectos, aunque no todos son plagas de importancia económica. Entre las plagas de valor económico se encuentran la palomilla de la manzana, el pulgón lanígero y los trips; otras son consideradas como plagas secundarias y su aparición es ocasional o no cíclica y es producto de disturbios. Entre estas se pueden mencionar, el frailecillo, el picudo de la yema del manzano, escama de San José, chinches, ácaros y chicharritas.

En muestreos y encuestas realizadas en la Sierra de Arteaga, las plagas de mayor importancia en el cultivo del manzano son la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. que se ha encontrado en las huertas ubicadas en los cañones del Tunal y el Chorro, observándose un avance gradual de esta plaga

a lo largo del cañón de los Lirios. El pulgón lanífero *Eriosoma lanigerum* (Hausmann), se presentó en todas las localidades muestreadas en la región manzanera del Sureste del Estado de Coahuila. La arañita café *Bryobia rubrioculus* (Sheuten) fue ubicada principalmente en las localidades de la Mesa de las Tablas, Jamé y el Chorro (Sánchez, 1981 y Cepeda, 1988).

Sin embargo, Soria (1993) y Sánchez (1981), reportan las siguientes plagas asociadas al cultivo de manzano: Araña roja (*Eotetranychus lewisi* McGregor); Frailecillo (*Macrodactylus siloanus* Bates); palomilla de la manzana; pulgón lanífero; Trips (*Frankiniella helianthi* Moulton) y el Picudo de la yema del manzanó (*A. latifrons*), que fue reportado inicialmente como *Anametis granulatus*.

### **Características Generales de la Familia Curculionidae.**

Según Domínguez (1996) los picudos son insectos de tamaño variable, de 1.0 a 35 mm, fácilmente reconocibles porque usualmente tienen un pico bien desarrollado. Poseen antenas capitadas y casi siempre acodadas. Los palpos son pequeños y rígidos y a menudo se encuentran ocultos dentro de la cavidad bucal.

Esta es la familia más grande del orden Coleoptera (alrededor de 2,500 especies norteamericanas y 50,000 a nivel mundial). Muestran una gran variación en tamaño, forma y en desarrollo del pico. En la mayoría de las

especies el pico está bien desarrollado, con las antenas originadas aproximadamente a la mitad del mismo.

Casi todos los picudos son fitófagos y entre éstos existen plagas agrícolas. Casi cualquier parte de la planta puede ser atacada, desde las raíces hacia arriba por estos insectos; usualmente las larvas se alimentan dentro de los tejidos de las plantas o en raíces y los adultos hacen hoyos en los frutos, nueces y otras estructuras.

Según Davidson y Lyon (1992) comúnmente pueden ser conocidos por su pico en forma de trompa de elefante o sea la prolongación de la cabeza, la cual tiene en su extremo un juego completo de partes bucales masticadoras, antenas acodadas y clavadas, adheridas cerca de la mitad de su longitud. El pico por lo general es delgado, algunas veces muy largo, usualmente curvado. Este pico es utilizado por los adultos para alimentarse debajo de la epidermis de las plantas, y en algunas hembras es usado también para hacer una cavidad para colocar los huevecillos. Los adultos tienen el cuerpo duro, sus alas tipo élitros, generalmente de color oscuro, y fingen estar muertos cuando se les molesta.

### **Ubicación taxonómica del picudo de la yema del manzano.**

Según Blatchley y Leng (1916) Borror *et al.* (1989) el picudo de la yema del manzano es ubicado dentro de la siguiente clasificación.

Reyno: Animal

Phylum: Arthropoda

Clase: Hexapoda

Orden: Coleoptera

Suborden: Polyphaga

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Otiorhynchinae

Género: *Amphidees*

Especie: *latifrons* Sharp.

### **Características morfológicas de *A. latifrons* (Sharp)**

“*A. latifrons* (Sharp), fue descrito originalmente dentro del género *Deamphus* Sharp 1891, pero en 1911, Champion consideró que *D. latifrons* y otras especies por sus características morfológicas pasan al género *Amphidees*. Es una especie muy semejante a *Amphidees macer* Sharp, pero ésta especie presenta los lóbulos postoculares más desarrollados que *A. latifrons*; las corbículas de las patas metatorácicas son laminadas y abiertas, en tanto que en *A. macer* son un poco más anchas y semicerradas. A su vez agrega que *A. latifrons* es esbelto, alargado, píceo (pardo amarillento), con una cubierta densa de escamas y sedas dispersas; élitros con punteado en las estrías”. M.C. Raúl Muñíz Vélez.

Por su parte Sharp y Champion (1911), lo describen con el cuerpo cubierto uniformemente de escamas redondas, cercanas unas a otras, de color gris cenizo, que nunca se sobreponen; también presentan sedas finas, poco grandes y esparcidas. Rostro muy corto y ancho, separado de la cabeza por una depresión ancha y no muy marcada, en la cual hay

una fovea poco marcada. Ojos separados, redondos y algo convexos. Antenas rojo oscuro, con sedas. Protórax muy transversal, redondeado a los lados, es tan angosto en el ápice, como en la base; la superficie es muy uniforme, no presenta margen basal; el punteado es casi profundo, pero la escultura está oculta por la vestidura. Élitros alargados, redondeados en los húmeros, marcados con una fina y leve estría con punteado poco definido. Las sedas son de color pálido y son más largas que las de la cabeza y protórax. Las patas son rojizas. Las corbículas de las tibias metatorácicas son laminadas en el lado externo.

Calderón (1999), describe al *Amphidees* como de rostro tan largo, o un poco más largo que la cabeza, ensanchado en el ápice, con impresiones o sin ellas poco notorias, con orificio interocular. Placa (epistomal) muy pequeña.

Las escrobas antenales son moderadamente hondas en la parte anterior, evanescentes en la parte posterior, curvas y dirigidas hacia el borde ventral. Las antenas casi delgadas, poco engrosadas en el ápice, alcanzan o pasa al ojo. El funículo antenal con los dos primeros artejos alargados más grandes que los demás, el tercero y cuarto más largos que anchos, quinto y sexto redondeados, séptimo engrosado hacia el ápice. Maza oval alargada y acuminada. Los ojos son redondeados, laterales pero cercanos al borde dorsal, deprimidos o poco prominentes. La cabeza levemente convexa antes del rostro.

El protórax casi mas largo que ancho, con los lados poco redondeados, borde anterior angosto, el borde basal recto; el borde apical casi recto, poco curvo, lado dorsal convexo, con punteaduras o granulado fino. El escudete es triangular y pequeño. Los élitros son ovales alargados, no se ensanchan en la base, pero sí inmediatamente después, son más largos que el protórax; el borde basal levemente escotado, casi recto. Lados levemente ensanchados, ápice acuminado; estrías con punteado leve, o bien marcado a veces con una seda en cada puntura. Interestrías planas o poco convexas, pueden ser anchas con punteado y sedas finas decumbentes o casi erectas (Blatchley y Leng, 1916).

**Hábitos**— *A. latifrons*, tiene hábitos nocturnos y se ha observado que su alimentación la realiza durante la noche, con el propósito de protegerse contra los rayos solares, y en las primeras horas del día desciende del árbol, ocupando el suelo como refugio; escondiéndose bajo los terrones, maleza, piedras, grietas, etc.; cuando el suelo se encuentra saturado de agua por efecto de la lluvia, tiende a subir al árbol manteniéndose en el envés de las hojas y posterior de las ramas, evitando así la luz directa (Perales, 1992; Mendoza, 1995; Ocaña, 1996 y Avila, 1998).

Quechulpa (1998) cita que cuando el suelo es removido y humedecido, los adultos penetran el suelo en donde realizan la oviposición, desarrollándose la larva favorecida por la humedad. Sin embargo, se ha observado que la

oviposición no requiere de humedad, sino de un lugar donde esconder los huevecillos.

**Daño.** Perales (1992) señala que el daño que ocasiona el adulto es un anillamiento de las yemas vegetativas y florales, porque que al destruir las yemas florales causa la pérdida de frutos.

Mendoza (1995) y Ocaña (1996) agregan en este sentido que *A. latifrons* realiza el daño en dos etapas fenológicas del manzano. La primera de mayo a septiembre, cuando el árbol tiene más follaje atacándolo directamente; ocasionalmente se ha observado daño en el pecíolo del fruto, por lo que el desarrollo del fruto se detiene, provocando la caída del fruto o en otro caso las manzanas llegan a ser de menor tamaño. El segundo daño, y considerado el principal, se da cuando el árbol comienza a quedar sin follaje; a partir de octubre a abril, cuando el árbol presenta yemas vegetativas y florales. Durante este período, es cuando el picudo produce el anillamiento de las yemas que es un descortezamiento en forma de anillo que rompen los haces de conducción de nutrientes y por consecuencia cada yema se seca.

En este sentido, Sánchez (1992); Jiménez (1996); Ocaña (1996) y Ávila (1998), señalan que el picudo afecta hasta el 70 por ciento de las yemas florales durante la etapa de reposo invernal del manzano. Cuando el anillamiento se da en las yemas florales, evita la brotación de las yemas en la primavera, afectando el desarrollo futuro de bolsas y dardos, lo que causa la

pérdida de por lo menos un fruto por yema afectada; mientras que cuando el daño se da en las yemas vegetativas, afecta la formación de las ramas terciarias cargadoras de fruta e impide la correcta formación del árbol en su etapa juvenil.

Quechulpa (1998) indica, que cuando este insecto se alimenta del follaje se observan mordeduras sobre el borde de las hojas en forma de "U". La larva se ha observado causando daño a raicillas del frutal, localizándose en el suelo suelto y con poca humedad (Conde, 1998).

**Distribución** — Ocaña (1996) encontró que este picudo se encuentra distribuido en toda la Sierra de Arteaga, en los principales cañones; como en, Los Lírios, Jamé, El Tunal, Carbonera y San Antonio de las Alazanas. En estudios realizados en estos cañones, de julio a septiembre, Jamé y Carbonera presentaron una baja incidencia poblacional de *A. latifrons*, mientras que en los Lirios y el Tunal, la densidad del picudo fue alta, presentando una densidad intermedia San Antonio.

Conde (1998), señala que en la distribución del picudo del manzano en los cinco cañones mencionados, se identificaron tres géneros, *Amphidees*, *Paranametis* y *Asynonychus*. En Jamé se encontró predominado al *Amphidees* y *Paranametis*; mientras que en San Antonio, los Lirios y Carbonera se encontró *Amphidees*, *Paranametis* y *Asynonychus*.

**Toxicología de adultos** – En pruebas de susceptibilidad de adultos de *A. latifrons*, realizadas por Rodríguez (1995) encontró lo siguiente:

Producto	$\mu\text{g/g}$	
	DL <sub>50</sub>	DL <sub>95</sub>
paration metílico	10.9	73.7
azinfos metílico	67.9	341.8
malation	22.3	47.0
metomilo	36.1	160.7
carbarilo	135.4	1,011.0
endosulfan	90.9	711.1
deltametrina	10.2	138.4
permetrina	10.9	73.7

De esta prueba concluyó que la deltametrina, la permetrina y el paration metílico presentaron las LD<sub>50</sub> más bajas, siendo los más eficientes.

Domínguez (1995), realizó pruebas utilizando mezclas de insecticidas, encontrando los siguientes resultados:

Mezcla	$\mu\text{g/g}$		Potenciación
	DL <sub>50</sub>	DL <sub>95</sub>	
paration metílico + deltametrina	0.04	0.35	276X
malation + deltametrina	0.19	0.68	85X
paration metílico + permetrina	0.38	2.98	30X
malation + permetrina	0.65	4.74	25X

azinfos metílico + permetrina	0.39	9.53	10.1X
azinfos metílico + metomilo	5.33	28.03	9.7X
azinfos metílico + endosulfán	9.90	30.55	7.2X
endosulfan + metomilo	21.94	95.50	2.8X

En esta prueba las mezclas más eficientes fueron de paration metílico + deltametrina y malatión + deltametrina, las que dieron la más alta potenciación, 276X y 85X, respectivamente.

Buscando alternativas para aumentar la eficiencia del insecticida y por ende la susceptibilidad de adultos, Mendoza (1995), probó el efecto sinergista del ácido fúlvico en insecticidas, obteniendo los siguientes resultados:

Producto	DL <sub>50</sub>	DL <sub>95</sub>	Razón Sinergista
Permetrina + A. F.	0.29	1.19	38x
Deltametrina + A. F.	0.59	2.40	17x
Malation + A. F.	3.85	18.08	-
Paration metílico + A. F.	6.67	13.28	-
Metomilo + A. F.	10.59	23.40	-
Carbarilo + A. F.	12.47	52.61	-
Azinfos metílico + A.F.	36.07	67.02	-

En la deltametrina y la permetrina, solo se obtuvo la razón sinergista, mientras que en los demás productos no.

Basados en los resultados de Domínguez (1995) y Jiménez (1996) evaluó en campo en efecto de seis mezclas de insecticidas obteniendo los siguientes resultados:

Mezcla	Dosis Cada 5 lt de agua	Significancia
malation + deltametrina	3.09 ml + 0.13 ml	**
malation + permetrina	0.22 ml + 1.8 ml	**
paration metílico + deltametrina	0.8 ml + 3.8 ml	**
paration metílico + permetrina	0.14 ml + 1.96 ml	**
azinfos metílico + metomilo	7.5 g + 1.53 ml	Ns
Azinfos metílico + permetrina	7.09 g + 5.92 ml	**
Testigo (agua)	0.00	ns

Jiménez (1996) concluye que la mezcla en campo que mejor resultados dio fue el azinfos metílico + permetrina, durante 17 días.

**Entomopatógenos** — a) **Parasitismo.** Perales (1992) reporta como el parasitoide de *A. latifrons* a dos familias de himenópteros que son, Pteromalidae y Braconidae. Adicional a esto, reporta la presencia de una especie de Eulophidae (*Entedon* spp. Dalman) como un hiperparasitoide. El parasitismo en el adulto del picudo más bajo se da en los meses de marzo a junio, encontrando un parasitismo menor al 10 por ciento, incrementándose en julio, logrando el máximo parasitismo en octubre con un 39.9 por ciento. La fluctuación máxima de adultos de pteromálidos se encontró en septiembre, junio

y julio, con 27, 18 y 15 adultos, respectivamente. Además, agrega que los picudos parasitados presentan un orificio en la región subapical del élitro derecho o izquierdo, en ambos costados del tórax e incluyó la región ventral del picudo.

Quechulpa (1998) reporta los siguientes porcentajes, 23.3 de parasitismo debido a un himenóptero de la familia Pteromalidae, 2.6 de parasitismo debido a un Braconidae (Hymenoptera) y un 28.0 debida a un Tachinidae (Diptera).

Avila (1998), reportó a dos especies de la familia Tachinidae (Diptera) y una especie de la familia Pteromalidae (Hymenóptera) parasitando adultos del picudo. De sus observaciones se desprende la siguiente información:

Localidad	Picudos		Porcentaje de parasitismo
	Observados	Parasitados	
San Antonio	2251	168	7.46
Jamé	0	0	0
Los Lirios	52	3	5.26
Tunal	166	45	27.0
Carbonera	379	35	9.23

**b) Hongos** – Ramírez (1998) reporta dos hongos parasitando al *A. latifrons*, identificados como *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. y *Metarhizium anisopliae* (Mestch) Sor. Encontrado la siguiente distribución:

Localidad	Hongos entomopatógenos	% de parasitismo
San Antonio	<i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i>	29.54 y 1.75
Jamé	<i>B. bassiana</i>	56.0
Los Lirios	<i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i>	47.0 y 4.0
Tunal	<i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i>	17.85 y 10.0
Carbonera	<i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i>	12.38 y 0.47

Avila (1998) agrega que el hongo *B. bassiana* tiene gran importancia en la regulación del picudo, mientras que *M. anisopliae* tiene un bajo potencial de control.

Quechulpa (1998) aisló tres especies de hongos entomopatógenos provenientes del picudo de la yema: *B. bassiana*, *Fusarium coccophilum* y *Phaeoelomyces farinosus*. Las cepas de *B. bassiana* y *P. farinosus* encontrados y aislados a partir del picudo presentaron actividad patogénica contra dicha plaga. En *B. bassiana* se encontró una CL<sub>50</sub> de  $2.4 \times 10^6$  conidias/ml y un CL<sub>90</sub> de  $7.8 \times 10^8$  conidias/ml. El *P. farinosus* presentó una CL<sub>50</sub> de  $5.8 \times 10^7$  conidias/ml.

Castelan (1999) evaluó en laboratorio el efecto de cepas comerciales de *B. bassiana*, *M. anisopliae* y *P. farinosus* en el picudo de la yema. En *B. bassiana* la CL<sub>50</sub> de  $5.9 \times 10^8$  conidias/ml y una CL<sub>95</sub> de  $1.08 \times 10^{11}$  conidias/ml; mientras que en *M. anisopliae* la CL<sub>50</sub> de  $1.09 \times 10^{10}$  conidias/ml y la CL<sub>95</sub> de  $7.48 \times 10^{15}$  conidias/ml.

García (1999), evaluó la actividad bioinsecticida de hongos entomopatógenos sobre el picudo, utilizando formulaciones en polvo y líquida, evaluando tres cepas de *B. bassiana* en laboratorio y campo. *B. bassiana*, se encontró distribuida en todos los cañones de la Sierra de Arteaga, mientras que *M. Anisopliae* solamente se encontró en la Carbonera. Las cepas aisladas en Arteaga fueron AN3 y B2 que presentaron una  $CL_{50}$  de  $1.0 \times 10^7$  y  $2.0 \times 10^7$  conidias/ml, respectivamente; la  $CL_{90}$  fue de  $3.0 \times 10^8$  conidias/ml (AN3) y  $4.0 \times 10^8$  conidias/ml (B2). Mientras que la cepa procedente de Sinaloa, aislada de hormigas *Atta mexicana*, ARSEF-2485, presentó una  $CL_{50}$  de  $3.0 \times 10^7$  conidias/ml y una  $CL_{90}$  de  $6.0 \times 10^8$  conidias/ml. Las cepas comerciales de *B. bassiana* tuvieron una actividad mas baja en comparación con las cepas nativas. Bajo condiciones de campo, las cepas que se comportaron mejor fueron la B2 y la ARSEF-2485 de *B. bassiana*, que alcanzaron una eficiencia en porcentaje de 46 y 48, respectivamente.

### **Características morfológicas de otros géneros.**

***Paranametis* sp (Burke).** Este grupo se ubica en la subfamilia Otiiorhynchinae (anteriormente Brachyrhininae). Es un individuo cuyo color tiende a ser blanco (cenizo) y es más pequeño que los *Amphidees* y *Asynonychus*.

Según Calderón (1999) los individuos de este género presentan el rostro más largo y angosto que la cabeza, ensanchado en el apéndice, con carina

media notoria, sin orificio interocular. La placa rostral (epistoma) en media luna, con borde posterior redondeado y acuminado en el vértice. Las escrobas antenales, son hondas, moderadamente anguladas y dirigidas hacia el borde ventral. Las antenas poco gruesas, escapo en forma de clava, alcanzan el borde posterior del ojo. Funículo con los dos primeros artejos alargados, el resto moniliforme, un poco más largo que ancho, el séptimo separado de la maza. Maza oval alargada. Ojos ovales, francamente laterales; la cabeza con ligera impresión transversal. El protórax más ancho que largo, lados levemente redondeados, pero constantes, con surco medio poco evidente. Superficie con granulación oculta por escamas. Lóbulos postoculares prominentes. El escudete triangular, pequeño. Los élitros ovales, más anchos hacia la mitad posterior, sin húmeros. Estrías nueve y diez confluentes hacia la parte media. Interestrías con filas de seda confusas. En el lado ventral, la primera sutura abdominal arqueada, segundo esternito ligeramente más largo que el tercero y cuarto juntos. En las patas los fémures claviformes; tibias mucronadas, con dentículos en el borde interno; la corbícula es cerrada.

***Asynonychus godmani* (Crocht )**- Esta especie se ubica en la subfamilia Brachyderinae (anteriormente Thylacitinae). Este picudo es conocido también en la literatura como *A. cervinus* (Boheman) o como *Pantomorus godmani* (Crocht) hasta que Lanteri (1993) notifica que *A. godmani* y *A. cervinus* son la misma especie, con la característica de ser hacia el hemisferio norte, una forma partenogenética y hacia el hemisferio sur, una forma gonocórica, o dioecia (sexos separados). Esta es una especie al parecer polífaga en el

estado de adulto, ya que originalmente se le menciona como una plaga de rosales y posteriormente se le encuentra en árboles frutales, forestales, plantas cultivadas y de ornato. Calderón (1999) describe a *A. godmani* de la siguiente manera. El rostro continuo o subcontinuo con la frente en vista lateral, por encima con una ranura media la cual se extiende sobre la cabeza. La placa rostral (epistoma) muy pequeña, a menudo poco definida. Las escrobas antenales laterales, angostas, curvadas y dirigidas hacia el borde ventral del ojo. La cavidad antenal subapical, escapo muy delgado, alcanza o pasa el borde posterior del ojo. Funículo con el segundo segmento frecuentemente más largo que el primero. Ojos redondeados a elípticos, a menudo prominentes, francamente laterales. Cabeza ancha.

En el protórax, el borde basal del pronotum semitruncado, ampliamente redondeado o sinuoso. Sin lóbulo postocular o sin vibrisas. Superficie con abundantes escamas de forma oval. Escudete a poco largo. Elitros con 10 líneas de puntos, estrías bien marcadas usualmente ausentes, húmero redondeado, moderadamente prominente o ausente. Setas rectas, cuando están presentes, a menudo largas sobre el declive apical; no duras o callosas sobre el declive apical. En el lado ventral la sutura metaepisternal usualmente marcada, al menos en partes; primer y segundo esternito abdominal largos, cada uno más largo que el tercero o cuarto. Superficie interna del quinto esternito abdominal de la hembra con una protuberancia esclerotizada o recta o semirecta a cada lado. Buchanan (1939) así mismo, señala que en las patas la coxa frontal continua, borde del protórax cerrado en la parte anterior más que la

posterior, coxas medias estrechamente separadas; fémures no dentados; al menos la tibia frontal denticulada o con espinas ventralmente, tibias frontal y media mucronadas. Tarsos dilatados; uñas libres.

### **Factores Ambientales en el Desarrollo de Insectos.**

Según Trujillo (1983) la densidad de población de insectos depende de componentes como el clima, alimento, espacio, organismos de otras especies y de la misma población, actuando de acuerdo con sus patrones de natalidad, mortalidad y dispersión.

Al respecto, Trujillo (1983) y Ríos (1988) concuerdan en que los elementos del clima tienen efectos en la fisiología y comportamiento de los insectos; como, en la actividad del sistema endócrino para inducir la diapausa, desarrollo y reproducción.

### **La Temperatura en los Insectos.**

La temperatura tiene una influencia más directa en los animales como en los insectos y ácaros que no regulan metabólicamente su temperatura corporal. En estos organismos la velocidad de las reacciones enzimáticas y los procesos metabólicos están influenciados directamente por la temperatura del ambiente (Trujillo, 1983).

Por esta razón los insectos son considerados organismos poiquilotérmicos, es decir, que carecen de mecanismos precisos de regulación interna de temperatura en su organismo, por lo que están estrechamente relacionados a la temperatura ambiental, lo que ejerce influencia sobre la vida y distribución de los insectos (Pérez, 1981). En este sentido Borrór *et al.*, 1989, agregan que durante el invierno o cuando las condiciones climáticas son adversas, el insecto permanece quiescente y su tasa metabólica es extremadamente baja.

Rodríguez (1989) señala que el crecimiento y desarrollo fenológico de los organismos poiquiloterms depende estrechamente de la temperatura, existiendo un umbral mínimo, máximo y un rango de temperatura óptima.

Trujillo (1983); Higley, *et al.* (1986) y López (1988) indican que los modelos de predicción en unidades calor utilizados actualmente, asumen la existencia de una relación lineal entre la temperatura y el tiempo de desarrollo. Chapman (1973) y Higley, *et al.* (1986) agregan que la relación entre la temperatura y la tasa de crecimiento se describe como una curva con una proporción lineal en la parte intermedia, que indica que el tiempo o duración de desarrollo decrece conforme la temperatura se incrementa.

## **Unidades Calor.**

Según Quiñónez (1988) el concepto de unidades calor se basa en los requerimientos de temperatura de los organismos para su crecimiento, desarrollo y madurez, y supone que la tasa o velocidad de desarrollo es exactamente proporcional a la temperatura; y que existe una relación lineal entre ambos.

Rodríguez (1989) señala que la fenología se refiere a los cambios fisiológicos y morfológicos que ocurren durante el ciclo de vida de un organismo poiquilotermo. En los insectos dichos cambios se hacen evidentes cuando el huevecillo se transforma en larva, la larva a pupa y la pupa en adulto. Para que ocurra cada una de estas etapas, los insectos requieren de un tiempo que a su vez depende de la temperatura. Dado que el producto de cierta función (tiempo-temperatura) es más o menos constante para cada una de las etapas fenológicas del insecto, se ha ideado utilizar el concepto de desarrollo fenológico como una función de las unidades calor o grados-días.

## **Métodos para el Cálculo de Unidades Calor.**

Rodríguez (1989) señala que el cálculo de unidades calor en laboratorio o cámara climática, se realiza normalmente con temperaturas constantes; los organismos son colocados en cámaras bioclimáticas a temperaturas distintas pero constantes, observándose el tiempo que transcurre para que ocurran cada

una de las etapas fenológicas y posteriormente se hacen las regresiones del recíproco del tiempo contra la temperatura. Mientras que este cálculo en campo es un poco más complejo, ya que las temperaturas varían constantemente. En este caso se puede estimar las unidades calor que integra o suma un organismo poiquilotermo, conociendo previamente los umbrales de temperaturas mínimas y máximas para dichos organismos.

López (1988) y Rodríguez (1989) indican que actualmente existen varios métodos para el cálculo grados-días usando temperaturas máxima y mínima. Entre los más conocidos se pueden mencionar Promediación, triangulación simple, triangulación doble, seno simple y seno doble; todos son considerados métodos lineales.

Actualmente se utiliza un programa de computadora denominado Degree-Day Utility, versión 2.1, 1990, de la Universidad de California, que calcula los grados-días con los métodos seno simple, seno doble, triángulo simple y triángulo dobles. Este programa al introducirle las temperaturas máximas y mínimas, y los umbrales de temperatura del insecto proporcionan la tabla precalculada, que presentan las unidades calor diarias y acumuladas.

Ramírez (1995) indica que en investigaciones realizadas por la Universidad de Texas A&M para desarrollar un modelo de unidades calor en el que se utiliza la acumulación de días-grado, se recomendó tomar en cuenta tres factores básicos: el método y fórmula para calcular las unidades calor; el

umbral de temperatura apropiado para el desarrollo del individuo y la fecha para iniciar el registro de unidades de calor acumuladas.

### **Humedad Relativa.**

Davidson y Lyon (1992) señalan que la humedad es un factor muy importante debido a que es esencial para la eclosión, muda y salida exterior normal de los insectos. La precipitación normal no afecta a los insectos de una manera directa; si no indirectamente por el efecto de las precipitaciones sobre la humedad atmosférica, humedad del suelo y la disponibilidad de alimento. Precipitación excesiva puede influir en graves daños físicos en los insectos. Situaciones extremas de humedad absoluta, humedad relativa, humedad del suelo y precipitación actúan como frenos o factores favorables, dependiendo de la especie de insecto.

### **Dinámica Poblacional.**

López (1990) indica que el estudio de la dinámica poblacional tiene como objetivo identificar factores que propician los cambios numéricos en la población bajo estudio y explicar como éstos interactúan para producir las densidades de población observadas.

Ross (1968) y Ramírez, 1995, señalan que la distribución y abundancia de una especie de insecto son medidas de su prosperidad bajo el efecto de la

suma total de sus condiciones favorables y otras desfavorables para el incremento de la especie. Y agregan que cuando los factores favorables predominan, los insectos se multiplican en cantidades eruptivas. En estudios realizados sobre muchas especies, frecuentemente se han utilizados complejos métodos estadísticos con el objeto de buscar correlaciones entre la abundancia de los insectos y los diferentes factores ambientales. Entre los objetivos finales de estos estudio estuvo la de una mejor predicción de las erupciones de insectos y métodos de lucha.

### **Los Insectos Plaga y su Resistencia a Insecticida.**

La resistencia es definida por Lagunes y Villanueva (1995) como el desarrollo de una habilidad adicional, en una especie de insectos de tolerar dosis de tóxicos que son letales para la mayoría de los individuos de una población normal de la misma especie.

En este sentido la Academia Nacional de Ciencias (1972), indica que la resistencia es un proceso bioquímico genético en el cual algunos individuos toleran dosis de insecticidas que son letales para la mayoría de los individuos de una población normal de una misma especie; y se considera solamente un caso especial de su adaptabilidad a los cambios del medio ambiente.

De esta manera la velocidad con que la manifiestan depende del grado de selección sobre la población, del uso de altas dosis y por aplicaciones

continuas; así como, del resto de la población que no ha sido sometida a aplicaciones, que por medio de migraciones y combinación genética, permite la restauración de los genes que le dan la característica de susceptibilidad; por tal motivo se asume que la relación cuantitativa entre la intensidad de selección y velocidad del progreso evolutivo del desarrollo de la resistencia, depende además, de los factores anteriores, de la dominancia y frecuencia de los alelos que la confieren (Hoskins y Gordon, 1956 y Gunther y Jeppson, 1962).

### **Clases de Resistencia.**

Según Lagunes y Villanueva (1995) existen tres clases de resistencia según sea el número de mecanismos de detoxificación y los plaguicidas involucrados.

Plapp (1976) y Gunther y Jeppson (1962) indican que la resistencia cruzada induce a que la población plaga se vuelva resistente a dos o más insecticidas usualmente relacionados por el modo de acción de un solo mecanismo de resistencia como el resultado de la exposición a uno de ellos (resistencia cruzada positiva). En este sentido, Georghiou (1983) indica que *Antonomus grandis* Boheman, es capaz de manifestar resistencia al DDT y toxafeno, y además desarrollar resistencia cruzada a tres organofosforados y a dos carbamatos, y en niveles bajos a razas resistentes a endrín pero nunca a azinfosmetil; generalmente los hidrocarburos clorados no inducen tal resistencia a fosforados pero estos sí la inducen a clorados. Lagunes (1984) señala que se

ha observado en poblaciones de insectos, un aumento en cuanto a la susceptibilidad a fosforados como resultado de la selección hecha por piretroides y viceversa, motivo por el cual se recomienda usar insecticidas fosforados después de haber utilizado un piretroide, y no un carbamato, ya que tienen el mismo mecanismo de detoxificación. En otras palabras es el fenómeno por el cual una población de artrópodos, sometidas a presión de selección con un plaguicida, adquiere resistencia a él y a otros insecticidas relacionados toxicológicamente que no han sido aplicados. Así, Chen (1986) indica que los carbamatos en un momento dado pueden inducir resistencia a insecticidas fosforados y clorados, pero no a los de su mismo grupo, como es el caso de los piretroides, en los cuales la resistencia cruzada se presenta con mucha frecuencia. Por otro lado, la resistencia cruzada negativa se presenta cuando una población que ha adquirido resistencia a un insecticida, a un tipo de tóxico regresa a una susceptibilidad cercana a la original, como consecuencia de la aplicación de otro insecticida que es toxicológicamente diferente.

En el caso de la resistencia múltiple, ocurre cuando una población adquiere resistencia a varios insecticidas, de distintos grupos toxicológicos, tanto aquellos que han sido aplicados, como a otros que no. En este caso, la población posee varios mecanismos de resistencia en forma simultánea. Metcalf (1983) definió este tipo de resistencia como el resultado de la coexistencia de varios alelos génicos independientes, los cuales inducen mecanismos de resistencia contra insecticidas no relacionados con diferentes modos de acción y vías de detoxificación. Esto es provocado cuando las

poblaciones se someten irracionalmente a diferentes tipos de insecticidas y que una vez que se indujo a la dominancia de genes involucrados estos permanecen por un largo tiempo.

### **Tipos de Resistencia.**

Según Rodríguez (1983) se distinguen dentro del carácter de resistencia dos tipos; la resistencia fisiológica, que implica la presencia de uno o más mecanismos metabólicos específicos como la acción de las enzimas y los no metabólicos dependiendo del tipo de estímulo ejercido; y la resistencia por comportamiento, que incluye todo aquel hábito que adopta determinada especie como respuesta a estímulos previos en el medio ambiente que lo rodea, por lo cual evita el contacto con el tóxico recibiendo solo cantidades subletales.

Brown (1960); Price (1991) y Lagunes y Villanueva (1995) agregan que la resistencia fisiológica es la más importante, en la cual los insectos adquieren este tipo de resistencia de dos formas. Por adición de un mecanismo de protección; es decir, mecanismos que involucran, cambios o sistemas enzimáticos que ayudan al insecto a degradar el insecticida sin que este llegue al sitio de acción para afectarlo.

En el caso de la resistencia por comportamiento, Lagunes y Villanueva (1995) señalan que ésta se refiere a patrones, como es la preferencia a descansar en áreas no tratadas con insecticidas en lugar de áreas tratadas, o

bien la detección del insecticida y la tendencia a evitarlo antes de ponerse en contacto con él. Así la capacidad de los insectos para percibir los insecticidas a través de procesos sensoriales podría conducir a la evolución de la resistencia conductal a insecticidas. Eso trae como consecuencia que en algunos casos, la plaga pueda ser repelida antes de ponerse en contacto con el hospedero, o pueda ser capaz de posarse en áreas de refugio no tratadas en el hospedero sin ponerse en contacto con las áreas contaminadas. La resistencia conductal, se refiere a las acciones productivas en respuesta a las presiones selectivas ejercidas por un tóxico, las cuales mejoran la capacidad de una población para eludir los efectos letales de un tóxico.

### **Mecanismos Metabólicos.**

Plapp (1976) y Terriere (1984) definen al mecanismo metabólico como aquellos mecanismos en donde los insecticidas pueden ser metabolizados y/o transformados en productos de menor e inclusive de nula toxicidad para los insectos. Siendo las enzimas las principales responsables de estos cambios; esterasas, función oxidativa múltiple (FOM), DDTasa, glutatión transferasas, etc.

**Esterasas** .—Este tipo de enzimas son fundamentalmente hidrolasas que rompen los enlaces esteéricos de los organofosforados, produciendo alcoholes y ácidos que son menos tóxicos y comúnmente atóxicos; además de ser solubles en agua, lo que les facilita su salida del sistema viviente. Sólo se han

detectado dos tipos de enzimas de este tipo como responsables de la resistencia en algunos insectos, conociéndolas como fosfatasas y carboxiesterasas. Las fosfatasas son exclusivas para actuar en el grupo de los organofosforados y con frecuencia da origen a productos metabólicos hidrolizados, similares a los que producen las oxidasas microsómicas de función mixta, por lo que la inferencia de los mecanismos responsables se dificulta, siendo necesario el uso de sinergistas específicos para determinar la identidad de dicho mecanismo presente en el microsoma del insecto (Dauterman, 1974 y Matsumura, 1985). Terriere (1984) encontró que el malation era degradado por las carboxiesterasas atacando básicamente los grupos carboxi etil, y por consecuencia los hidrolizaban haciéndolo atóxico para el insecto. Por otro lado, las fosfotriesterasas son esterasas hidrolíticas que rompen los enlaces esteéricos de los insecticidas fosforados, dando lugar a los ácidos y alcoholes los cuales no son tóxicos para el insecto, además de ser solubles en agua sacándolos así de manera más fácil del cuerpo del insecto (Pérez, 1988).

**Oxidasa de función múltiple** — Lagunes y Rodríguez (1985) señalan que este sistema enzimático es conocido también como oxidasas microsómicas de función mixta, oxidasas microsomales, y juega un papel muy importante tanto en los insectos resistentes como en los susceptibles, siendo el retículo endoplasmático el organelo celular donde se ubican las diversas enzimas que constituyen el complejo de FOM; en el caso de los insectos se localizan en el cuerpo graso, tracto digestivo y tubos de Malpighi, por lo que es considerado

como la primera defensa contra agentes tóxicos lipofílicos de carácter xenobiótico.

La falta de especificidad de las FOM y su incrementada actividad, es notable en la mayoría de los insectos fitófagos, en especial los que son polífagos, por lo que la resistencia se manifiesta en mayor o menor proporción debida a este mecanismo, principalmente en aquellos estados fenológicos de los insectos en los que requieren de una mayor alimentación, así la actividad del citocromo P-450 da origen a un producto hidrofílico que es un metabolito secundario (atóxico) fácilmente excretable; mediante dicha actividad, estas oxidasas confieren resistencia a través de reacciones que involucran grupos fundamentalmente diferentes, entre las que se encuentran la hidroxilación aromática, O-dealquilación, N-dealquilación, desulfuración oxidativa y la epoxidación (Wilkinson, 1983).

Dentro del grupo de los organofosforados, los que poseen enlace P=S pueden ser activados por FOM al pasarlos a un enlace P=O provocando una mayor agresividad de productos, aunque otras FOM pueden degradarlos antes que lleguen al sitio de acción (Nakatsugawa, 1969).

**Glutation-S-Transferasas (GSHT)** . Según Dauterman y Motoyama (1974) este grupo de enzimas es el responsable de la detoxificación de productos xenobióticos tanto en vertebrados como en invertebrados y muy probablemente sea el más importante en el metabolismo de desintoxicación de

los fosforados por la dealquilación de los insecticidas con radicales dimetilílicos unidos al fósforo, lo que origina productos menos tóxicos o más hidrosolubles facilitando su excreción como en el caso del ácido mercaptúrico; otros grupos pertenecientes al complejo enzimático GSHT, son las; S-aril, S-aralquil, S-alqueno y S-epóxido transferasa.

**DDTasa**→ Esta enzima es conocida como dehidroclorinasa, y es la responsable de metabolizar la molécula del DDT transformándola en DDE, la cual es un metabolito menos tóxico para los insectos. El metabolismo reductor del DDT es un factor importante para los individuos resistentes al disminuir la concentración interna del DDT transformarlo principalmente en DDE y después en DDA.

### **Mecanismos No Metabólicos**

Son aquellos mecanismos que no dependen del metabolismo del insecto; sin embargo, debido a la participación de estos mecanismos hay algunos insectos que son capaces de producir altos niveles de resistencia.

**Acetil Colina Insensible**→ La primera evidencia clara de la acetil colina insensible como un mecanismo de resistencia a insecticidas fue para fosforados como, el malation, malaoxon y paration metilico, así como para algunos carbamatos, especialmente el propoxur; aunque no es el principal mecanismo de resistencia en insectos (Hama e Iwata, 1972). Sin embargo,

Voss (1980) señala que un cambio estructural en la enzima inhibidora, es la causan de la resistencia por acetil colina insensible y que este mecanismo puede presentarse en lepidópteros y en dípteros como la *Musca domestica* (L.).

Investigaciones realizadas por Hama (1983), encontró por la actividad de la acetilcolina insensible, que existen cinco formas diferentes (isoenzimas) de las cuales no necesariamente todas deben ser alteradas para que el individuo presente resistencia. Moores y Devonshire (1984) señalan que en *M. domestica* puede presentarse al menos cuatro formas distintas de acetilcolina, tres insensibles y una susceptible, siendo necesario el aislamiento de este mecanismo en estado homocigoto para su caracterización bioquímica.

**Penetración Reducida**— La penetración reducida del tóxico a través del integumento del insecto, le confiere a este cierto grado de resistencia al permitir que menos cantidad de tóxico esté expuesto por más tiempo a los mecanismos enzimáticos de desintoxicación, por lo que solo dosis subletales llegan al sitio de acción, así mismo la penetración reducida, comúnmente interactúa con otros mecanismo de resistencia, lo que permite la manifestación de resistencia cruzada, como es el caso de los clorados en organismos resistentes a diazinon, siendo posible tal hecho en insecticidas, fosforados, carbamatos, piretrinas y principalmente organoclorados, grupos toxicológicos en los que cada vez es más factible que se presente el fenómeno de penetración reducida (Vinson, 1971).

**Resistencia al Derribo (Kdr)**-. El factor Kdr, conocido como sitio de acción insensible, el cual se considera que se presenta con mucha frecuencia en los piretroides y de manera cruzada con el DDT y otros clorados ya que comparten el mismo mecanismo de resistencia. Se ha consignado que los genes responsables a este tipo de resistencia son recesivos y se encuentran localizados en el cromosoma III y que al parecer son alélicos o al menos muy semejantes (Plapp, 1976 y Scott y Georghiou, 1986).

### **Manejo de la Resistencia a Insecticidas**

El grado y velocidad de la resistencia está en función del gen que la confiere, y de la presión de selección a la que se somete una población; además entre más tiempo pase antes de volver a utilizar un determinado insecticida, la susceptibilidad es mayor, pero el potencial de reversión a la resistencia es generalmente más alto que cuando se inició su empleo. Los individuos susceptibles conducen hacia la reversión de la resistencia si la presión de selección es retirada después de que hubiera ocurrido una homocigosis genética (Georghiou, 1983).

Los factores de manejo son los únicos que están bajo el control del hombre y pueden ser manipulados dependiendo del riesgo para la resistencia que revelen los factores genéticos y fisiológicos (Posos, 1993).

**Manejo por moderación** ─ Se logra la existencia de individuos con genes susceptibles en una población, mediante el uso de dosis bajas de insecticidas, los cuales representan un grupo valioso, que debe ser conservado, ya que a través de la presión de selección, la frecuencia genética inicial en una población silvestre se vuelve a favor de la resistencia. De esta manera la aplicación de dosis bajas que puedan matar a los individuos susceptibles como la  $DL_{50}$  o menos, es más que suficiente para que la población se mantenga; por otro lado, la aplicación de insecticidas con umbrales económicos altos, y aquellas medidas que permiten que se lleven a cabo menos aplicaciones, logran de esta manera en la población una menor presión de selección (Georghiou, 1983).

**Manejo por ataque múltiple** ─ Georghiou (1983) define el término ataque múltiple, como la aplicación de químicos multidireccionales en la presión de selección a corto y largo plazo, como los productos inorgánicos cuya acción se extiende a varios sitios del insecto. Artificialmente esto se puede lograr mediante el uso de mezclas y rotación de insecticidas. Esto permite que no se genere resistencia al insecticida o a varios productos.

**Manejo por Saturación** ─ El manejo por saturación se logra con aplicaciones constantes y altas dosis de insecticidas, esto no implica la saturación del medio ambiente, pero si de los mecanismos de defensa del insecto mediante cantidades que pueden superar la resistencia (Georghiou, 1983).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de Estudio**

Este trabajo se realizó en dos localidades; en la huerta de manzano del Señor Mario Padilla, ubicada en San Antonio de las Alazanas, Arteaga y en las Cámaras bioclimáticas del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo. La Sierra de Arteaga, se encuentra ubicada en la porción Sureste del Estado de Coahuila, enclavado en el macizo montañoso que forma parte de la Sierra Madre Oriental, a los 25°27'45" de Latitud Norte y 101°27'43" de Longitud Oeste, entre los 1700 a 3500 msnm. Mientras que la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se encuentra ubicada a unos 1743 msnm, a 25°20'57" de Latitud Norte y 101°1'3" de Longitud Oeste.

### **Biología de *A. latifrons***

#### **Observaciones de laboratorio**

Para el cálculo de las unidades calor de cada estado del *A. latifrons*, se instalaron crías, iniciales con adultos procedentes de campo, en una cámara

bioclimática a una temperatura constante de 19°C y 70 por ciento de humedad relativa. En la cría de adultos, se utilizaron envases plásticos con una altura de 22.5 cm y 13.5 cm de diámetro, la alimentación consistió de yemas tiernas y hojas de manzano. Los adultos evaluados provenían de colectas semanales de diferentes fechas. Para la obtención de huevecillos y larvas, se colocó cartón corrugado en cada envase. Las observaciones se realizaron cada cuatro días, utilizando una charola y una malla metálica, se cernía el contenido del fondo de dichos envases y se realizaban las observaciones y registro del número de huevecillos ovipositados y larvas emergidas. Se llevó registro de días a oviposición, número de huevecillos por oviposición, días a eclosión, número de larvas de primer estadio (L1), número de adultos vivos y muertos; se registró además, el número de parasitoides que emergieron de los adultos de cada colecta.

Para el registro de los días de prepupa a adulto, se colocaron larvas de tercer estadio y pupas, provenientes de campo de diferentes fechas de colecta, en envases de plástico con suelo; se separaron las larvas de acuerdo al tamaño de la cápsula cefálica diferenciando las que presentaron un color marrón de las de color amarillo y las formas de éstas, y las pupas por tamaño diferenciando las de 9 mm y 6 mm. Para la emergencia de los adultos se utilizaron dos tipos de envases de 22.5 cm de altura por 13.5 cm de diámetro y de 19.5 cm por 7.5 cm de diámetro. Las observaciones y registro se realizaron cada cuatro días. Se registró días a prepupa y días de prepupa a emergencia del adulto.

Los adultos provenientes de las cámaras de cría fueron colocados en los envases de cría de adultos, con alimento, para el seguimiento del estado y registro de observaciones.

Para determinar los días de desarrollo larval, las larvas L1, provenientes de la cría de adultos, fueron colocadas en macetas que contenían manzano, se utilizaron dos repeticiones, las evaluaciones se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días. Las observaciones y registro fueron a días para larvas de primer estadio a larvas de tercer estadio o inicio de prepupa.

### **Estimación de unidades calor**

En la determinación de los requerimientos térmicos (K) de los diferentes estados de desarrollo, se utilizó la fórmula propuesta por Trimble (1986) y Sanbom *et al.* (1982)  $K = t(T^{\circ}\text{C} - \text{UTI})$ , donde, K = Unidades Calor necesarias para completar una fase de desarrollo del insecto; t = No. De días de desarrollo de un estado específico;  $T^{\circ}\text{C}$  = Temperatura constante en grados centígrados, donde se desarrolló un estado específico; UTI = Umbral inferior de temperatura ( $5^{\circ}\text{C}$ ) esta temperatura es sobre la base de lo reportado por Sánchez *et al.* (1992).

## **Estimaciones en campo de unidades calor**

A partir de enero se registraron las temperaturas máximas y mínimas y la humedad relativa obtenidas con un higrotermógrafo ubicado en San Antonio durante enero 1999 y mayo de 2000. Los datos de temperatura diarias fueron transformados a unidades de calor diarias empleando tablas precalculadas para medios días con un umbral de desarrollo de 5°C a través del método de seno doble, esto para estimar la ocurrencia entre eventos en tiempo fisiológico para el picudo de la yema del manzano *A. latifrons*. La tabla precalculada se obtuvo por medio del programa de computadora Degree Day Utility, versión 2.1; de la Universidad de California en 1990.

## **Dinámica Poblacional de los Estados Fenológicos de *A. latifrons***

Se seleccionaron al azar cinco hileras de manzanos, dentro de las cuales se realizaron los monitoreos biológicos del adulto, colocando una trampa de cartón corrugado por árbol, a una altura de 30 cm del suelo y amarradas con piola o hilo, se colocaron alrededor de 60 trampas por hilera. Se registró el número de adultos por trampa por árbol por hilera por semana obteniendo un muestreo semanal con cinco repeticiones. Para los inmaduros en el suelo, se realizaron muestreos preliminares con diferentes distancias del árbol (15, 30 y 45 cm), largo del hoyo (30, 45, 60, 75 hasta 105 cm) y profundidad (15, 30 y 45 cm) con un ancho de 30 cm. Una vez seleccionado las dimensiones del hoyo se realizaron los muestreos de suelo a 30 cm del árbol, abriendo un hoyo

de 50 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad por árbol. Se llevó un registro de número de larvas de segundo estadio (L2) y tercer estadio (L3) y pupa. Estos muestreos se realizaron del 10 de abril de 1999 al 30 de abril de 2000, durante todo el ciclo del cultivo. Las larvas de L1 a L3, se determinó midiendo la cápsula cefálica.

Se consideraron los factores bióticos como los parasitoides, los cuales fueron obtenidos de las poblaciones provenientes de los muestreos y que se colocaron en las cámaras de cría; los parasitoides se colocaron en cajas petri en el caso de las pupas de dípteros e himenópteros; los adultos fueron conservados en alcohol al 70 por ciento, para su posterior identificación.

Los datos obtenidos fueron graficados, relacionando la emergencia de adultos a través del tiempo, con la población de larvas y pupas; y con los factores bióticos y abióticos que se presentaron durante el desarrollo de la investigación. Para ello, se realizaron los siguientes análisis estadísticos: correlaciones, regresiones lineales múltiples para conocer la relación entre las variables independientes, unidades calor diaria, unidades calor acumuladas, humedad relativa, mortalidad debida a parasitoides; con la variable dependiente, captura de adultos, larvas y pupas; para determinar si existe una relación (casual o causal) entre el incremento de enemigos naturales y los factores climáticos y la emergencia de adultos, larvas o pupa.

## **Susceptibilidad de Larvas de *A. latifrons* a Insecticidas**

El material biológico (larvas) utilizado en estas pruebas fue colectado de la huerta de manzano durante 1999 y 2000.

Para ello se utilizó la técnica de aplicación tópica. Previo a los bioensayos se realizó una prueba con solventes, en la cual se evaluó el efecto de acetona, metanol y etanol como solventes orgánicos, utilizando para ello larvas de tercer estadio y determinar el más inocuo a las larvas. Lagunes y Vázquez (1994), señalan que debido a su alta volatilidad, facilidad de adquisición y capacidad para disolver a la mayoría de los insecticidas, la Sociedad Americana de Entomología (ESA) recomienda el uso de la acetona como disolvente universal para las pruebas de resistencia. Al respecto el mejor solvente fue precisamente la acetona.

Como ya se citó se utilizó la técnica de aplicación tópica que consiste en depositar un microlitro del solvente seleccionado con una cantidad conocida del tóxico, aplicado en la región dorsal del tórax de la larva utilizando un microaplicador manual con tornillo micrométrico y una jeringa de 50 microlitros con émbolo de metal marca Hamilton.

Una vez seleccionado el solvente se determinó el criterio de muerte, utilizando material biológico proveniente de campo. Para ello, las larvas de

tercer estadio fueron colocadas en cajas de petri y sobre el tórax, se aplicaron dosis del diazinon, de 500 a 10,000 ppm, más un testigo sin insecticida, solo con el solvente para comparar el efecto en las larvas en las que se aplicó el insecticida. Se tomaron lecturas a los 12, 24, 36 y 48 horas después de la aplicación del insecticida para anotar los síntomas que fueron presentando las larvas hasta alcanzar la muerte. En este sentido, Lagunes y Vázquez (1994), indican que la elección de la respuesta a medir en un bioensayo es discrecional, y tiene la única condición de que esté relacionada con la medición de la tolerancia al tóxico. Entre los criterios empleados que se citan para determinar el criterio de muerte es la incapacidad que muestra la larva de desplazarse al menos una distancia equivalente a la longitud de su cuerpo (Magaro y Edelson, 1990). El criterio de muerte fue dar por muertas a las 24 horas aquellas larvas que estuvieran inactivas, que presentaran convulsiones sin poder moverse, o aquellas que presentaran poca movilidad pero permanecieran postradas sin poder desplazarse.

Los insecticidas en grado técnico utilizados en los bioensayos se presentan en el Cuadro 3.1. De los que sobre la base del porcentaje de pureza de los insecticidas se prepararon las diluciones en partes por millón (ppm), empleando como solvente acetona industrial purificada; las cantidades de material técnico correspondiente para obtener 10 ml de una solución madre con una concentración de 10,000 ppm, fueron pesadas en una balanza analítica digital con una capacidad desde 0.0001 hasta 160 grs. A partir de esta solución se prepararon varias diluciones de 10 ml con una concentración

menor; para preparar las diluciones se utilizaron pipetas con capacidad de 1 ml a 10 ml y matraces de aforar de 10 ml.

Cuadro 3.1. Insecticidas en grado técnico utilizados para la obtención de las líneas respuesta dosis-mortalidad de larvas de 3er estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp). 1999-2000

Nombre Técnico	Grupo Toxicológico	Concentración (%)
diazinon	fosforado	98.5
clorpirifos	fosforado	97.3
metamidofos	fosforado	76.8
paration metílico	fosforado	80.0
carbofuran	carbamato	85.0
endosulfan	Clorado	94.5
cipermetrina	piretroide	93.5
bifentrina	piretroide	50.0

Cada una de las diluciones fueron depositadas en frascos con capacidad de 75 ml color ámbar con tapón metálico de cierre hermético, cubierto con papel de aluminio, etiquetando el frasco con la concentración y el nombre del insecticida, manteniéndolos refrigerados a temperatura de 10°C y fuera de luz cuando no se requería su uso.

Una vez obtenidas las diluciones de cada uno de los insecticidas, se llevaron a cabo bioensayos con dosis altas y bajas de los diferentes

insecticidas (fosforados, carbamatos, piretroides y clorados), en donde se obtuvieron mortalidades que oscilaron entre el 16 y 84 por ciento para estimar la ventana biológica utilizando para ello serie de dosis en serie de decimal de 10 a 10,000 ppm para cada uno de los ocho insecticidas. Una vez llevado a cabo los bioensayos preliminares, se procedió a afinar varias dosis para obtener intervalos de mortalidad más cortos eliminando las dosis que mostraran mortalidades de 0 y 100 por ciento y con ello estimar las líneas de respuesta dosis-mortalidad. Para ello se corrieron series de dosis (5-9) que en general varió de 400 a 5,000 ppm (Ver cuadros A.9 al A.16). En todos los casos se utilizó un testigo como referencia al cual solo se le aplicó el solvente.

El número de individuos que se utilizó por dosis fue de 12 larvas previamente pesadas y seleccionadas, de tal forma que fueran lo más homogéneas posibles, a las cuales se les aplicó un  $\mu\text{l}$  de cada una de las diluciones de los diferentes insecticidas, incluyendo un testigo al que se le aplicó un  $\mu\text{l}$  del solvente acetona. Estas se colocaron en cajas Petri, las que se taparon con papel aluminio para protegerlas de la luz. A las 24 horas se procedió a tomar los datos de mortalidad, de acuerdo al criterio de muerte previamente determinado.

En los casos que se presentó mortalidad en el testigo los datos de mortalidad obtenidos fueron corregidos mediante la fórmula de Abbott (1925), y estos datos fueron analizados por el método de análisis probit de máxima

verosimilitud utilizando el programa de computadora "análisis Probit" versión 1.0 (Camacho, 1991), a través del cual se obtuvieron la ecuaciones de predicción, las  $DL_{50}$ ,  $DL_{95}$ , datos para graficar la línea de respuesta y sus límites fiduciales, con una probabilidad del 95 por ciento.

Posteriormente, se realizan las pruebas de Chi cuadrada ( $X^2$ ) para obtener la bondad de ajuste con los valores obtenidos, se estimó a su vez los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) así como la probabilidad de ocurrencia del evento.

Finalmente los resultados obtenidos de los bioensayos, fueron representados gráficamente en escala logarítmica y valores probit, con lo que se obtuvieron las líneas de respuesta dosis-mortalidad correspondientes, cuya pendiente y posición permitió inferir sobre el grado de susceptibilidad de las larvas a los diferentes insecticidas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Dinámica Poblacional de Géneros de Picudos en Manzano

Durante un ciclo completo de 12 meses o 52 semanas, se muestrearon 260 árboles de manzano (cinco árboles por semana), con la ayuda de franjas de cartón corrugado para la captura de adultos. En estos muestreos se encontraron tres géneros de picudos, de los cuales la mayor población fue del género *Amphidees*, el cual se determinó de acuerdo a las características morfológicas citadas por Muñíz (1997) y Calderón (1999). Así de una población de 11,649 picudos colectados, se determinó en porcentaje que el 98.01 (11,418) pertenecieron al género *Amphidees*, mientras que el 1.35 (157) al género *Paranametis* y sólo el 0.64 (74) al género *Asynonychus*. Estos resultados muestran la importancia que tiene el *Amphidees*, como el principal causante del daño en las yemas del manzano. Esta proporcionalidad se puede observar más claramente en la Figura 4.1; y en la que el pico poblacional más alto de *Amphidees* se da en el mes de octubre, aunque los incrementos del insecto inician desde septiembre y disminuyen en enero. En tanto que, *Paranametis*, empieza a aparecer en abril, alcanzando su pico poblacional en el mes de septiembre, con incrementos a partir de julio y desaparece a fines de octubre (Figura 4.2) cuando el cultivo de manzano se encuentra en producción, no encontrando adultos el resto del año sino hasta marzo del 2000; en tanto

que *A. godmani*, su pico poblacional más alto se observó en el mes de octubre, aunque concuerda con lo observado con *Paranametis* sp. ya que inicia su emergencia del suelo en el mes de julio, estando ausente durante los meses de enero hasta junio; en ambos géneros coincide su aparición con la etapa de producción del cultivo de manzano los datos de las figuras se presentan con más claridad en el Cuadro 4.1, aunque como ya se señaló en números muy bajos en comparación al *Amphidees*.

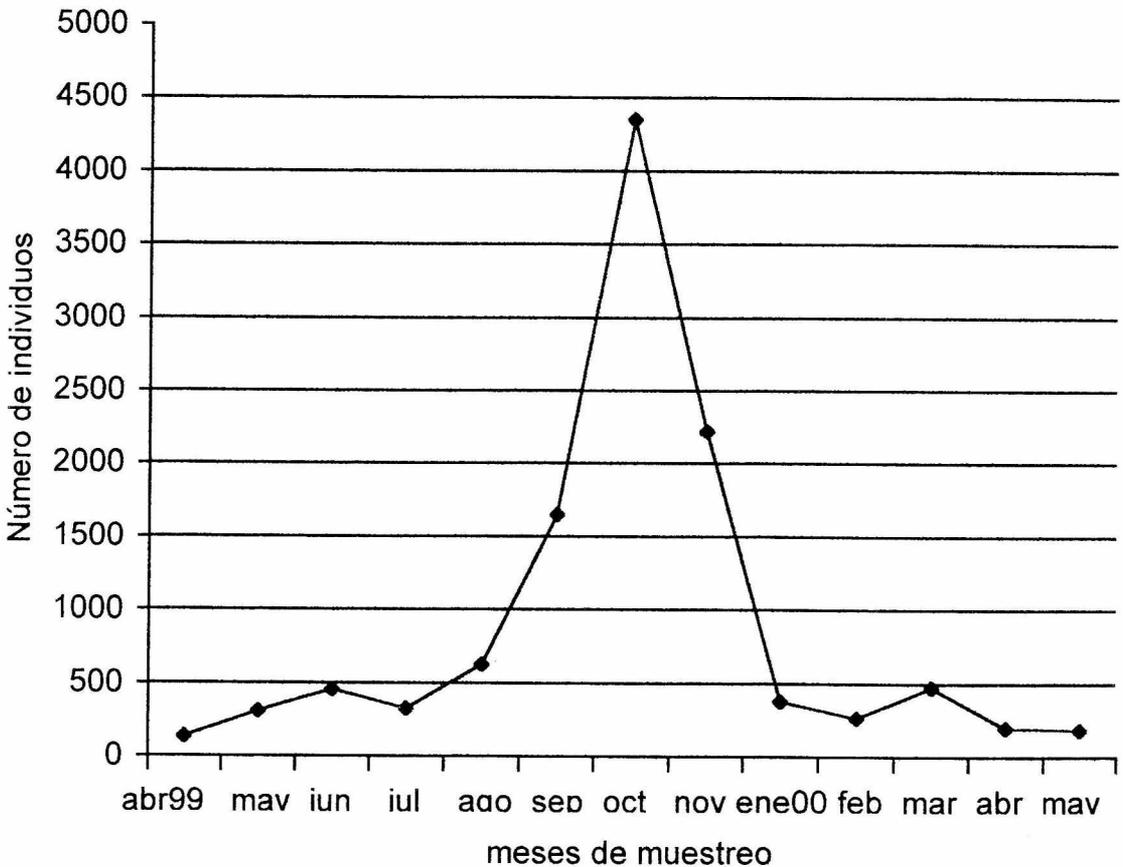


Figura 4.1. Distribución mensual de capturas de *Amphidees latifrons*, durante el período abril 1999 a mayo 2000, en la huerta de manzano en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.

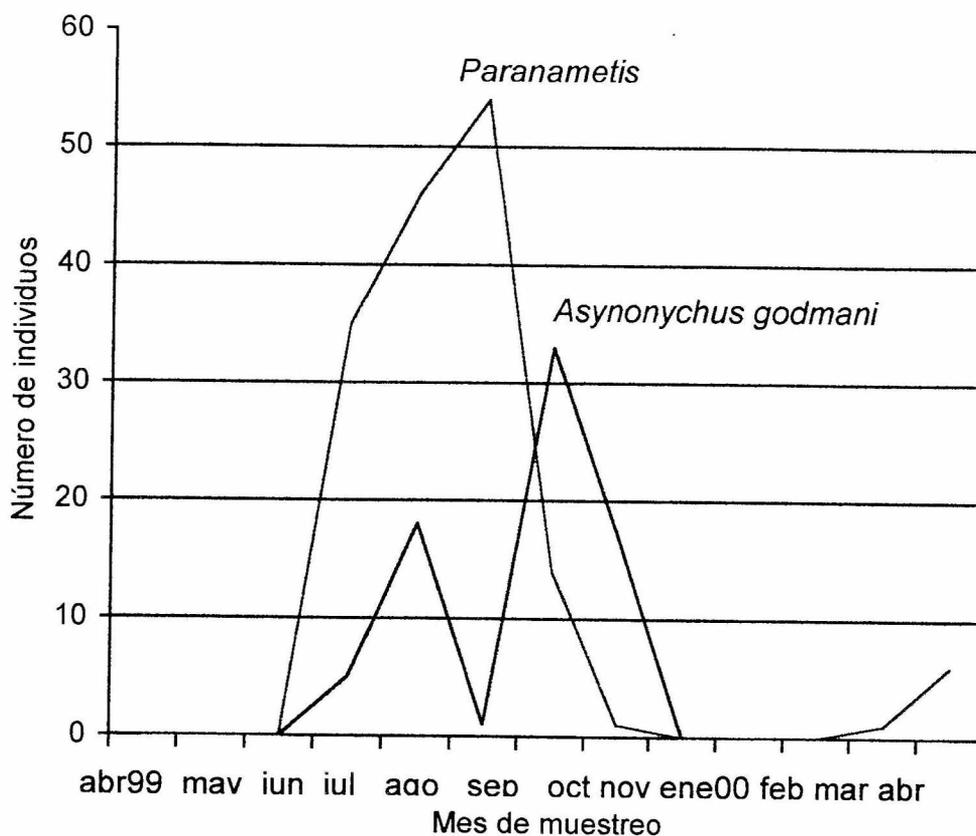


Figura 4.2. Distribución mensual de capturas de *Paranametis* sp. y *Asynonychus godmani* (Burke), durante el periodo abril 1999 a mayo 2000, en la huerta de manzano en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila.

Cuadro 4.1. Colecta mensual de *Amphidees latifrons* (Sharp), *Paranametis* sp. (Burke) y *Asynonychus godmani* (Crocht) en huerto de manzano, en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, durante el periodo abril 1999 a mayo 2000.

Género	1999								2000					%
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	
A. l	133	306	454	324	624	1648	4349	220	377	261	474	196	185	98.01
P.	0	0	0	35	46	54	14	1	0	0	0	1	6	1.35
A. g	0	0	0	5	18	1	33	17	0	0	0	0	0	0.64

A. l= Amphidees; P.= Paranametis; A. g.= Asynonychus godmani

A la fecha no se ha determinado la biología de *Paranametis* y de *A. godmani*, en el cultivo del manzano. Aunque se ha observado que el adulto de *A. godmani* se encuentra en el fruto junto al pedúnculo y esto pudiera ser una forma de diseminarse este insecto al cosechar el fruto, o bien como lo cita Statewide Integrated Pest Management Project (1997) en los que puede depositar huevecillos, al igual que en grietas o hendiduras del árbol, y que las larvas al emerger pasan al suelo para alimentarse de raíces por un período de seis a diez meses, esto lo señalan en esta especie para cítricos pero sin causar daño al fruto.

Es de señalar que la densidad por árbol de *Amphidees*, fluctuó de 0.2 adultos por árbol a partir de la primera semana de febrero, pero se llega a encontrar hasta 266 adultos por árbol, en la tercera semana de octubre, encontrando en este mes las densidades más altas de picudo por árbol (Figura 4.3) en esta figura se aprecia claramente que en ausencia de hojas a partir de octubre este picudo se alimenta de las yemas del manzano durante el periodo de octubre a enero, que es cuando causa el mayor daño; al respecto, Sánchez (1992), señala que un adulto consume una yema en un intervalo de siete días.

Calderón (1999) encontró en el mes de julio una mayor incidencia de *Amphidees*, en dos huertas de San Antonio de las Alazanas, donde se ubica incluyendo la huerta del señor Padilla, mientras que en este trabajo para período 1999 al 2000 el mes de mayor densidad por árbol se obtuvo durante el

mes de octubre, tal como se observa en la Figura 4.3. Estos resultados demuestran un aumento de la población de picudos durante este período, debido a que en octubre se cumplen las 2,310 UC, que requiere el adulto para su emergencia. El ciclo de vida expresado en tiempo fisiológico se discute en el siguiente capítulo.

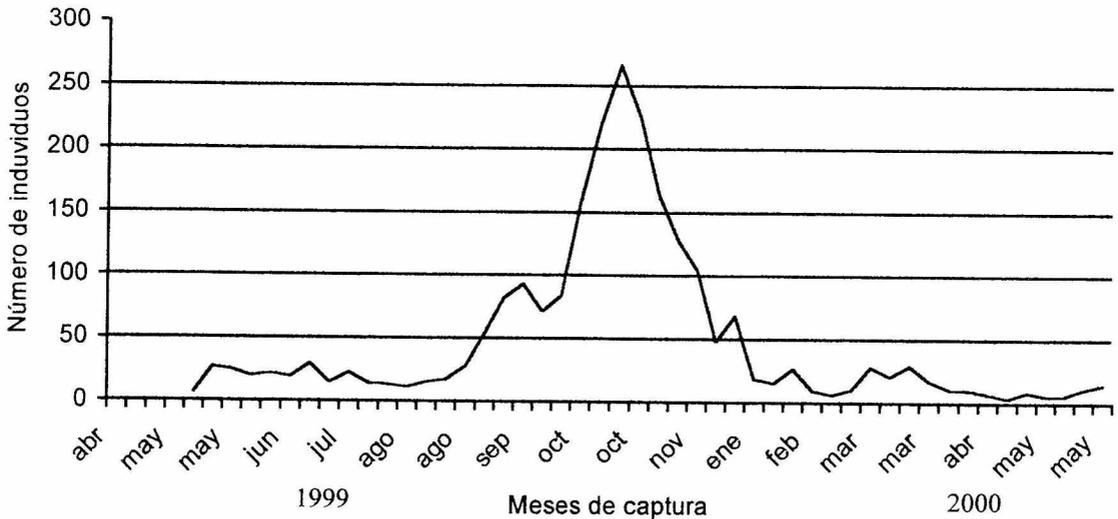


Figura 4.3. Promedio de adultos de *Amphidees latifrons* (Sharp) por árbol de manzano, en muestreos semanales realizados en huerto de manzano en San Antonio de las Alazanas, durante 1999 a 2000.

### Especies de *Amphidees*

Como ya se señaló el género *Amphidees* por su número es el de mayor importancia; sin embargo, es necesario enfatizar que en realidad este género es un complejo de varias especies y de acuerdo a la ayuda del M.C. Muñiz y el M.C. Vergara, se corrobora la presencia de tres especies de *Amphidees*, que son *A. latifrons*, *A. macer* y *Amphidees* sp. *A. latifrons* se presenta con un

porcentaje promedio de 68.99 variando comúnmente del 80 a 100, de septiembre hasta marzo; mientras que *A. macer*, presenta un porcentaje promedio de 11.23, variando comúnmente de 0 a 4 hasta marzo; en mayo llega a ser hasta del 82. En *Amphidees* sp. el promedio es del 17 al 20 de enero hasta abril, disminuye en mayo de 0 a 9; pero en septiembre llega a ser hasta de un 65.39 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Proporción de especies de *Amphidees* de muestras al azar en distintas fechas de colecta.

Fecha de Colecta	Número de individuos de <i>Amphidees</i>			Total	Porcentaje de		
	<i>latifrons</i>	<i>macer</i>	sp		<i>latifrons</i>	<i>macer</i>	sp
Sep 19	126	10	257	393	32.1	2.54	65.39
En 15	147	0	36	183	80.3	0	19.70
En 22	19	1	4	24	79.2	4.20	16.70
Mar 04	64	1	15	80	80.0	1.25	18.75
Mar 25	60	0	15	75	80.0	0	20.00
Abr 01	16	7	1	32	50.0	21.90	3.12
Abr 08	32	0	0	32	100.0	0	0
Abr 15	35	0	9	44	79.5	0	20.45
Abr 29	18	0	0	18	100.0	0	0
May 13	3	28	3	34	8.8	82.35	8.82
<b>Total</b>	<b>520</b>	<b>47</b>	<b>340</b>	<b>915</b>	<b>68.99</b>	<b>11.23</b>	<b>17.29</b>

porcentaje promedio de 68.99 variando comúnmente del 80 a 100, de septiembre hasta marzo; mientras que *A. macer*, presenta un porcentaje promedio de 11.23, variando comúnmente de 0 a 4 hasta marzo; en mayo llega a ser hasta del 82. En *Amphidees* sp. el promedio es del 17 al 20 de enero hasta abril, disminuye en mayo de 0 a 9; pero en septiembre llega a ser hasta de un 65.39 (Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Proporción de especies de *Amphidees* de muestras al azar en distintas fechas de colecta.

Fecha de Colecta	Número de individuos de <i>Amphidees</i>			Total	Porcentaje de		
	<i>latifrons</i>	<i>macer</i>	sp		<i>latifrons</i>	<i>macer</i>	sp
Sep 19	126	10	257	393	32.1	2.54	65.39
En 15	147	0	36	183	80.3	0	19.70
En 22	19	1	4	24	79.2	4.20	16.70
Mar 04	64	1	15	80	80.0	1.25	18.75
Mar 25	60	0	15	75	80.0	0	20.00
Abr 01	16	7	1	32	50.0	21.90	3.12
Abr 08	32	0	0	32	100.0	0	0
Abr 15	35	0	9	44	79.5	0	20.45
Abr 29	18	0	0	18	100.0	0	0
May 13	3	28	3	34	8.8	82.35	8.82
<b>Total</b>	<b>520</b>	<b>47</b>	<b>340</b>	<b>915</b>	<b>68.99</b>	<b>11.23</b>	<b>17.29</b>

Se observa una dominancia de *A. latifrons* desde enero hasta abril; sin embargo *Amphidees* sp. parece dominar relativamente en el mes de septiembre. El hecho que *A. latifrons* domine en los meses en que el cultivo se encuentra en reposo invernal, confirma que es esta especie principalmente que ocasiona el daño principal del anillamiento de las yemas en el manzano.

Se observó en las cámaras de cría que a diferencia de *Amphidees* sp., los adultos de *A. latifrons*, tienen unas mandíbulas mucho mas fuerte, capaces de cortar hasta mallas de nylon que se utilizaron para cubrir las cámaras de cría.

### **Ciclo Biológico en Unidades Calor de *A. latifrons***

La definición del ciclo biológico del picudo de la yema del manzano, es el resultado de una serie de observaciones realizadas en la cámara bioclimática y durante el ciclo vegetativo del manzano. La estimación de las unidades calor de cada etapa fenológica de *A. latifrons*, es el producto de la suma de todas las observaciones realizadas a través de las generaciones que se colectaron y que se presentaron, divididas entre el número de observaciones totales.

### **Preoviposición**

Este parámetro se midió a partir de la emergencia de adultos y el inicio de la oviposición. De acuerdo con las observaciones realizadas de este evento

tiene una duración de 280 Unidades Calor (UC), Cuadro 4.3. Este evento requiere de 20 días promedio desde emergencia hasta el inicio de la oviposición.

Cuadro 4.3 Requerimientos térmicos de los diferentes estados biológicos de *Amphidees latifrons* (Sharp), en la cámara bioclimática a 19°C. 1999-2000.

Evento Biológico	U.C.	días	Descripción
Preoviposición	280	20	Emergencia de adulto a inicio de oviposición
Incubación	350	25	Huevecillo a emergencia larva L1
Desarrollo larval	1,260	90	Larva L1 a L3 Prepupa
Pupa	420	30	Prepupa a emergencia de adulto
Adulto	2,254	161	Emergencia de adulto a su muerte
<b>Total ciclo biológico</b>	<b>4,564</b>	<b>326</b>	<b>De preoviposición hasta que muere el adulto</b>

## Oviposición

Este período se midió a partir del inicio de la oviposición hasta la emergencia de las larvas y demandó una acumulación de 350 UC, y requirió para ello de 25 días (Cuadro 4.3). La mayor oviposición se observó en poblaciones colectadas durante el mes de enero, estas observaciones se han realizado con una población procedente de campo, y existe variabilidad en cuanto a la edad de los adultos y por el efecto de mortalidad debida a parasitoides.

Por el comportamiento de la hembra en la cámara de cría, se infiere o deduce que el adulto prefiere ovipositar en grietas, o hendiduras de tal manera que los huevecillos queden protegidos. Esto debido a que se colocó tanto cartón corrugado en forma de rollo como doblado, así como hojas, y los huevecillos se encontraron en gran cantidad, en grupos y otros en forma individual en las orillas del cartón corrugado doblado, y en menor cantidad en los canales adheridos al cartón.

### **Incubación y eclosión.**

Se estima un promedio de 10 oviposiciones, las que se realizaron durante las observaciones de una población colectada del 15 de enero al 28 de marzo. De una población de 209 adultos, se obtuvieron 1,775 huevecillos; estos se pueden encontrar individualmente o en grupos, en oquedades o aberturas cerca o sobre el tronco. El huevecillo tiene una forma alargada y ovalada, que mide 0.50 mm de ancho y 1.0 mm de longitud. Son de color blanco y a medida que van madurando se tornan de color marrón. Conforme avanza la incubación se aprecia un cambio en la coloración y contenido, observándose una masa blanca dentro del huevecillo de color marrón. Los huevecillos, pasan por coloración de blanco, amarillo, amarillo-anaranjado y finalmente marrón. Estos cambios de coloración se dan en los primeros seis días después de la oviposición, aunque como ya se señaló la eclosión ocurre a los 25 días.

## Desarrollo larval

Una vez formada la larvita, antes de emerger se inicia el rompimiento del córion con sus mandíbulas y recién emergida se dirige al suelo. La larvita en esta etapa, es una pequeña oruga no mayor de 1mm de longitud, de color blanco, ápoda, con cápsula cefálica color blanco. La cápsula cefálica mide 0.2 mm de ancho. La larva inicia un proceso de búsqueda de raicillas del manzano, ubicándose cerca de las raíces secundarias del árbol para alimentarse de estas, al mudar pasa inmediatamente al segundo estadio. El segundo estadio presenta una cápsula cefálica de 0.50 mm y el cuerpo llega a medir 3.2 mm de longitud. En este estadio, la larva se alimenta de raicillas. La larva una vez que alcanza el tercer estadio de desarrollo, la cápsula cefálica mide 1.0 mm y la larva alcanza una longitud de 9 mm; la cápsula cefálica pasa a ser de un color rojizo cerca de las piezas bucales y el resto es de color marrón. La larva de *A. latifrons* como se puede observar en la Figura 4.4, esquematiza la forma de la cápsula cefálica, la vista lateral de la cabeza y el segmento torácico y el número de setas presentes con su disposición.

Los resultados obtenidos muestran que las larvas tienen una capacidad de sobrevivencia a factores adversos como humedad, temperatura y precipitación; en esto es importante resaltar que esta es una zona de una baja precipitación, de suelo de una textura arcillosa, sumamente compactado, y sin embargo, las larvas subsisten ante estas condiciones.

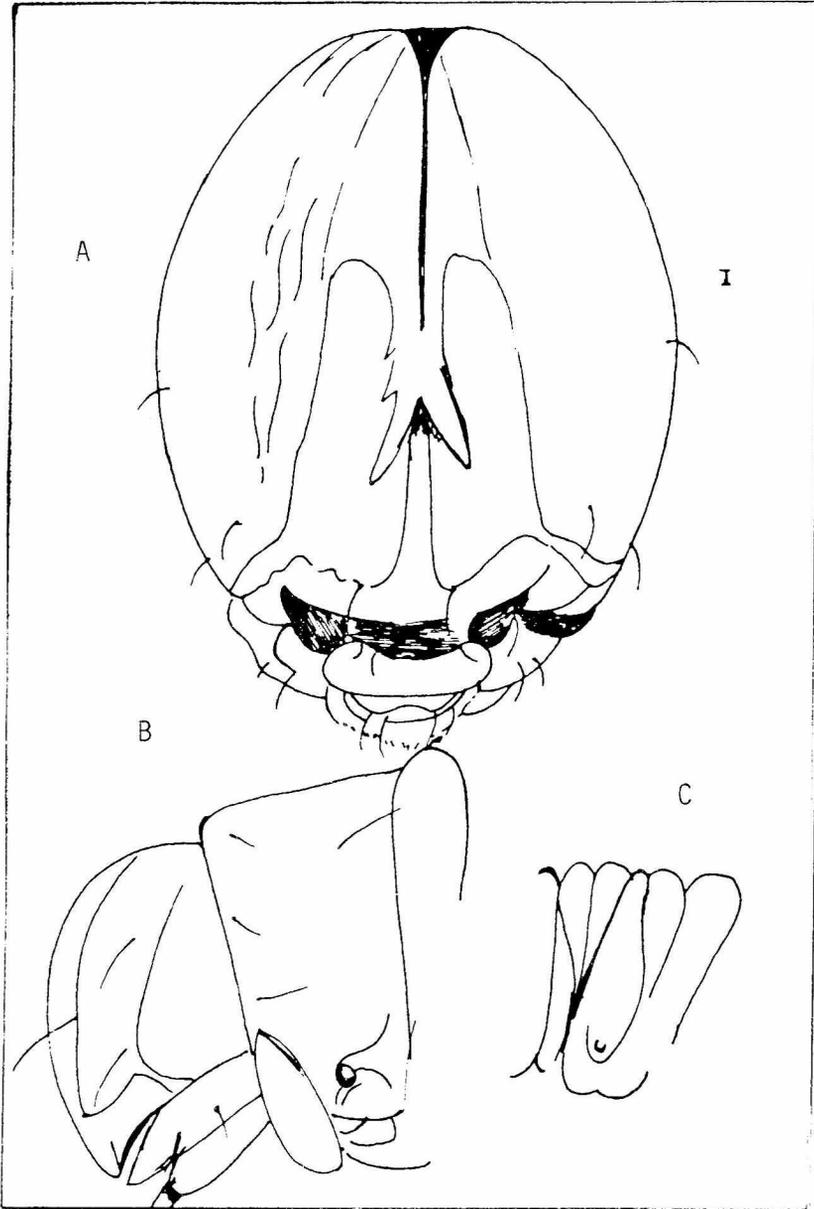


Figura 4.4 Larva de *Amphidees latifrons* : A) Cápsula cefálica y número de setas; B) Vista lateral de la cápsula cefálica; C) Segmento torácico.

Las poblaciones de larvas de tercer estadio en *A. latifrons* se observaron primordialmente durante los meses de enero a mayo, con poblaciones que van de 25 hasta 40 larvas, en tanto, que las larvas de segundo estadio se mantienen en niveles bajos pero alcanzando un pico poblacional en el mes de abril, en general esto por la dificultad de observación, razón por la que no se incluyen datos de larvas de primer estadio. En el caso de pupas los picos poblacionales más notorios se tienen en agosto y en febrero (Figura 4.5). Aunque es claro que el número debió ser mucho mayor en el período de enero a mayo; sin embargo, el estar en cápsulas en el suelo a diferentes profundidades dificultó su observación.

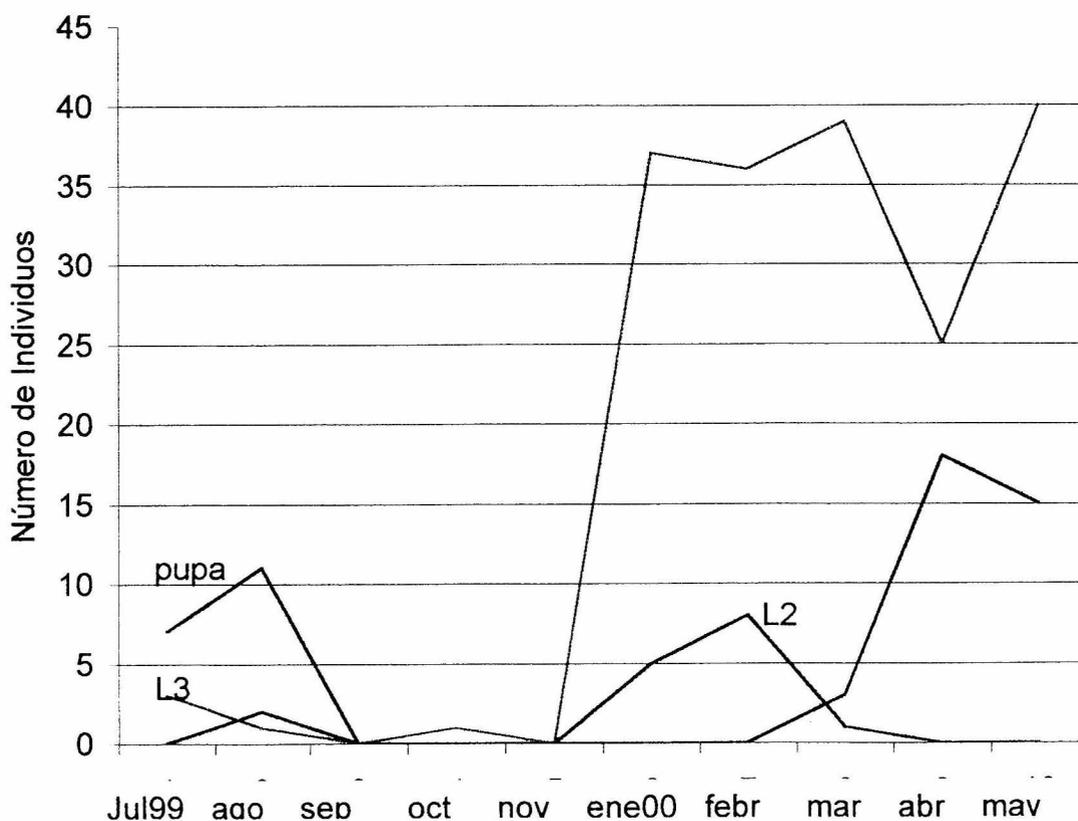


Figura 4.5 Muestreo de larvas L2, L3 y pupa de *Amphidees latifrons*. San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

Las larvas de tercer estadio antes de pasar a prepupa, forman una cápsula con el suelo donde continuará sus cambios morfológicos. Esta etapa de desarrollo de larva de L1 hasta inicio de prepupa consume alrededor de 1,260 UC, unos 90 días (Cuadro 4.1).

La fluctuación poblacional de las larvas de tercer estadio de *Amphidees* sp. presentan una población constante desde agosto, hasta abril, mientras que las de segundo estadio se observaron en mayor número en enero y abril, lo que indica que se encuentra presente durante todo el ciclo del cultivo. Aunque en menor número que las de *A. latifrons* en el caso de las pupas se observa un número alto en julio y otro de enero a marzo (Figura 4.6).

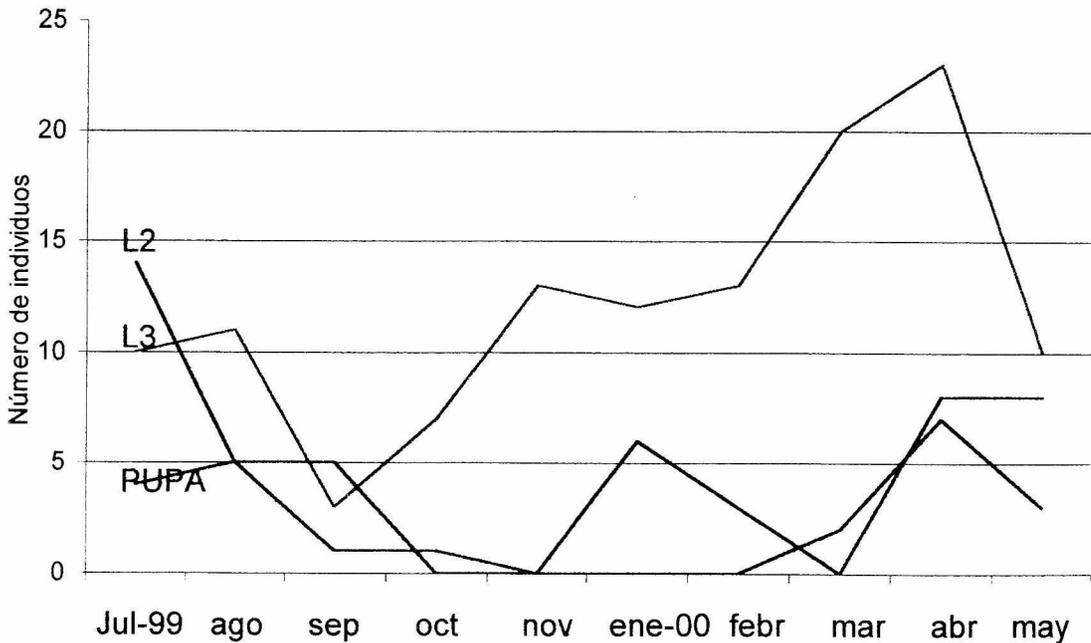


Figura 4.6 Muestreo de larvas L2, L3 y pupa de *Amphidees* sp. San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

En el caso de *Amphidees* sp. la larva es parecida a *A. latifrons*, sin embargo se observan diferencias en el tamaño de los adultos que miden menos de 8 mm, esta diferencia también se observa en las larvas que miden 6 mm y con una cápsula cefálica que tiene forma triangular, además, de presentar dos setas menos, y el segmento torácico presenta tres setas alrededor del espiráculo, una en la parte superior y dos en la inferior (Figura 4.7). La cápsula cefálica de *Amphidees* sp. es amarilla inicialmente, pero cuando para al tercer estadio toma una coloración marrón similar a la de *A. latifrons*.

## **Pupa**

Al alcanzar las larvas su desarrollo completo se confinan en una cápsula de suelo, que construyen a una profundidad entre los 5 y 20 cm. Las larvas en estas condiciones pasa a un estado intermedio denominado prepupa, en el cual se le ensancha el tórax, tiene poco movimiento, pasando en pocos días a pupa. Se ha observado que las larvas de L3 a pupa demandan alrededor de 840 UC (66 días) y de prepupa a pupa requieren de alrededor de 420 UC (30 días).

En su cápsula en el suelo la prepupa, comienza una serie de transformaciones, hasta que se convierte en pupa la que es exareta y hay aparición de élitros, su cuerpo toma una coloración que va de blanco, luego pasa a marrón y seguidamente a negro brillante, durante este período el adulto permanece en el suelo. En esta etapa, los élitros son de consistencia suave.

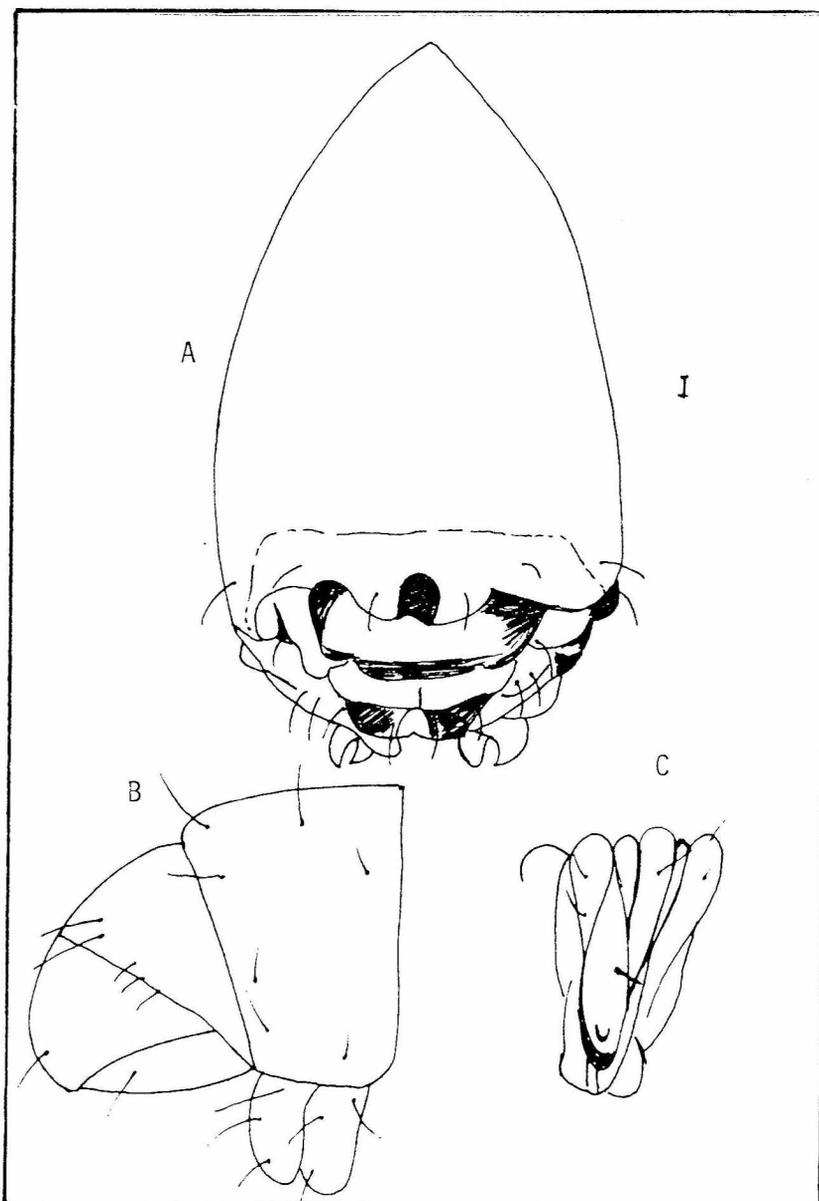


Figura 4.7 Larva de *Amphidees* sp. : A) Cápsula cefálica y número de setas; B) Vista lateral de la cápsula cefálica; C) Segmento torácico.

## Adulto

Una vez se endurecen los élitros, su coloración pasa a un color negro sin brillo y con la presencia de escamas, el adulto sale del suelo en busca de comida, y se refugia en las oquedades o ranuras que encuentre en el árbol donde no haya entrada de luz, en la base del árbol. o en rajaduras del suelo. Mientras que el manzano se encuentre en estado de reposo, el adulto se puede alimentar de hojas caídas del manzano, pero sobre todo de yemas tiernas causando anillamientos en las mismas, o bien de hojas cuando el manzano se encuentra en producción. Se han encontrado adultos durante todo el ciclo del cultivo de manzano.

En confinamiento el adulto vive alrededor de 161 días, y desde su emergencia hasta el final de su ciclo de vida requiere de 2,254 UC.

Es de señalar que el total de UC que el insecto demanda de Preoviposición (adulto nuevo) hasta la emergencia de adultos es de 2,310 UC, lo que representa alrededor de 165 días.

**Comportamiento** —Durante el período de muestreo (52 semanas), no se observó daños severos en las yemas del manzano; sin embargo, si se encontró defoliación durante el período de producción. Esto indica que hay un efecto muy importante de los enemigos naturales del picudo, que mantiene un equilibrio en la población de picudos.

Por otro lado, el combate por medios químicos de *A. latifrons*, se dificulta debido a su comportamiento, ya que permanece oculto durante el día saliendo durante el crepúsculo y durante la noche, lo que impide que se a controlado con los métodos tradicionales de control mecánico. El adulto de *A. latifrons* es un insecto de rápido movimiento, lo que facilita su dispersión, a otras huertas; sin embargo, no se ha observado que tenga como hábito el emigrar.

El factor más importante encontrado que afecta la emergencia de *A. latifrons* es el debido a los parasitoides, que sumado al ataque de algunos depredadores ejercen una influencia negativa en las poblaciones del picudo de la yema. Es importante que se realicen estudios tendientes a determinar cual es el estado susceptible a ser parasitado, ya que aparentemente es el adulto, debido a que pudiera estar más expuesto al contacto con los parasitoides.

Por otro lado, el combate por medios químicos de *A. latifrons*, se dificulta debido a su comportamiento, ya que permanece oculto durante el día saliendo durante el crepúsculo y durante la noche; además, de larva a adulto permanece en el suelo encapsulado, lo que impide que sea controlado con los métodos tradicionales de control mecánico. El adulto de *A. latifrons* es un insecto de rápido movimiento, lo que facilita su dispersión, a otras huertas; sin embargo, no se ha observado que tenga como hábito el emigrar.

## Parasitismo en *A. latifrons*

Amphidees presentó en esta huerta en las fechas de estudio, dos enemigos naturales importantes uno del orden Diptera y el otro del Hymenóptera, siendo el parasitoide de mayor importancia el díptero que es de la familia Tachinidae. De la población de adultos parasitados (58.75 por ciento) provenientes de campo del mes de enero se encontró un 92.82 por ciento de adultos muertos por la acción del taquínido. Otros períodos en que se encontró un alto porcentaje de adultos muertos por el díptero, fue en la población de picudos colectados a principios de marzo con 70, a finales de marzo y durante las dos primeras semanas de abril, con 73, 83 y 79, respectivamente (Cuadro 4.4). Esto implica claramente que en campo se tienen tres generaciones del díptero que bajo un esquema de cría masiva y liberación en campo dirigidos a los meses de octubre y noviembre, que es cuando emergen las grandes poblaciones de esta plaga, pudiera ayudar grandemente a disminuir el problema del picudo de la yema del manzano y quizás a evitar el uso de insecticidas para su combate. Es importante por lo tanto enfocar esfuerzos para encontrar un hospedero de fácil manejo en laboratorio.

Por otro lado, la separación de fechas de emergencia de los dípteros implica que en los meses de enero a febrero por las temperaturas frías el tiempo de desarrollo del parasitoide es lento, en tanto que para los meses de marzo y abril los tiempos de desarrollo del parasitoide se acorta notoriamente.

Cuadro 4.4 Parasitoides como factores de mortalidad en poblaciones de *Amphidees latifrons*, colocadas en la cámara bioclimática del 23 de noviembre de 1999 al 13 de mayo de 2000.

Fecha de colecta	Número de adultos observados	Emergencia a Días después de colectados	Porcentaje de parasitismo	Número de	
				Hymenoptera	Diptera
23/noviembr/99	522	161	7.47	2	39
15/enero/00	383	138	58.75	0	225
22	92	120	10.86	0	10
29	76	82	1.31	1	0
5/febrero	133	83	4.51	0	6
12	47	48	0.00	0	0
19	31	46	0.00	0	0
26	50	70	0.00	0	0
04/marzo	140	93	70.00	3	95
11	103	0	0.00	0	0
18	145	0	0.00	0	0
25	86	72	83.72	0	72
01/abril	52	69	73.07	1	38
08	49	71	79.59	0	39
15	34	9	2.59	0	1
22	18	0	0.00	0	0
29	43	0	0.00	0	0
09/mayo	28	0	0.00	0	0
13	30	26	33.33	7	3

Es de señalar que su desarrollo larval lo pasa dentro del picudo, y que una vez concluido sale del cuerpo por el cuello y se transforma en pupa, la que

se ubica en el dorso del insecto cercano a la cabeza. El díptero emerge de la pupa a los 11 días.

En cuanto a los himenópteros encontrados se logró observar un parasitismo bajo pero presente durante los meses de noviembre, marzo, mayo y agosto (Cuadro 4.4). En las cámaras de cría se ha observado que este himenóptero, sale del adulto del picudo en su último estadio larval (tercero) y busca donde establecerse para formar su cápsula de seda y así pasar a su estado de pupa, se ha observado este tipo de cocón, adherido a hojas, cartón o en el fondo de la cámara. De acuerdo a lo reportado por Perales (1992) y Ávila (1998) puede tratarse de una especie de la familia Pteromalidae; y puede darse el caso también de presentarse un himenóptero de la familia Eulophidae; estos especímenes se encuentran en identificación.

Aunque no se ha estudiado, si se ha observado la presencia de aves que se alimentan del picudo; sin embargo, falta por cuantificar su efecto en las poblaciones de picudo.

Al analizar el efecto de los factores de mortalidad, Cuadro A.2, con los estados biológicos del picudo, se encontró que hay una relación o efecto significativo ( $Pr < 0.05$ ) en las larvas de tercer estadio (L3), con la mortalidad natural y las unidades calor acumuladas (UCA), y altamente significativa ( $Pr < 0.01$ ) con la humedad relativa, con un modelo lineal altamente significativo

(Pr = 0.0005),  $L3 = 41.1713 - 0.0175MORTNAT - 0.0.1688HR - 0.0058UCA$ . En el número de pupas, hay un efecto altamente significativo (Pr = 0.0009) de las unidades calor acumuladas, con un modelo lineal altamente significativo (Pr = 0.0009)  $pupas = -13.8531 + 0.00487UCA$ . La mortalidad natural y la debida a parasitoides tienen un efecto altamente significativo (Pr = 0.0001) sobre el número de adultos, con un coeficiente de regresión de 0.94, que indica que el modelo explica que el 94.34 por ciento del efecto en el número de adulto de *A. latifrons* se debe a estos factores; el modelo resultó altamente significativo (Pr = 0.0001), donde,  $Adultos = 12.3441 + 0.9569MORTNAT + 0.9425MORTPAR$ .

En el análisis de correlación de los factores que intervienen en este estudio, se encontró que la mortalidad natural, la debida a los parasitoides y la humedad relativa tienen una asociación positiva, lo que indica que afectan la población del picudo (Cuadro A.4). Cabe resaltar que la humedad tiene un bajo efecto, pero que tiene influencia acompañada de los factores antes mencionados. En cuanto al número de pupas, se encontró una correlación positiva en los factores UCD y UCA, que indica que existe una asociación de estos factores en el número de pupas encontradas.. La humedad relativa y las unidades calor acumulada no presentan efectos en el número de larvas (L2 y L3), presentando una correlación negativa, mientras que las UCD y la UCA presentaron efectos sobre el número de pupas encontrados.

Los resultados indican que existen en el medio ambiente factores que tienen un efecto limitante en las poblaciones de *A. latifrons*; sin embargo, el insecto tiene una gran capacidad de sobrevivencia, bajo condiciones adversas.

Bajo condiciones similares, Ramírez (1995), encontró similar relación entre el número de adultos del barrenador del ruezno *Cydia caryana* y sus enemigos naturales.

Es importante considerar estos factores para la elección de métodos de control, ya que las condiciones ambientales no limitan el desarrollo de las poblaciones del picudo; sin embargo, habría que considerar si estas mismas condiciones afectan a los principales parasitoides encontrados en el cañón de San Antonio de las Alazanas.

### **Susceptibilidad a Insecticidas de Larvas de *A. latifrons***

Por lo que respecta a los estudios toxicológicos para determinar la susceptibilidad de las larvas a los insecticidas evaluados, en el Cuadro 4.5 se reportan los valores de la dosis letal media ( $DL_{50}$ ) sus límites fiduciales y la dosis letal al 95 ( $DL_{95}$ ) de los insecticidas; así la cipermetrina presentó la  $DL_{50}$  más baja, seguida del clorpirifos, con 29.35  $\mu\text{g/g}$  y 32.36  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente, aunque el paration metílico, metamidofos y el carbofuran presentaron valores cercanos. Sin embargo, en la  $DL_{95}$ , por la posición de las líneas presentó

valores muy diferenciales, ya que a pesar que el diazinon, que presenta valores del  $DL_{50}$  altos (141.87  $\mu\text{g/g}$ ) su  $DL_{95}$  es mas baja de 253.07 $\mu\text{g/g}$ ; en comparación con el clorpirifos que fue de 465.95  $\mu\text{g/gr}$ ; mientras que la cipermetrina, presenta una  $DL_{95}$  de 104.78 $\mu\text{g/g}$ ; y el metamidofos, y el paration metílico, presentaron un  $DL_{95}$ , bastante similar de 202.08 $\mu\text{g/g}$ , 200.48 $\mu\text{g/g}$ , respectivamente, mientras que el carbofuran presento la  $DL_{95}$  más alta, 1,960.04  $\mu\text{g/g}$ .

Cuadro 4.5. Valores de las dosis letales, límites fiduciales de los diferentes insecticidas utilizados en larvas de 3er estadio *Amphidees latifrons* (Sharp) 1999-2000.\*

Tratamiento	$\mu\text{g/g}$			
	$DL_{50}$	LIMITES FIDUCIALES 95%		$DL_{95}$
		Inferior	Superior	
diazinon	141.87	(136.38 -	147.65)	253.07
clorpirifos	32.36	(26.24 -	38.15)	465.95
metamidofos	45.16	(40.32 -	50.70)	202.08
paration metílico	42.99	(38.05 -	47.98)	200.48
carbofuran	40.42	(24.96 -	54.49)	1,960.04
endosulfán	88.81	(81.44 -	96.94)	324.51
cipermetrina	29.35	(26.50 -	32.14)	104.78
bifentrina	49.63	(45.40 -	54.80)	186.79

\*el peso promedio de larvas fue de 0.02294 gramos

Los valores, tanto de  $DL_{50}$  y  $DL_{95}$ , son muy altos, a pesar que las larvas de *A. latifrons* son muy pequeñas con un peso promedio de 0.02294 g, lo que

indica que las larvas poseen mecanismos de detoxificación muy eficientes. Cabe señalar que la respuesta entre los fosforados y carbamatos fue muy parecida.

Al respecto en bioensayos con otras larvas de suelo, Posos (1993), utilizando clorpirifos, diazinon y carbofuran, en larvas de gallina ciega *Cyclocephala comata*, encontró  $DL_{50}$  de 11.4, 12.2 y 10.3  $\mu\text{g/g}$ . Mientras que Gómez (1998) en larvas de *Phyllophaga lalanza*, cuyos pesos oscilaban en 2.98 a 3.66 g encontró una  $DL_{50}$  de 1.09  $\mu\text{g/g}$ , 7.35  $\mu\text{g/g}$  y 6.66  $\mu\text{g/g}$ , en paration metílico, bifentrina y carbosulfan. Lo anterior da una idea de la eficiencia degradatoria de las larvas de *A. latifrons* que no se esperaba que por ser de cuerpo blando, pequeños y sobre todo por no estar expuestas a la presión de insecticidas era posible que no presentase una tolerancia alta en esta fase de desarrollo, y que sus mecanismos de detoxificación no fueran tan desarrollados como en el adulto.

Al comparar los estudios que realizó Rodríguez (1995), con adultos, al aplicarles paration metílico estos presentaron respuestas a una concentración más baja del insecticida, ya que en las larvas, la concentración fue cuatro veces más alta para matar al 50 por ciento de la población, en tanto que en los piretroides, las larvas del picudo requirieron 2.5 veces más insecticida. Esta respuesta indica que las larvas presentan un sistema metabólico más activo, por lo que detoxifican más rápidamente el insecticida. Caso contrario ocurrió

con los carbamatos, ya que en los adultos con el carbarilo, al contrastar el efecto en larvas el carbofuran; las larvas presentaron una mayor susceptibilidad al carbofuran que los adultos al carbarilo, los adultos fueron 3.3 veces más tolerantes al carbamato que las larvas; esta respuesta nos indica que el sistema metabólico de las larvas hacia los carbamatos es aparentemente menos activo; que en el adulto; sin embargo, es de recordar que son productos distintos. Con el endosulfan, la concentración ( $DL_{50}$ ) en adultos y larvas fue similar, aunque en la  $DL_{95}$  de las larvas fue 2 veces menor, por lo que para este producto se considera que, el sistema metabólico de las larvas y el adulto son similares; sin embargo, en dosis más altas las larvas presentan un sistema menos activo que los adultos.

En cuanto a la proporción de eficiencia de los insecticidas evaluados (Cuadro 4.6); la cipermetrina mostró la mayor eficiencia, siendo 4.83X (veces) más eficiente que el diazinon, y 3.02X más que el endosulfan, el resto de los productos se ubican entre 1.10 y 1.69X. Básicamente, la cipermetrina, el clorpirifos, carbofuran, paration metílico, metamidofos y la bifentrina, fueron más efectivos que el diazinon y el endosulfan.

Cuadro 4.6. Proporción de eficiencia de ocho insecticidas ( $DL_{50}$ ), utilizados en la determinación de la susceptibilidad de larvas de *Amphidees latifrons*. 1999-2000.

	cipermetrina	clorpirifos	carbofuran	p.metílico	metamidofos	bifentrina	endosulfan
Diazinon	4.83	4.38	3.51	3.30	3.14	2.86	1.60
endosulfan	3.02	2.83	2.26	2.13	2.02	1.84	1.00
bifentrina	1.69	1.53	1.23	1.15	1.10	1.00	
metamidofos	1.54	1.39	1.12	1.05	1.00		
p. metílico	1.46	1.33	1.06	1.00			
carbofuran	1.38	1.25	1.00				
clorpirifos	1.10	1.00					
cipermetrina	1.00						

Cuando se compara la eficiencia en la  $DL_{95}$ , Cuadro 4.7; la eficiencia de la cipermetrina nuevamente es superior a la de los demás insecticidas evaluados. La cipermetrina mostró 18.70X más eficiente que el carbofuran, 4.45X que el clorpirifos, 3.10X más que el endosulfan y 2.41X más que el diazinon; sin embargo, podemos decir que la bifentrina, paration metílico y metamidofos, tienen una eficiencia similar a la de la cipermetrina (1.78, 1.91, y 1.93, respectivamente). Por lo tanto, si se quiere matar el 95 por ciento de la población de *A. latifrons*, se deberá usar cualquiera de los tres insecticidas mencionados.

De acuerdo a esto, podemos seleccionar a la cipermetrina, en rotación con el paration metílico o metamidofos, en el control de larvas de *Amphidees*.

Cuadro 4.7. Proporción de eficiencia de ocho insecticidas ( $DL_{95}$ ), utilizados en la determinación de la susceptibilidad de larvas de *Amphidees latifrons*. 1999-2000.

	cipermet.	bifent.	p. metílico	metamid	diazinon	endosulf.	clorpirifos
carbofuran	18.70	10.49	9.78	9.70	7.74	6.04	4.21
Clorpirifos	4.45	2.49	2.32	2.30	1.84	1.43	1.00
endosulfan	3.10	1.74	1.62	1.60	1.28	1.00	
Diazinon	2.41	1.08	1.26	1.25	1.00		
metamidofos	1.93	1.07	1.00	1.00			
p. metílico	1.91	1.05	1.00				
Bifentrina	1.78	1.00					
cipermetrina	1.00						

En el Cuadro 4.8, presentamos los resultados de la prueba de ajuste para cada uno de los bioensayos; Chi cuadrada ( $X^2$ ), el coeficiente de determinación, la probabilidad y la ecuación de predicción. La Chi cuadrada para cada una de los bioensayos, los datos oscilaron entre 0.04 y 0.20, lo que indica un buen ajuste entre los puntos de mortalidad observada y los esperados a excepción del paration metílico que muestra desajuste entre estos parámetros. Mientras que el coeficiente de determinación ( $r^2$ ) se movió entre 0.86 y 0.99, lo que es considerado de muy bueno a excelente; e indica que la tendencia de los puntos observados es hacia la línea, y que la mortalidad de las larvas está en función a las dosis de insecticida utilizado. Estos datos y los grados de libertad nos permite observar que las estimaciones de probabilidad sean de alta confiabilidad.

Cuadro 3.8. Chi cuadrada, coeficiente de determinación y la ecuación de predicción, para la evaluación de susceptibilidad de larvas de *Amphidees latifrons* (Sharp) a insecticidas. 1999-2000.

Tratamiento	$\chi^2$	$r^2$	G. L	Pr>F	Ecuación de predicción
diazinon	0.1566	0.9879	5	0.0001	$\hat{y} = -9.083 + 6.544x$
clorpirifos	0.0479	0.9322	5	0.0004	$\hat{y} = 2.857 + 1.419x$
metamidofos	0.0562	0.8723	3	0.0201	$\hat{y} = 0.817 + 2.527x$
paration metílico	0.5582	0.8874	5	0.0166	$\hat{y} = 0.982 + 2.459x$
carbofuran	0.2372	0.8659	7	0.0003	$\hat{y} = 3.432 + 0.976x$
endosulfan	0.1933	0.9733	6	0.0001	$\hat{y} = -0.695 + 2.923x$
cipermetrina	0.1863	0.9282	3	0.0083	$\hat{y} = 0.632 + 2.976x$
bifentrina	0.2020	0.9681	4	0.0004	$\hat{y} = 0.154 + 2.857x$

En la Figura 4.7, se presentan los límites fiduciales de la  $DL_{50}$  para cada insecticida utilizado; en la que se puede observar que el diazinon y el endosulfan son diferentes entre sí y entre los demás insecticidas utilizados, ya que no existe traslape de sus límites. Mientras que la cipermetrina, es similar al clorpirifos y al carbofuran; por otro lado, el metamidofos, es similar al paration metílico, al carbofuran y a la bifentrina; y el clorpirifos es similar al paration metílico, carbofuran y a la cipermetrina. Esto nos indica que con la cipermetrina, carbofuran y clorpirifos, utilizando dosis entre 22.72 y 29.28, se puede conseguir el mismo efecto sobre las larvas de *A. latifrons*.

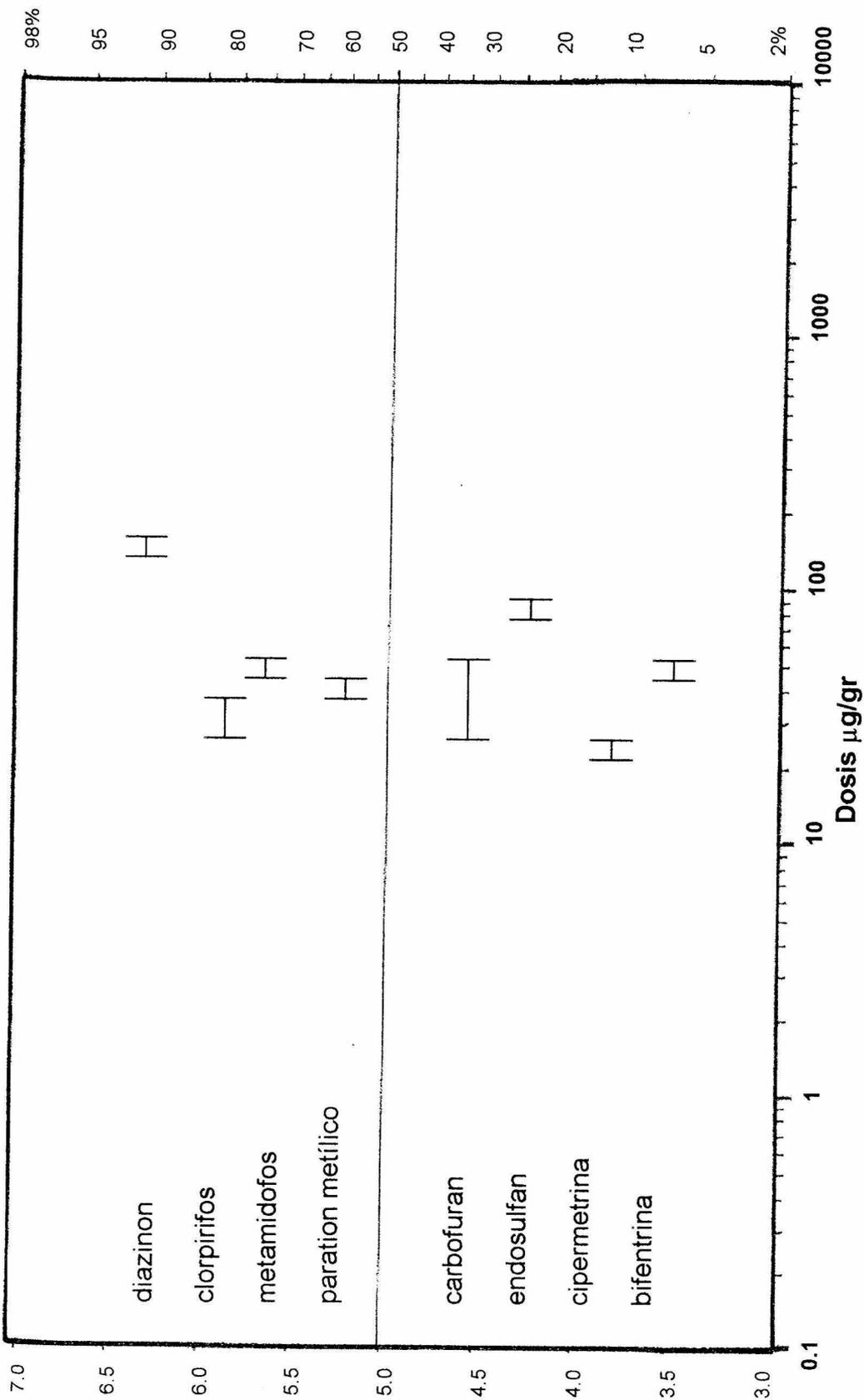


Figura 4.7. Comparación de los límites fiduciales de ocho insecticidas utilizados en *Amphidees latifrons*. 1999-2000.

En la Figura 4.8, se presentan las líneas de respuesta de dosis-mortalidad, para cada uno de los insecticidas utilizados en las larvas de *A. latifrons*. Como lo muestra la gráfica, la línea de diazinon es bastante vertical, con una pendiente muy pronunciada, seguida de la bifentrina, el resto de los productos tienden a manifestar menor pendiente, el metamidofos con  $59^{\circ}40'$ , la cipermetrina con  $57^{\circ}10'$  y clorpirifos con  $46^{\circ}56'$ , presentando una linealidad más horizontal el carbofuran. La verticalidad de la pendiente nos indica que hay una mayor presión de selección y provoca que la heterogeneidad de la población de larvas sea menor. Por otro lado, líneas como la de clorpirifos y carbofurán, presentan una menor verticalidad, lo que indica que las poblaciones tienden a ser más heterogeneas, a pesar que son de grupos toxicológicos que tienen igual mecanismo de detoxificación.

Cuando Rodríguez (1995) evaluó insecticidas en adultos encontró una tolerancia deferente al de larvas ( $DL_{50}$ ) en el endosulfan; sin embargo, en la  $DL_{95}$  fue mas tolerante el adulto que en las larvas. Además, las larvas presentaron más tolerancia a los piretroides que los adultos.

Por otro lado, en la línea de respuesta del diazinon, se observa que la diferencia entre el rango de dosis de la  $DL_{10}$  a la  $DL_{95}$  es muy pequeña, debido a la falta de heterogeneidad en la población expuesta a este insecticida, mientras que el resto de las líneas, en especial la del clorpirifos y carbofuran, este rango es mucho mayor, lo que indica la existencia de más heterogeneidad en las poblaciones de larvas de *Amphidees*. Esta respuesta nos ayuda a

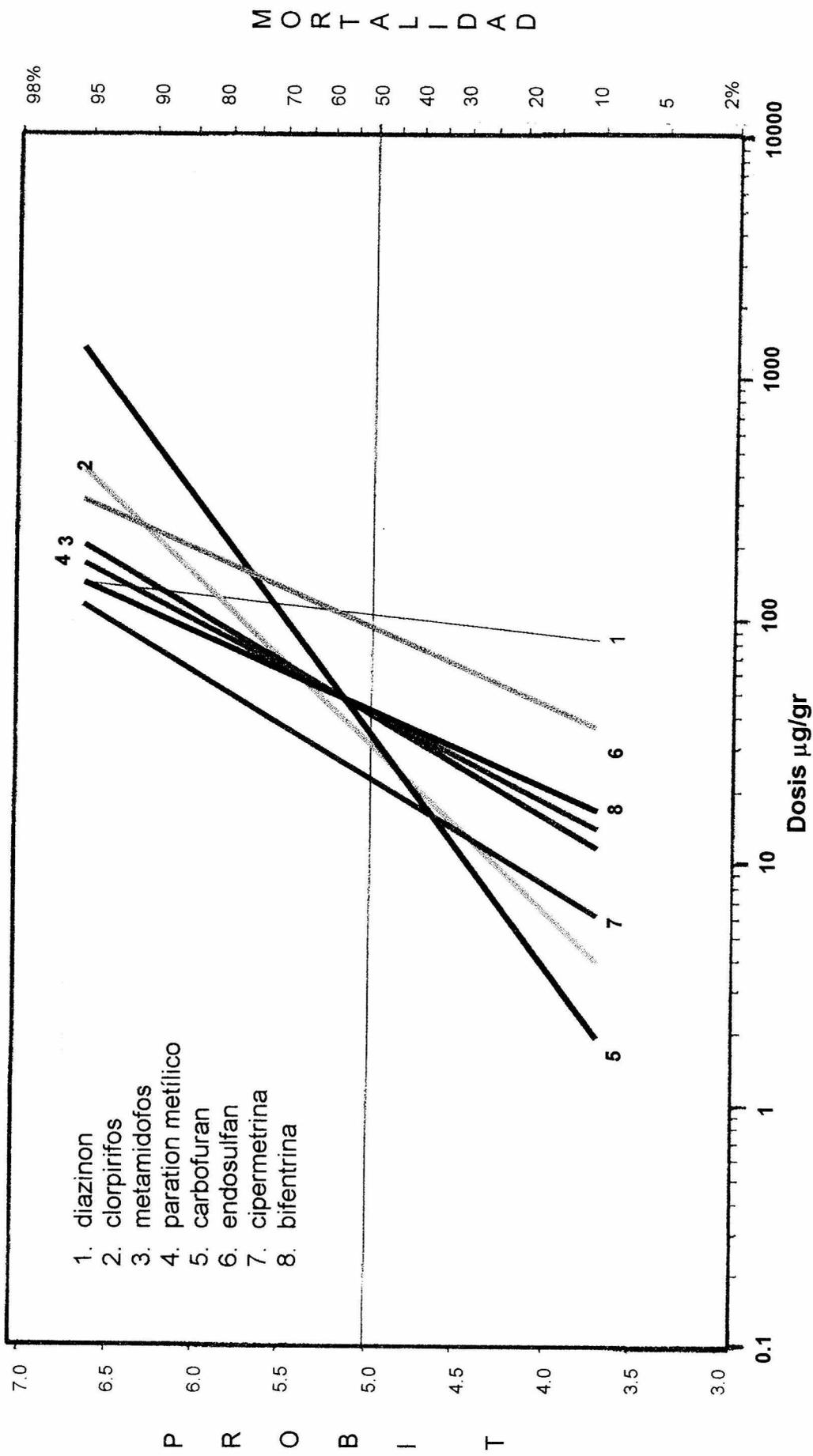


Figura 4.8. Líneas de respuesta dosis-mortalidad en larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* a insecticidas de cuatro grupos toxicológicos. 1999-2000.

decidir entre los insecticidas evaluados los mejores; sin embargo, se deben realizar más pruebas con otros insecticidas, para ofrecer una mayor alternativa de combate químico.

## CONCLUSIONES

En el manzano se encuentran presentes tres géneros de picudos, *Amphidees*, *Asynonychus* y *Paranametis*, pero a la fecha el único género de importancia económica y predominante es *Amphidees*.

Dentro del género *Amphidees* se identificaron tres especies *A. latifrons*, *A. macer* y *Amphidees* sp., de estas especies las de mayor importancia económica y mayor distribución fueron *A. latifrons*, y *Amphidees* sp.

En la biología de *A. latifrons*, se puede señalar que la preoviposición se requieren de 280 UC, la incubación 350 UC, la larva 1,260 UC, la pupa 420 UC y la vida del adulto de 2,254 UC.

Los períodos de mayor emergencia de *A. latifrons* y *Amphidees* sp. son de septiembre a enero, donde se alimentan de las yemas del manzano, causándoles un fuerte daño.

Se encontraron dos parasitoides de adultos, uno de la familia Tachinidae con porcentajes de parasitismo que van de 16 a 57 por ciento, en tres

generaciones observadas; y otro de la familia Pteromalidae, con 1 a 2 por ciento de parasitismo.

Existe un efecto significativo sobre el número de larvas de tercer estadio debida a factores de mortalidad natural y a las unidades calor acumuladas y un efecto altamente significativo debido a la humedad relativa.

Las unidades calor acumuladas tienen un efecto altamente significativo sobre el número de pupas.

La mortalidad natural y la debida a parasitoides tienen un efecto significativamente sobre el número de adultos.

La mortalidad natural, por parasitoides y la humedad relativas, tienen una asociación positiva, que indica que afectan a las poblaciones del picudo.

Los insecticidas que presentaron una mayor eficiencia sobre larvas de *A. latifrons* fueron la cipermetrina, el clorpirifos, carbofuran, paration metílico, metamidofos y bifentrina, y con una menor eficiencia en el diazinon y el endosulfan.

La acción detoxificativa de las larvas en comparación al adulto a nivel de la  $DL_{50}$ , muestra una menor acción en el fosforado paration metílico y en los

piretroides; una acción similar con el endosulfan y una mayor actividad comparativa en los carbamatos.

## RESUMEN

En las huertas de manzano se presentan tres géneros de picudos, un complejo de *Amphidees*, *Asynonychus godmani* y *Paranametis* sp, el primero de éstos es el único de importancia económica. El picudo de la yema del manzano, *Amphidees latifrons* Sharp., es el de mayor distribución en la Sierra de Arteaga. Aunque además de esta especie han identificado otras dos especies, *A. macer* y *Amphidees* sp. *A. latifrons*, es un insecto de hábitos nocturnos y el principal causante del anillamiento de las yemas vegetativas y florales en el manzano.

Desde 1995, se han establecidos bioensayos con el propósito de determinar la susceptibilidad del picudo a insecticidas; sin embargo a la fecha, no se ha logrado encontrar un control químico que reduzca notablemente las poblaciones del picudo, además, que la información existente sobre la biología de *A. latifrons* es escasa o inexistente. Por esta razón, la presente investigación tuvo como objetivos determinar su biología y la susceptibilidad de sus larvas a insecticidas.

Se realizaron muestreos y colectas de adultos e inmaduros en una huerta de manzano en San Antonio de las Alazanas, durante el periodo

comprendido entre febrero de 1999 a mayo de 2000. Los muestreos de adulto se realizaron colocando trampas de cartón corrugado en 260 árboles, muestreando cinco semanalmente; el muestreo de larvas se realizó en el suelo y raíces en un área de 30 cm de ancho, 50 cm de largo y 30 cm de profundidad.

Los adultos fueron colocados en cámara bioclimática al igual que las larvas, las que se colocaron en envases con suelo, las larvas emergidas en la cámara fueron colocadas en macetas que contenían un arbolito de manzano, los que se mantuvieron a una temperatura constante de 19°C y una humedad relativa de 70 por ciento, en la cual se determinó días a oviposición, emergencia de las larvas, días a L1 hasta L3, días de L3 a pupa y emergencia de adultos; con lo cual se estimó las Unidades Calor (UC) requeridas para cada estadio.

En campo la mayor población de picudos se encontró en octubre, fecha en que se llegó a encontrar hasta 266 adultos por árbol lo que contrasta con 0.2 adultos por árbol en semanas de febrero.

Se colectaron larvas de tercer estadio de *A. latifrons* en la huerta de manzano, en San Antonio de las Alazanas, Arteaga, para estudios con insecticidas. Los bioensayos se llevaron a cabo en el período comprendido de julio de 1999 a abril de 2000. Se realizaron estudios para determinar el solvente a usar, criterio de muerte y ventana biológica. Se utilizó la técnica de

aplicación tópica, colocando un microlitro del insecticida a una concentración conocida sobre el tórax de la larva. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis Probit, con el uso del programa de computadora PC-Probit versión 1.0.

Los requerimientos en UC de cada fase de desarrollo de *A. latifrons* fue; preoviposición con una duración de 280 UC (20 días); la oviposición demandó de 350 UC (25 días); el desarrollo larval consume alrededor de 1,260 UC (90 días), la pupa de 420 UC (30 días) y el adulto desde su emergencia hasta su muerte demanda 2,310 UC (165 días).

En cuanto a las evaluaciones con insecticidas los mejores resultados se obtuvieron con la cipermetrina, seguida del clorpirifos, ya que presentaron las  $DL_{50}$  más bajas, con 29.35  $\mu\text{g/g}$  y 32.36  $\mu\text{g/g}$ , respectivamente. La cipermetrina mostró una proporción de eficiencia mayor, siendo 4.83X (veces) más eficiente que el diazinon, 3.02X más que el endosulfan, el resto de los productos se ubican entre 1.25X y 1.96X. En la  $DL_{95}$ , la cipermetrina, presentó una eficiencia de 18.70X sobre el carbofuran, 4.45X sobre el clorpirifos, 3.10X sobre el endosulfán y 2.41X sobre el diazinón.

La susceptibilidad de las larvas a insecticidas, sólo fue más alta en comparación al adulto de *A. latifrons* en los carbamatos, siendo menor para el clorado, pero más ineficiente con los fosforados y piretroides. En términos

generales, las larvas presentan una tolerancia a los insecticidas más alta que el adulto, lo que nos indica que posee un sistema metabólico más activo.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez, R. S. 1974. El manzano. 3 Ed. Extensión Agraria Madrid. España. pp. 37-38.
- Avila A., R. 1998. Fluctuación poblacional de parasitoides de los picudos del manzano *Paranametis* sp. Y *Amphidees* sp. (Coleoptera: Curculionidae) en la Sierra de Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 70p.
- Bianchini, F. 1994. Frutos de la tierra. AEDOS. Barcelona, España. 126 p.
- Blatchley, W. S. and C. W. Leng. 1916. Rhynchophora or weevils of North Eastern America. The Nature Publishing Company. Indianapolis, USA. 754 p.
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth edition. Saunder College Publishing. USA. 827 p.
- Brown, A. W. 1960. Mechanics of resistance against insecticides. Ann. Rev. Entomol. 5: 301-319.
- Buchanan, L. L. 1939. The species of *Pantomorus* of América North of Mexico. United States Department of Agriculture. Miscellaneous Publication. No. 341. Washington, D. C. USA. pp 1-39.
- Calderón B., J. 1999. Descripción de los principales géneros de picudos (Coleoptera: Curculionidae) asociados al manzano en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 45 p.
- Castillo, M. B. 1984. El cultivo de manzano *Pyrus malus* L. en la República mexicana. Monografía. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 193 p.
- Castelan H., C. 1999. Efecto de entomopatógenos en laboratorio con *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces fumosoroseus* contral el picudo de la yema del manzano *Amphidees*

- latifrons* (Sharp) de Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 46p.
- Cepeda S., M., H. Ramírez. 1993. El manzano. Editorial Trillas. México. 208 p.
- Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST). 1994. Catálogo Oficial de Plaguicida. Mexico. 481 p.
- Conde M., E. 1998. Distribución poblacional del picudo del manzano (Coleoptera: Curculionidae) en la Sierra de Arteaga, bajo diferentes condiciones agronómicas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 59p.
- Chapman, R. F. 1973. The insects structure and function. American Elsevier Publishing Company N.Y. INC. USA. 819 p.
- Chen, J. S. and C. N. Sun. 1986. Resistance of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) to a combination of fenvalerate and piperonyl butoxide. Jour. Econ. Entomol. 79: 22-30.
- Dauterman, W. C. and N. Motoyama. 1974. The role of monoxidative metabolim in organophosphorus resistance. Jour. Agr. Food. Chem. 22(3): 350-356.
- Davidson, R.H. y W. F. Lyon. 1992. Plagas de insectos agrícola y del jardín. Editorial Limusa. México. 743 p.
- Domínguez G., R. 1995. Efectos de mezclas de insecticidas de diferentes grupos toxicológicos sobre el picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* de la Sierra de Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 66p.
- Domínguez R., R. 1996. Taxonomía 2. Neuroptera a Coleoptera. Parasitología Agrícola. UACH. México. 248 p.
- García M., M. 1999. Actividad bioinsecticida de hongos entomopatógenos sobre el picudo de la yema del manzano *Amphidees latifrons* (Sharp) (Coleoptera: Curculionidae) de Arteaga. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 60p.
- Georghiou, G. P. 1983. Management of resistance in arthropods. In Georghiou, G. P. and T. Seito (eds). Pest resistance to pesticides. USA. 809 p.
- Gómez T., B. 1998. Susceptibilidad de gallina ciega *Phyllophaga lalanza* Saylor (Coleoptera: Melolonthidae) a insecticidas de diferente grupo

- toxicológico, en Francisco I. Madero, Nayarit. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 72 p.
- Gunther, F. A. y L. Jeppson. 1962. Insecticidas modernos y la producción mundial de alimentos. 3 ed. CECOSA. México. 293 p.
- Hama, H. and T. Iwata. 1972. Insensitivity of cholinesterase in *Nephotettix cincticeps* resistant to carbamate and organophosphorus insecticides. Jour. Econ. Entomol. 63(3): 643-644.
- Higley, L. G., L. P. Pedigo and K. R. Ostlie. 1986. DEGADY: A Program for calculating degree-days, and assumption behind the degree-day approach. Environ. Entomol. 15: 999-1016.
- Hoskins, W. M. and H. T. Gordon. 1956. Arthropod resistance to chemicals. Ann. Rev. Entomol. 6:437-469.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI) 1998. Boletín Informativo. Internet. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Jiménez M., J. A. 1996. Evaluación en campo de mezclas de insecticidas para el control del picudo de la yema del manzano (*Anametis granulatus*) en San Antonio de las Alazanas, Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 52p.
- Juscafresca, B. 1974. Árboles frutales. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp. 199-200.
- Lagunes T., A. 1984. Manejo de insecticidas piretroides. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México. 29 p.
- Lagunes T., A. y J. C. Rodríguez. 1985. Temas selectos de manejo de insecticidas agrícolas. III Curso sobre el manejo racional de insecticidas dentro del control integrado. Soc. Méx. de Entomología. Colegio de Postgraduados y UACH. México. 187 p.
- Lagunes T., A. y M. Vázquez Navarro. 1994. El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Metodología para la evaluación de plaguicidas en 154 especies de insectos y ácaros. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Centro de Entomología y Acarología. México. 159p.
- Lagunes T., A. y J. J. A. Villanueva. 1995. Toxicología y manejo de insecticidas. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 264 p.

- Lanteri, A. A. 1993. La partenogénesis geográfica y la sinonimia de *Asynonychus cervinus* (Boheman) y *A. godmani* (Crotch) (Coleoptera:Curculionidae). Rev. Soc. Entomol. Argent. 52: 1-4.
- López M., B. G. 1988. Evaluación de cinco métodos de cálculo de unidades calor para el pronóstico de aspersiones contra la palomilla de la manzana (*Cydia pomonella* L.) en el Tunal, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 67 p.
- López H., B. 1990. Dinámica poblacional de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae) en brócoli en Chapingo. Tesis de Maestría. Saltillo, Coah. México. 82 p.
- Matsumura, F. 1985. Toxicology of insecticides. 2 ed. Plenum Press. New York, USA. 598 p.
- Mendoza M., A. 1995. Determinación del efecto sinergista del ácido fúlvico en insecticidas de diferentes grupos toxicológicos sobre el picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* Say. en poblaciones de San Antonio de las Alazanas, Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 54p.
- Metcalf, R.F. 1983. Implication and diagnosis of resistance to insecticides In: Georghiou, G. P. and T. Saito. Eds. Pest, Resistance to Pesticide Plenum Pres. USA. pp 103 y 733.
- Moores, G. D. and L. A. Devonshire. 1984. Different forms of insensitive acetylcholinesterase in insecticide-resistant house flies (*Musca domestica*). Pestic. Biochem. Physiol. 21:336-340.
- Nakatsugawa, T., M. Toman and P. A. Dahm. 1969. Degradation of paration in the rat. Biochem. Pharmacol. 18: 1103-1107.
- Ocaña R., O. 1996. Distribución e incidencia poblacional del picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* Say. (Coleoptera: Curculionidae), en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis. Licenciatura. UAAAN. México. 52 p
- Perales G., M. A. 1992. Parasitismo de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) y el picudo de la yema del manzano *Anametis* spp. Horn (Coleoptera: Curculionidae) en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 49 p.
- Plapp, F. W. 1976. Biochemical genetics of insecticides resistance. Ann. Rev. Entomol. 21: 179-197.

- Posos P., P. 1993. Niveles de resistencia de *Cyclocephala comata* Bates (Coleoptera: Scarabaeidae) a insecticidas de distintos grupos toxicológicos en maíz de arenal, Jalisco. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 101 p.
- Price, N. R. 1991. Insect resistance to insecticides: Mechanisms and diagnosis. *Comp. Biochem. Physiol.* 100 (3): 319-326.
- Quechulpa M., F. 1998. Actividad de hongos entomopatógenos contra el picudo de la yema, *Crocidema* sp. (Coleoptera: Curculionidae) plaga del manzano en la Sierra de Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 61p.
- Ramírez C., M. D. 1995. Fenología y dinámica poblacional del barrenador del ruezno del nogal *Cydia caryana* (Fitch) (Lepidoptera: Tortricidae). Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coah. Mex. 89 p.
- Ramírez T., J. F. 1998. Detección de hongos entomopatógenos en el picudo de la yema del manzano en la Sierra de Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 69p.
- Ríos R., N. 1988. Verificación de un sistema de pronóstico de poblaciones de la palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Olethreutidae) en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Mex. 81 p.
- Rodríguez A., J. 1989. Modelos matemáticos aplicados a la agricultura. Serie libros técnicos. CIDH-CAADES. Sinaloa. México. pp 24-50.
- Rodríguez M., J. C. 1983. División de los insecticidas y acaricidas de acuerdo a grupos toxicológicos. Una base para su manejo racional. México. 174 p.
- Rodríguez P., D. 1995. Determinación de la susceptibilidad de ocho insecticidas de diferentes grupos toxicológicos sobre el picudo de la yema del manzano *Anametis granulatus* Say. en poblaciones de San Antonio de las Alazanas, Arteaga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Mex. 36 p.
- Ross, H. H. 1968. Introducción a la entomología. 2 ed. Omega. España. 518 p.
- Sancén L., J. A. 1999. Influencia del pH del agua sobre la efectividad de insecticidas de tres grupos toxicológicos sobre el picudo de la yema del manzano *Amphidees latifrons* (Sharp). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Mex. 32 p.

- Sánchez, V., V. M. 1981. Estudio ecológico preliminar de la entomofauna asociada al cultivo del manzano *Pyrus malus* L. en la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coah. Mex. 90p.
- Sánchez, V., V. M., Martínez, A. R. y Sánchez, P. F. de J. 1992. Ecuaciones predictivas de daño en base a la densidad y tiempo de exposición de *Anametis* sp. (Coleoptera: Curculionidae) en Manzano. XXVII Congreso Nacional de Entomología. San Luis de Potosí. México. p 266.
- Sánchez, V. V. 1992. Plagas del manzano. Quinto ciclo internacional sobre el cultivo del manzano. SARH, INIFAP. Saltillo, Coahuila. México.
- Scott, J. C. and G. P. Georghiou. 1986. Mechanism responsables for high levels of permethrin resistanse in the house fly. *Pestic Sci.* 17: 195-206.
- Sharp, D. y G. C. Champion. 1911. *Insecta. Coleoptera. Biología Central-Americana.* (4) 3: 97-104.
- Soria, M. J. 1993. Lista de insectos y ácaros perjudiciales a los cultivos en México. Monografía. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. 107 p.
- Statewide Integrated Pest Management Project. 1997. Division of Agricultural and Natural Resources. University of California. [ipmig@ucdavis.edu](mailto:ipmig@ucdavis.edu).
- Terriere, T. W. 1984. Biochemical genetics of insecticides resistanse. *Ann. Rev. Entomol.*
- Trujillo A., J. 1983. La meteorología en el manejo integrado de plagas. *Rev. Chapingo.* México. 42: 63-68.
- Vinson, S. B. And P. K. Law. 1971. Cuticular composition and DDT resistance in the tobacco budworm. *Jour. Econ. Entomol.* 64(6): 1387-1390.
- Voss, G. 1980. Cholinesterase autoanalysis. A rapid method for biochemical studies on susceptible and resistant insects. *Jour. Econ. Entomol.* 73(2): 189-192.
- Wilkinson, C. F. 1983. Role of mixed function oxidases in insectides resistance. In: Georghiou, G. P. and T. Saito. Eds. *Pest. Resistance to pesticides.* Plenum Press. pp. 175-205.

# APENDICE

Cuadro A.1. Resultado del muestreo de inmaduros y adultos de *Amphidees latifrons* (Sharp), en la mortalidad debida a factores, parasitismo, unidades calor diarias y acumuladas. San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

Fecha	L2	L3	PUPA	ADULTOS	Mort. natural	Mort. Por parasit	Unids. calor diarias	Unids Calor acumuladas	H.R.
23/11/99	0	5	0	522	481	41	6.55	2681.87	70.00
15/01/00	5	10	0	383	158	225	8.75	2779.40	75.00
22/01/00	1	17	0	92	82	10	6.99	2830.22	47.00
29/01/00	2	11	0	76	75	1	7.84	2883.72	59.00
05/02/00	1	10	0	133	127	6	6.88	2926.13	68.50
12/02/00	4	16	0	48	48	0	9.79	2982.29	38.50
19/02/00	2	10	0	33	33	0	9.46	3043.67	74.50
26/02/00	2	12	0	47	47	0	8.24	3103.62	45.00
04/03/00	0	15	0	124	26	98	8.39	3167.13	67.00
11/03/00	1	18	3	103	103	0	8.76	3227.69	21.55
18/03/00	0	13	1	145	0	0	8.01	3283.57	57.00
25/03/00	0	9	2	84	12	72	8.91	3342.61	60.50
01/04/00	2	15	6	60	21	39	8.06	3399.65	43.50
08/04/00	0	5	8	41	2	39	9.44	3461.19	72.50
15/04/00	1	10	3	33	32	1	10.00	3526.14	55.00
22/04/00	3	13	3	18	18	0	10.75	3594.51	57.00
29/04/00	2	5	4	43	43	0	10.14	3664.38	67.50
06/05/00	1	14	2	28	28	0	8.74	3721.92	16.75
13/05/00	3	12	4	30	20	10	9.87	3789.70	60.00

Mort= mortalidad; parasit= parasitoides  
Unids= unidades; H. R. = humedad relativa

Cuadro A.2. Análisis de varianza para el análisis de regresión múltiple, en el efecto de los factores sobre larvas L2, L3, pupa y adultos de *Amphidees latifrons* (Sharp). San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	PROB
<b>LARVAS L3</b>		$R^2= 0.69$		$C.V.= 20.54\%$	
Mortalidad Natural	1	40.9039	40.9039	7.24*	0.0168
UCA	1	43.7678	43.7678	7.74*	0.0139
H. R.	1	133.4038	133.4038	23.60 **	0.0002
ERROR	15	84.7952	5.6530		
TOTAL	18	270.6316			
<b>Pupa</b>		$R^2= 0.49$		$C.V.= 91.44\%$	
UCA	1	48.7564	48.7564	16.24 **	0.0009
ERROR	17	51.033	3.001		
TOTAL	18	99.789			
<b>ADULTOS</b>		$R^2= 0.94$		$C.V. = 32.24\%$	
Mortalidad Natural	1	235499.407	235499.407	195.89 **	0.0001
Mortalidad /parasitoides	1	46586.235	46586.235	38.75 **	0.0001
ERROR	16	19235.0943	1202.1933		
TOTAL	18	301320.736			

\* Hubo diferencias significativas ( $P<0.05$ )

\*\* Hubo diferencias altamente significativa ( $P<0.01$ )

Cuadro A.3. Análisis de varianza para probar la linealidad de la regresión múltiple para el efecto de los diferentes factores sobre los estados fenológicos de *Amphidees latifrons* (Sharp). San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	FC	PROB
Regresión L3	3	185.8363	61.9454	10.96 **	0.0005
Regresión Pupa	1	48.7564	48.7564	16.24**	0.0009
Regresión Adultos	2	282085.6424	141042.8212	117.32 **	0.0001

\*\* Hubo diferencias altamente significativa ( $P < 0.01$ )

Cuadro A.4. Coeficientes de correlación de los factores asociados a los estadios de *Amphidees latifrons* (Sharp). San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

Variables	L2	L3	PUPA	ADULTOS
Mort nat	-0.0848	-0.3300	-0.3575	0.8841
Mort parasit	0.2794	-0.1431	-0.1256	0.5719
UCD	0.4071	-0.0698	0.4460	-0.5470
UCA	-0.0647	-0.0335	0.6990	-0.6305
HR	-0.1469	-0.5957	-0.1769	0.3781

Cuadro A.5. Resultado de muestreo de larvas de Amphidees según especie. San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.\*

Fecha	<i>Amphidees</i> sp			<i>A. latifrons</i>		
	L2	L3	pupa	L2	L3	pupa
Julio-99	14	10	4	0	3	7
Agosto	5	11	5	2	1	11
Septiembre	1	3	5	0	0	0
Octubre	1	7	0	0	1	0
Noviembre	0	13	0	0	0	0
Enero-00	6	12	0	5	37	0
Febrero	3	13	0	8	36	0
Marzo	0	20	2	1	39	3
Abril	8	23	7	0	25	18
Mayo	8	10	3	0	40	15
<hr/>						
TOTAL	30	69		15	78	

\* Total encontrado en cinco árboles

Cuadro A.6 Registro de muestreo por semana de los picudos del género *Amphidees latifrons*, *Paranametis* sp. y *Asynonychus godmani*, en San Antonio de las Alazanas, Arteaga. 1999-2000.

SEMANA	Número de			Número de adultos		
	L2	L3	PUPA	<i>Amphidees</i> *	<i>Paranametis</i>	<i>Asynonychus</i>
10-abr	9	20	1	0	0	0
17	0	8	1	75	0	0
24	1	7	4	58	0	0
1-may	2	9	2	11	0	0
7	0	3	0	9	0	0
15	8	7	13	30	0	0
22	11	3	2	133	0	0
31	9	6	5	123	0	0
6-jun	14	8	2	99	0	0
13	6	7	4	109	0	0
19	22	14	1	96	0	0
26	8	5	2	147	0	0
6-jul	4	3	2	74	0	0
12	4	4	2	114	3	19
16	0	2	2	71	1	7
22	6	3	4	66	2	9

\* *A. latifrons* y *Amphidees* sp.

Cuadro A.6 Continúa...

Semana	Número de			Número de adultos		
	L2	L3	PUPA	<i>Amphidees</i> *	<i>Paranametis</i>	<i>Asynonychus</i>
3-ago	6	4	1	55	2	13
10	0	0	7	76	3	8
15	1	5	6	85	9	7
24	0	1	1	138	2	5
28	0	1	1	270	2	13
4-sep	0	1	2	410	0	11
11	1	0	2	465	0	24
17	0	0	0	355	0	11
30	0	2	0	418	1	8
3-oct	0	5	0	795	3	4
15	0	0	0	1097	1	4
23	1	1	0	1330	24	5
30	0	2	0	1127	6	0
6-nov	0	4	0	816	5	0
13	0	4	0	640	9	1
23	0	5	0	522	3	0
8-ene-00	4	11	0	242	0	0
15	5	10	0	209	0	0
22	1	17	0	92	0	0
29	2	10	0	67	0	0
5-feb	1	10	0	1	0	0
12-feb-00	4	16	0	47	0	0
19	2	10	0	31	0	0
26	2	12	0	50	0	0
4-mar	0	15	0	140	0	0
11	1	18	3	103	0	0
18	0	13	1	145	0	0
25	0	9	2	86	0	0
1-abr	2	15	6	52	0	0
08	0	5	8	49	0	0
15	1	10	3	34	0	0
22	3	13	2	18	1	0
29	2	5	4	43	0	0
9-may	1	16	2	28	0	0
13	3	12	4	30	1	0
20	1	11	5	55	0	0
27	3	14	6	72	5	0
TOTAL	151	396	113	11408	83	149

\* *A. latifrons* y *Amphidees* sp.

Cuadro A.7. Tabla precalculada de unidades calor. Para el período 1999.

METHOD: Double Sine  
 Horizontal Cutoff

LOWER THRESHOLD: 5.0 C  
 UPPER THRESHOLD: 20.0 C

TEMPERATURES FROM THE FILE: A:TESAN99.PRN

DATE	TEMPERATURES (C)		DEGREE-DAYS	ACCUMULATED DEGREE-DAY
	MINIMUM	MAXIMUM		
1	1.00	16.00	4.32	4.32
2	0.00	18.00	5.48	9.80
3	3.00	17.00	5.10	14.90
4	1.00	13.00	3.02	17.91
5	1.00	15.00	3.94	21.85
6	1.00	18.00	5.34	27.19
7	1.00	19.00	5.82	33.01
8	1.00	19.00	5.82	38.83
9	1.00	15.00	4.03	42.87
10	2.00	16.00	4.86	47.73
11	4.00	19.00	6.33	54.06
12	2.00	20.00	6.31	60.37
13	.00	17.00	4.78	65.15
14	1.00	17.00	5.10	70.24
15	3.00	18.00	5.48	75.73
16	.00	18.00	5.36	81.09
17	2.00	19.00	6.04	87.13
18	2.00	20.00	6.31	93.44
19	.00	21.00	6.69	100.13
20	2.00	22.00	7.11	107.24
21	1.00	21.00	6.93	114.18
22	3.00	16.00	5.17	119.35
23	5.00	13.00	4.00	123.35
24	5.00	18.00	6.16	129.50
25	3.00	21.00	6.93	136.44
26	1.00	20.00	6.30	142.73
27	1.00	22.00	7.11	149.84
28	2.00	22.00	7.36	157.21
29	3.00	20.00	6.95	164.16
30	4.00	18.00	5.96	170.12
31	3.00	20.00	7.15	177.27
32	5.00	22.00	7.60	184.87
33	1.00	22.00	7.25	192.11
34	3.00	22.00	7.36	199.48
35	2.00	22.00	7.23	206.71
36	2.00	22.00	7.23	213.94
37	2.00	23.00	7.38	221.32
38	1.00	23.00	7.26	228.58
39	1.00	25.00	9.01	237.59

40	8.00	25.00	9.27	246.86
41	3.00	23.00	7.77	254.63
42	3.00	21.00	6.93	261.56
43	1.00	16.00	4.95	266.51
44	5.00	17.00	6.00	272.51
45	5.00	20.00	7.15	279.66
46	3.00	20.00	6.55	286.21
47	1.00	21.00	6.68	292.89
48	1.00	22.00	6.88	299.77
49	.00	21.00	6.47	306.24
50	.00	23.00	7.15	313.39
51	1.00	25.00	7.83	321.23
52	2.00	22.00	7.11	328.34
53	1.00	26.00	8.73	337.07
54	6.00	25.00	9.15	346.22
55	5.00	25.00	9.15	355.36
56	6.00	26.00	8.63	363.99
57	.00	23.00	8.24	372.23
58	7.00	23.00	9.68	381.91
59	8.00	25.00	10.54	392.45
60	9.00	23.00	9.08	401.54
61	3.00	23.00	7.52	409.05
62	1.00	24.00	7.75	416.81
63	3.00	25.00	8.57	425.37
64	5.00	28.00	9.42	434.79
65	5.00	28.00	10.30	445.10
66	9.00	27.00	9.58	454.67
67	1.00	27.00	8.68	463.35
68	5.00	27.00	9.72	473.07
69	7.00	26.00	10.02	483.09
70	7.00	27.00	9.02	492.11
71	.00	27.00	8.38	500.49
72	4.00	20.00	6.70	507.20
73	1.00	18.00	6.17	513.37
74	6.00	23.00	8.36	521.73
75	3.00	24.00	8.83	530.56
76	7.00	21.00	8.19	538.76
77	4.00	25.00	9.65	548.41
78	9.00	25.00	10.54	558.95
79	8.00	24.00	9.07	568.02
80	3.00	25.00	7.86	575.88
81	.00	25.00	7.86	583.74
82	3.00	26.00	8.57	592.31
83	4.00	26.00	8.72	601.03
84	4.00	26.00	8.91	609.94
85	5.00	24.00	8.10	618.04
86	1.00	22.00	7.60	625.64
87	5.00	14.00	4.50	630.14
88	5.00	20.00	7.15	637.28
89	3.00	23.00	8.12	645.41
90	5.00	27.00	9.94	655.35
91	8.00	26.00	10.25	665.59
92	7.00	25.00	9.03	674.63
93	3.00	22.00	8.83	683.46
94	9.00	25.00	9.36	692.82
95	2.00	28.00	8.37	701.19
96	1.00	30.00	8.44	709.64

97	.00	32.00	8.82	718.46
98	2.00	32.00	9.16	727.62
99	3.00	32.00	9.05	736.67
100	1.00	33.00	9.04	745.71
101	2.00	32.00	8.82	754.53
102	.00	31.00	8.58	763.10
103	1.00	29.00	9.85	772.96
104	9.00	26.00	9.54	782.50
105	2.00	28.00	9.40	791.90
106	7.00	23.00	8.60	800.50
107	3.00	22.00	8.59	809.09
108	8.00	25.00	10.08	819.17
109	7.00	27.00	9.72	828.89
110	5.00	28.00	8.84	837.72
111	1.00	30.00	9.55	847.28
112	7.00	31.00	10.88	858.15
113	8.00	31.00	10.13	868.28
114	3.00	30.00	8.80	877.08
115	1.00	28.00	8.37	885.45
116	2.00	26.00	8.85	894.30
117	6.00	30.00	9.91	904.21
118	5.00	31.00	10.66	914.87
119	9.00	31.00	10.66	925.52
120	5.00	30.00	9.69	935.21
121	5.00	30.00	9.12	944.33
122	1.00	30.00	8.94	953.28
123	4.00	13.00	3.26	956.54
124	.00	27.00	8.80	965.33
125	6.00	26.00	8.99	974.32
126	3.00	27.00	8.74	983.06
127	4.00	27.00	9.53	992.60
128	7.00	26.00	10.02	1002.61
129	7.00	28.00	9.68	1012.30
130	4.00	25.00	8.02	1020.31
131	.00	31.00	9.57	1029.88
132	7.00	31.00	11.08	1040.97
133	9.00	30.00	9.87	1050.84
134	.00	31.00	8.82	1059.66
135	3.00	30.00	9.04	1068.70
136	3.00	32.00	9.05	1077.75
137	1.00	32.00	8.70	1086.45
138	.00	30.00	9.23	1095.69
139	6.00	31.00	10.66	1106.35
140	8.00	33.00	9.99	1116.34
141	.00	32.00	10.09	1126.44
142	9.00	32.00	10.09	1136.53
143	.00	30.00	8.84	1145.37
144	4.00	26.00	8.32	1153.68
145	1.00	30.00	8.44	1162.13
146	.00	31.00	8.47	1170.60
147	.00	30.00	8.34	1178.94
148	.00	27.00	9.47	1188.41
149	9.00	28.00	9.72	1198.13
150	1.00	30.00	9.12	1207.25
151	5.00	30.00	10.34	1217.59
152	8.00	33.00	11.47	1229.06
153	9.00	32.00	11.18	1240.23

154	7.00	32.00	10.97	1251.21
155	8.00	31.00	9.88	1261.09
156	1.00	31.00	9.46	1270.55
157	6.00	28.00	9.64	1280.20
158	5.00	25.00	8.31	1288.51
159	1.00	25.00	9.24	1297.75
160	9.00	25.00	10.54	1308.30
161	8.00	25.00	8.91	1317.20
162	.00	27.00	7.88	1325.08
163	.00	27.00	9.47	1334.55
164	9.00	23.00	9.24	1343.79
165	4.00	25.00	8.24	1352.03
166	2.00	25.00	7.83	1359.86
167	1.00	25.00	7.72	1367.58
168	1.00	23.00	7.26	1374.84
169	1.00	25.00	7.72	1382.55
170	1.00	22.00	7.60	1390.15
171	5.00	23.00	8.71	1398.87
172	6.00	26.00	9.56	1408.42
173	6.00	25.00	9.38	1417.80
174	6.00	26.00	8.85	1426.66
175	2.00	26.00	8.28	1434.94
176	3.00	26.00	8.41	1443.35
177	3.00	25.00	8.57	1451.92
178	5.00	27.00	9.49	1461.41
179	6.00	26.00	8.63	1470.04
180	.00	28.00	8.15	1478.19
181	1.00	25.00	7.61	1485.79
182	.00	28.00	8.27	1494.06
183	2.00	27.00	8.33	1502.39
184	2.00	27.00	9.02	1511.41
185	6.00	20.00	8.50	1519.91
186	8.00	27.00	9.47	1529.38
187	2.00	26.00	7.92	1537.30
188	.00	30.00	8.56	1545.87
189	2.00	27.00	8.33	1554.19
190	2.00	27.00	8.46	1562.65
191	3.00	25.00	8.09	1570.74
192	2.00	25.00	8.43	1579.17
193	5.00	25.00	8.21	1587.37
194	.00	27.00	9.25	1596.62
195	8.00	27.00	10.62	1607.24
196	8.00	27.00	9.25	1616.49
197	.00	27.00	9.47	1625.96
198	9.00	25.00	9.14	1635.10
199	.00	22.00	7.14	1642.24
200	3.00	23.00	8.12	1650.36
201	5.00	23.00	8.12	1658.48
202	3.00	26.00	8.41	1666.89
203	3.00	28.00	9.75	1676.64
204	8.00	28.00	9.50	1686.15
205	1.00	28.00	8.25	1694.40
206	1.00	25.00	7.61	1702.01
207	.00	27.00	7.98	1709.99
208	1.00	28.00	8.37	1718.37
209	2.00	27.00	8.33	1726.69
210	2.00	20.00	6.41	1733.10

211	1.00	28.00	9.50	1742.61
212	8.00	27.00	10.62	1753.23
213	8.00	27.00	9.61	1762.83
214	3.00	28.00	8.40	1771.23
215	.00	27.00	7.88	1779.11
216	.00	26.00	7.70	1786.80
217	.00	27.00	7.88	1794.68
218	.00	27.00	9.25	1803.93
219	8.00	28.00	9.50	1813.43
220	1.00	26.00	7.80	1821.23
221	.00	30.00	8.44	1829.68
222	1.00	27.00	7.98	1837.66
223	.00	28.00	8.15	1845.81
224	1.00	28.00	8.15	1853.96
225	.00	30.00	9.66	1863.62
226	8.00	26.00	10.25	1873.86
227	7.00	28.00	9.18	1883.04
228	.00	27.00	7.98	1891.02
229	1.00	25.00	9.01	1900.04
230	8.00	26.00	9.09	1909.12
231	.00	27.00	7.98	1917.11
232	1.00	28.00	8.15	1925.25
233	.00	28.00	8.04	1933.29
234	.00	25.00	7.61	1940.90
235	1.00	27.00	8.09	1948.99
236	1.00	27.00	8.09	1957.08
237	1.00	27.00	7.98	1965.06
238	.00	28.00	8.40	1973.46
239	3.00	28.00	8.50	1981.96
240	1.00	28.00	8.50	1990.47
241	3.00	26.00	8.41	1998.88
242	3.00	27.00	8.23	2007.12
243	.00	28.00	8.95	2016.07
244	6.00	27.00	9.49	2025.56
245	5.00	26.00	8.50	2034.07
246	1.00	27.00	8.09	2042.16
247	1.00	28.00	8.15	2050.30
248	.00	27.00	8.23	2058.54
249	3.00	26.00	8.28	2066.82
250	2.00	24.00	8.22	2075.04
251	5.00	22.00	7.72	2082.76
252	2.00	26.00	7.92	2090.68
253	.00	24.00	7.39	2098.07
254	1.00	27.00	7.98	2106.05
255	.00	27.00	9.02	2115.08
256	7.00	26.00	10.25	2125.32
257	8.00	26.00	10.47	2135.80
258	8.00	26.00	10.47	2146.27
259	8.00	27.00	10.62	2156.89
260	8.00	26.00	9.09	2165.98
261	.00	26.00	9.31	2175.29
262	9.00	28.00	9.61	2184.91
263	.00	27.00	9.47	2194.38
264	9.00	27.00	9.70	2204.07
265	2.00	27.00	8.10	2212.17
266	.00	27.00	8.10	2220.27
267	2.00	29.00	8.52	2228.80

268	1.00	28.00	9.72	2238.52
269	9.00	28.00	9.72	2248.24
270	1.00	29.00	8.98	2257.22
271	5.00	29.00	9.23	2266.45
272	3.00	22.00	7.14	2273.59
273	.00	24.00	8.71	2282.30
274	8.00	23.00	8.48	2290.78
275	.00	24.00	8.71	2299.49
276	8.00	25.00	9.01	2308.50
277	1.00	28.00	8.50	2317.01
278	3.00	28.00	8.50	2325.51
279	1.00	22.00	6.99	2332.50
280	1.00	24.00	7.50	2340.00
281	1.00	29.00	8.41	2348.41
282	1.00	29.00	8.41	2356.82
283	1.00	27.00	8.90	2365.72
284	6.00	24.00	9.18	2374.90
285	6.00	25.00	9.85	2384.75
286	8.00	24.00	10.13	2394.87
287	8.00	26.00	9.19	2404.07
288	1.00	23.00	7.15	2411.22
289	.00	26.00	7.70	2418.92
290	.00	24.00	8.23	2427.15
291	6.00	26.00	10.24	2437.39
292	9.00	24.00	9.17	2446.56
293	2.00	18.00	5.45	2452.01
294	1.00	21.00	6.68	2458.69
295	1.00	20.00	6.30	2464.99
296	1.00	21.00	6.57	2471.56
297	.00	21.00	6.57	2478.14
298	1.00	21.00	6.68	2484.82
299	1.00	22.00	7.11	2491.93
300	2.00	23.00	7.64	2499.57
301	3.00	22.00	7.50	2507.07
302	3.00	23.00	7.52	2514.58
303	1.00	22.00	7.11	2521.69
304	2.00	18.00	5.56	2527.25
305	2.00	21.00	6.92	2534.17
306	2.00	20.00	6.41	2540.58
307	1.00	19.00	5.72	2546.30
308	.00	22.00	6.88	2553.19
309	1.00	22.00	7.11	2560.30
310	2.00	23.00	7.27	2567.57
311	.00	21.00	6.57	2574.15
312	1.00	20.00	6.41	2580.56
313	2.00	20.00	6.53	2587.09
314	2.00	21.00	7.21	2594.30
315	4.00	18.00	5.63	2599.93
316	.00	21.00	6.57	2606.50
317	1.00	21.00	6.68	2613.19
318	1.00	22.00	6.99	2620.18
319	1.00	20.00	6.30	2626.47
320	1.00	18.00	5.45	2631.93
321	2.00	20.00	6.66	2638.59
322	3.00	21.00	7.05	2645.64
323	2.00	20.00	6.41	2652.05
324	1.00	18.00	5.34	2657.40

325	1.00	18.00	5.45	2662.85
326	2.00	19.00	6.17	2669.02
327	3.00	19.00	6.30	2675.33
328	3.00	20.00	6.55	2681.87
329	1.00	22.00	6.99	2688.87
330	1.00	19.00	6.06	2694.93
331	3.00	19.00	6.06	2700.99
332	1.00	19.00	6.06	2707.05
333	3.00	22.00	7.14	2714.19
334	.00	18.00	5.48	2719.67
335	3.00	18.00	5.69	2725.36
336	2.00	20.00	6.41	2731.77
337	1.00	20.00	6.30	2738.07
338	1.00	21.00	6.68	2744.75
339	1.00	17.00	4.87	2749.62
340	1.00	17.00	4.98	2754.60
341	2.00	15.00	3.95	2758.55
342	.00	20.00	6.19	2764.74
343	1.00	25.00	7.83	2772.58
344	2.00	20.00	6.53	2779.11
345	2.00	20.00	6.82	2785.92
346	4.00	19.00	6.12	2792.04
347	.00	19.00	5.72	2797.76
348	1.00	19.00	5.82	2803.58
349	1.00	19.00	5.82	2809.40
350	1.00	18.00	5.34	2814.74
351	1.00	16.00	4.50	2819.25
352	2.00	17.00	5.20	2824.45
353	3.00	16.00	4.72	2829.17
354	2.00	19.00	5.93	2835.10
355	1.00	17.00	4.87	2839.97
356	1.00	19.00	5.93	2845.91
357	2.00	18.00	5.69	2851.59
358	3.00	16.00	4.84	2856.43
359	3.00	17.00	5.10	2861.53
360	1.00	17.00	4.87	2866.40
361	1.00	18.00	5.58	2871.98
362	3.00	19.00	6.06	2878.04
363	1.00	19.00	6.06	2884.11
364	3.00	16.00	4.53	2888.64
365	.00	16.00	4.23	2892.87



45	5.00	23.00	7.87	317.24
46	1.00	26.00	8.50	325.74
47	5.00	27.00	8.93	334.67
48	3.00	26.00	8.76	343.43
49	5.00	26.00	8.91	352.34
50	4.00	24.00	9.46	361.80
51	9.00	23.00	8.95	370.74
52	2.00	22.00	7.11	377.85
53	1.00	26.00	8.73	386.59
54	6.00	25.00	9.15	395.73
55	5.00	25.00	9.15	404.88
56	6.00	26.00	8.63	413.51
57	.00	23.00	8.24	421.75
58	7.00	24.00	8.83	430.58
59	3.00	24.00	9.07	439.65
60	8.00	24.00	9.65	449.30
61	6.00	26.00	9.33	458.63
62	5.00	25.00	8.91	467.54
63	5.00	26.00	9.33	476.87
64	6.00	21.00	8.39	485.26
65	6.00	22.00	8.10	493.35
66	3.00	23.00	8.12	501.48
67	5.00	25.00	8.72	510.20
68	4.00	25.00	8.72	518.92
69	5.00	25.00	9.38	528.30
70	7.00	23.00	8.76	537.06
71	4.00	23.00	8.76	545.82
72	7.00	22.00	8.50	554.32
73	4.00	24.00	7.91	562.23
74	1.00	21.00	7.53	569.76
75	6.00	19.00	6.90	576.66
76	3.00	23.00	8.12	584.78
77	5.00	25.00	8.91	593.69
78	5.00	22.00	8.01	601.70
79	4.00	23.00	8.52	610.22
80	6.00	24.00	8.59	618.82
81	3.00	25.00	7.86	626.68
82	.00	25.00	7.86	634.54
83	3.00	26.00	8.57	643.11
84	4.00	26.00	8.72	651.83
85	4.00	26.00	8.91	660.74
86	5.00	24.00	8.10	668.84
87	1.00	22.00	7.60	676.44
88	5.00	14.00	5.25	681.69
89	8.00	20.00	8.75	690.44
90	7.00	23.00	9.68	700.12
91	8.00	27.00	9.61	709.72
92	3.00	26.00	8.06	717.78
93	.00	21.00	8.17	725.95
94	9.00	20.00	7.79	733.74
95	.00	23.00	7.57	741.31
96	4.00	26.00	9.14	750.45
97	6.00	27.00	9.49	759.94
98	5.00	27.00	9.94	769.88
99	8.00	23.00	9.44	779.32
100	6.00	26.00	8.63	787.95
101	.00	26.00	8.86	796.80

102	7.00	27.00	10.62	807.42
103	9.00	26.00	10.01	817.43
104	5.00	24.00	8.10	825.54
105	1.00	26.00	8.73	834.27
106	6.00	29.00	10.00	844.27
107	6.00	31.00	10.66	854.94
108	8.00	31.00	10.66	865.60
109	6.00	31.00	10.87	876.47
110	9.00	21.00	9.13	885.61
111	6.00	18.00	6.28	891.89
112	2.00	31.00	10.00	901.89
113	8.00	28.00	10.75	912.64
114	8.00	31.00	10.13	922.77
115	3.00	30.00	9.37	932.13
116	5.00	28.00	9.64	941.78
117	6.00	26.00	10.02	951.79
118	8.00	32.00	10.55	962.35
119	5.00	31.00	10.03	972.37
120	6.00	32.00	10.14	982.51
121	5.00	30.00	9.69	992.20
122	5.00	30.00	9.12	1001.32
123	1.00	30.00	8.94	1010.27
124	4.00	13.00	3.26	1013.52
125	.00	27.00	8.80	1022.32
126	6.00	26.00	8.99	1031.31
127	3.00	27.00	8.74	1040.05
128	4.00	27.00	9.53	1049.59
129	7.00	26.00	10.02	1059.60
130	7.00	28.00	9.68	1069.29
231	4.00	25.00	8.02	1077.30
132	.00	31.00	9.57	1086.87
133	7.00	31.00	11.08	1097.95
134	9.00	30.00	9.87	1107.83
135	.00	31.00	8.82	1116.65
136	3.00	30.00	9.04	1125.69
137	3.00	32.00	9.05	1134.74
138	1.00	32.00	8.70	1143.44
139	.00	30.00	9.23	1152.67
140	6.00	31.00	10.24	1162.92
141	6.00	33.00	9.58	1172.50
142	.00	32.00	10.09	1182.59
143	9.00	32.00	10.09	1192.69
144	.00	30.00	8.84	1201.52
145	4.00	26.00	8.32	1209.84
146	1.00	30.00	8.44	1218.28
147	.00	31.00	8.47	1226.76
148	.00	30.00	8.34	1235.10

Cuadro A.9. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al diazinon; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de observaciones	Individuos muertos	% de Mortalidad natural	% de Mortalidad corregida
Testigo	0.00	12	2	16.67	0.00
2000	87.18	12	1	8.33	10.01
2500	108.98	12	4	33.33	20.00
3000	130.77	12	6	50.00	40.00
3500	152.57	12	8	66.67	60.00
4000	174.37	12	9	75.00	70.60
4500	196.16	12	10	83.33	83.33
5000	217.96	12	12	100.00	100.00

Cuadro A.10. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al clorpirifos; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de observaciones	Individuos muertos	% de mortalidad
Testigo	0.00	12	0	0.0
400	17.44	12	5	41.67
600	26.15	12	5	41.67
800	34.87	12	6	50.00
1000	43.59	12	6	50.00
1500	65.39	12	8	66.67
2000	87.18	12	9	75.00
3000	130.77	12	10	83.33

Cuadro A.11. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al metamidofos; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis $\mu\text{g/g}$	No. de individuos	Individuos muertos	% de mortalidad
Testigo	0.00	12	0	0.00
400	17.44	12	2	15.38
600	26.15	12	3	23.08
800	34.87	12	5	41.67
2000	87.18	12	10	83.33
3000	130.77	12	10	83.33

Cuadro A.12. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al paration metílico; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de observaciones	Individuos muertos	% de mortalidad
Testigo	0.00	12	0	0.00
600	26.15	12	3	25.00
800	34.87	12	6	50.00
1000	43.59	12	6	50.00
2000	87.18	12	8	66.67
2500	108.98	12	11	90.91

Cuadro A.13. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al carbofuran; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de observaciones	Individuos muertos	% de mortalidad
Testigo	0.00	13	0	0.00
800	34.87	13	7	46.15
1000	43.59	13	8	61.54
2000	87.18	13	8	61.54
3000	130.77	13	8	61.54
3500	152.57	12	8	63.64
4000	174.37	12	8	63.64
5000	217.96	12	9	75.00
6000	261.55	12	10	83.33
7000	305.14	12	11	91.67

Cuadro A.14. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al endosulfan; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de observaciones	Individuos Muertos	% de mortalidad
Testigo	0.00	12	0	0.00
600	26.15	12	1	8.33
800	34.87	12	2	16.67
1000	43.59	12	2	16.67
2000	87.18	12	4	33.33
3000	130.77	12	8	66.67
4000	174.37	13	11	84.61
5000	217.96	13	12	92.30

Cuadro A.15. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al cipermetrina; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de observaciones	Individuos muertos	% de Mortalidad natural	% de Mortalidad corregida
Testigo	0.00	12	1	8.33	0.00
400	17.44	12	3	25.00	25.00
600	26.15	12	6	50.00	50.00
800	34.87	12	7	58.33	58.33
1000	43.59	12	7	58.33	58.33
1500	65.39	12	11	91.67	90.91

Cuadro A.16. Datos obtenidos en laboratorio para larvas de tercer estadio de *Amphidees latifrons* (Sharp), expuestas al bifentrina; en poblaciones de San Antonio de las Alazanas.

Dosis (ppm)	Dosis ( $\mu\text{g/g}$ )	No. de individuos	Individuos muertos	% de Mortalidad natural	% de Mortalidad corregida
Testigo	0.00	12	1	8.33	0.00
400	17.43	12	3	25.00	18.18
600	26.15	12	3	25.00	18.18
800	34.87	12	4	33.33	27.27
1000	43.59	12	4	33.33	33.33
1500	65.39	12	8	66.67	66.67
2000	87.18	12	10	83.33	81.81