



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad
Oaxaca

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE
RECURSOS NATURALES
Especialidad de Protección y Producción Vegetal

“PARASITOIDES ASOCIADOS A INSECTOS EN FRUTOS DE NANCHE
ROJO (*Malpighia mexicana*) EN OAXACA”

TESIS

Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias

Presenta:

Roselia Jarquín López

Directora de Tesis:

M. en C. Laura Martínez Martínez

Santa Cruz Xoxocotlán, Oax., mayo de 2007.



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 9 del mes de Marzo del 2007 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada:

Parasitoides asociados a insectos en frutos de nanche rojo (*Malpighia mexicana*) en Oaxaca.

Presentada por la alumna:

| | | |
|------------------|---------|-----------|
| Jarquín | López | Roselia |
| Apellido paterno | materno | nombre(s) |
| Con registro: | | |
| B | 0 | 3 |
| 0 | 9 | 4 |
| 2 | | |

aspirante al grado de: **MAESTRO EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

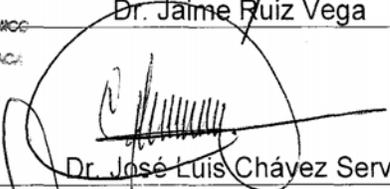
LA COMISION REVISORA
Director de tesis


M. en C. Laura Martínez Martínez


Dr. José Antonio Sánchez García


Dr. Jaime Ruiz Vega


Dr. Celerino Robles Pérez


Dr. José Luis Chávez Servia

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


Dra. María del Rosario Arnaud Viñas



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACION PARA EL DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL
UNIDAD OAXACA



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día 30 del mes Abril del año 2007, el (la) que suscribe **JARQUÍN LÓPEZ ROSELIA** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **B030942**, adscrito al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la M. en C. Laura Martínez Martínez y cede los derechos del trabajo intitulado "**Parasitoides asociados a insectos en frutos de nanche rojo (*Malpighia mexicana*) en Oaxaca**", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: posgrado@ipn.mx ó jarose_1@yahoo.com.mx Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.



INSTITUTO POLITÉCNICO
NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO OAXACA

Roselia Jarquín López

ROSELIA JARQUÍN LÓPEZ

RESUMEN

La especie *Malpighia mexicana*, conocida con el nombre común de “nanche rojo”, se encuentra distribuido en México en diferentes estados; esta planta tiene uso artesanal, como cercas vivas, y su fruto es alimenticio y medicinal. En México no se han realizado estudios acerca de los insectos que atacan a este fruto ni de sus parasitoides. El objetivo de este trabajo fue estudiar los parasitoides asociados a los frutos de *M. mexicana* en los Valles Centrales de Oaxaca, México. Los sitios de muestreo se ubicaron en San Lorenzo Cacaotepec, Santa Cruz Xoxocotlán y el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo. Se colectaron frutos maduros de nanche rojo semanalmente, durante el periodo de fructificación, en los años 2005 y 2006. Los frutos se pesaron, se contaron y se colocaron en charolas cubiertas con malla fina, para esperar la emergencia de los insectos. Los especímenes se identificaron, para conocer las morfoespecies. Se encontró a *Anthonomus sisyphus* Clark (Coleoptera: Curculionidae) alimentándose de los frutos de nanche rojo. La mayor infestación se presentó en el sitio de muestreo de San Lorenzo Cacaotepec con 0.29 a 0.37 picudos por g de fruta y 1.16 a 1.44 picudos por fruto. Asociados a *A. sisyphus* se encontraron siete diferentes morfoespecies de parasitoides pertenecientes a las familias: Braconidae, Pteromalidae y Eupelmidae. Las morfoespecies de parasitoides fueron: *Triaspis* sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae), *Diospilus* sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae), *Bracon* sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae), *Eupelmus* sp. (Hym.: Eupelmidae), *Catolaccus* sp. (Hym.: Pteromalidae), *Bracon* sp. 1 (Hym.: Braconidae: Braconinae) y *Urosigalphus* sp. (Hym.: Braconidae Helconinae). Las morfoespecies de parasitoides más abundantes fueron: *Triaspis* sp., *Diospilus* sp. y *Bracon* sp. 2. El Jardín Etnobotánico de Santo

Domingo fue el sitio con el mayor número (seis) de morfoespecies de parasitoides y el que presentó el mayor porcentaje de parasitismo. La morfoespecie del parasitoide con una mayor proporción de machos fue *Bracon* sp. 2 en el 2005 y *Triaspis* sp. en el 2006. No se encontró correlación significativa entre infestación con temperatura, ni con precipitación pluvial; tampoco hubo correlación entre parasitismo con temperatura, ni con precipitación pluvial. Este estudio contribuye al conocimiento de la fauna benéfica de plantas nativas de México.

ABSTRACT

The species *Malpighia mexicana*, known by the common name *nanche rojo*, is found distributed in different states in México. This plant is used in crafts, as living fences and the fruit is used both as a food source and for medicinal purposes. In México no studies have been made of the insects that attack the fruit of this plant nor of their parasitoids. The object of this work was to study the parasitoids associated with the fruit of *M. Mexicana* in the Central Valleys of Oaxaca, México. The sampling sites were located in San Lorenzo Cacaotepec, Santa Cruz Xoxocotlan and the Ethnobotanical Garden of Santo Domingo. Mature fruit of *nanche rojo* were collected weekly during the fruiting periods of 2005 and 2006. The fruit were weighed, counted and placed in dishes covered with fine net to await the emergence of the insects. The specimens were identified to the level of morphospecies. *Anthonomus sisyphus* Clark (Coleoptera: Curculionidae) was found feeding on the fruit of *nanche rojo*. The greatest infestation was found in the San Lorenzo Cacaotepec sampling site with 0.29 to 0.37 weevil per g of fruit and 1.16 to 1.44 weevils per fruit. Found associated with

A. sisyphus were seven different morphospecies of parasitoids belonging to the families: Braconidae, Pteromalidae and Eupelmidae. The morphospecies of the parasitoids were: *Triaspis* sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae), *Diospilus* sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae), *Bracon* sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae), *Eupelmus* sp. (Hym.: Eupelmidae), *Catolaccus* sp. (Hym.: Pteromalidae), *Bracon* sp. 1 (Hym.: Braconidae: Braconinae) and *Urosigalphus* sp. (Hym.: Braconidae Helconinae). The most abundant morphospecies were: *Triaspis* sp., *Diospilus* sp. and *Bracon* sp. 2. The Ethnobotanical Garden of Santo Domingo was the site with the greatest number of genera (six) of parasitoids and presented the greatest percentage of parasitism. The genus of parasitoids with the greatest proportion of males were *Bracon* sp. 2 in 2005 and *Triaspis* sp. in 2006. No significant correlation was found between infestation and temperature, nor with rainfall; nor was a correlation found between parasitism and temperature, nor with rainfall. This study contributes to the knowledge of the beneficial fauna of the native plants of México.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional.

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Unidad Oaxaca.

A los miembros del comité revisor de tesis: M. en C. Laura Martínez Martínez, Dr. José Antonio Sánchez García, Dr. Jaime Ruiz Vega, Dr. Celerino Robles Pérez, Dr. José Luis Chávez Servia y M. en C. Sonia Trujillo Argueta.

A los profesores que participaron en mi formación profesional.

Al Ing. César Chávez Rendón, Jefe de colecciones del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo por las facilidades brindadas para la realización del trabajo.

Al M. en C. Ernesto Bravo Mosqueda del Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, del INIFAP por la información proporcionada.

Al Dr. Manuel Darío Salas Araiza de la Universidad de Guanajuato por la identificación del *Anthonomus sisyphus*.

Al Dr. José Antonio Sánchez García del CIIDIR-Oaxaca por la identificación de los parasitoides.

A los compañeros M. en C. David Sánchez Martínez, M. en C. María de Lourdes Robles Martínez, M. en C. Angélica Bautista Cruz, Ing. Sabino Martínez Tomás, Ing. Elizabeth Cruz Sosa y Marisol Esther Almaraz Almaraz por el apoyo brindado.

DEDICATORIAS

A Dios por permitirme seguir en mi camino.

A mis padres Sr. Enrique Jarquín Franco y Sra. Elísea López Pérez por inculcarme sentido de responsabilidad y de superación.

A mis hermanos: Rafaela, Servando, Elena, Guillermo, Salustia, Alicia, Abel y Osvelia por su cariño que me brindan.

A mis suegros Sr. Aurelio Cruz Méndez y Sra. Elodia Gómez Morales por el gran apoyo que me brindan.

A mi esposo M. Virgilio Cruz Gómez por compartir su vida a mi lado.

A mis hijos Iván Yair, Deysi Karen y Virgilio Amaury por su inocencia y ternura que me brindan cada día.

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|--|--------|
| ÍNDICE DE CUADROS | iii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | iv |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 2. 1. Objetivo general | 3 |
| 2. 1. 1. Objetivos específicos | 3 |
| 3. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 3. 1. <i>Malpighia mexicana</i> | 4 |
| 3. 2. <i>Malpighia glabra</i> | 6 |
| 3. 2. 1. Fitosanidad de <i>Malpighia glabra</i> | 6 |
| 3. 3. Organismos asociados a Malpighiaceas | 6 |
| 3. 3. 1. Familia Curculionidae | 7 |
| 3. 3. 1. 1. Subfamilia Anthonominae | 7 |
| 3. 3. 2. Microorganismos | 8 |
| 3. 5. Orden Hymenoptera | 8 |
| 3. 5. 1. Biología de Braconidae | 9 |
| 3. 5. 2. Subfamilias de Braconidae | 10 |
| 3. 5. 2. 1. Braconinae | 10 |
| 3. 5. 2. 2. Helconinae | 11 |
| 3. 5. 2. 3. Microgastrinae | 12 |
| 3. 5. 3. Género <i>Bracon</i> Fabricius | 13 |
| 3. 5. 4. Familia Pteromalidae | 13 |
| 3. 5. 5. Familia Eupelmidae | 14 |
| 4. MATERIALES Y MÉTODOS | 15 |
| 4. 1. Área de estudio | 15 |
| 4. 2. Colecta de frutos | 20 |
| 4. 3. Emergencia de insectos | 21 |
| 4. 4. Identificación | 21 |
| 4. 5. Proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides | 22 |

| | |
|---|----|
| 4. 6. Parasitismo y proporción de machos de las morfoespecies de parasitoides | 22 |
| 4. 7. Fluctuación poblacional | 22 |
| 4. 8. Análisis de factores climáticos | 22 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 5. 1. <i>Anthonomus sisyphus</i> Clark | 25 |
| 5. 2. Morfoespecies de parasitoides | 27 |
| 5. 3. Diagnósis de las morfoespecies de parasitoides | 28 |
| 5. 3. 1. <i>Triaspis</i> sp. | 28 |
| 5. 3. 2. <i>Diospilus</i> sp. | 30 |
| 5. 3. 3. <i>Bracon</i> sp. | 31 |
| 5. 3. 4. <i>Eupelmus</i> sp. | 33 |
| 5. 3. 5. <i>Catolaccus</i> sp | 34 |
| 5. 3. 6. <i>Urosigalphus</i> sp. | 35 |
| 5. 4. Proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides | 36 |
| 5. 5. Proporción de machos de las morfoespecies de parasitoides | 38 |
| 5. 6. Porcentajes de parasitismo | 41 |
| 5. 7. Fluctuación poblacional | 43 |
| 5. 8. Análisis de factores climáticos | 45 |
| 5. 8. 1. Efecto de la temperatura | 45 |
| 5. 8. 2. Efecto de la precipitación pluvial | 49 |
| 6. CONCLUSIONES | 53 |
| 7. LITERATURA CITADA | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| 1. Cantidad de fruta muestreada, número de frutos, total de insectos emergidos e infestación de frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , durante 2005 y 2006. | 24 |
| 2. Morfoespecies de parasitoides encontradas en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005 y 2006. | 28 |
| 3. Emergencia (n) y proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides encontradas en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005. | 36 |
| 4. Emergencia (n) y proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides encontradas en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2006. | 37 |
| 5. Proporción de machos de las morfoespecies de parasitoides encontradas en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005. | 38 |
| 6. Proporción de machos de las morfoespecies de parasitoides encontradas en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2006. | 39 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Página |
|---|--------|
| 1. Frutos de <i>Malpighia mexicana</i> . | 5 |
| 2. Ubicación del estado de Oaxaca, la región de Valles Centrales y de los sitios de muestreo. | 16 |
| 3. Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, Oaxaca. | 17 |
| 4. Adulto de <i>Anthonomus sisyphus</i> Clark. | 26 |
| 5. <i>Triaspis</i> sp. | 29 |
| 6. <i>Diospilus</i> sp. | 30 |
| 7. Hembra de <i>Bracon</i> sp. 1 | 32 |
| 8. <i>Bracon</i> sp. 2 | 32 |
| 9. <i>Eupelmus</i> sp. | 33 |
| 10. Hembra de <i>Catolaccus</i> sp. | 34 |
| 11. <i>Urosigalphus</i> sp. | 35 |
| 12. Porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005. | 40 |
| 13. Porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2006. | 41 |
| 14. Niveles de infestación y porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en el Jardín Etnobotánico de Santo | 42 |

| | | |
|-----|--|----|
| | Domingo, Oaxaca, 2005 (a) y 2006 (b). | |
| 15. | Niveles de infestación y porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> , en San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2005 (a) y 2006 (b). | 43 |
| 16. | Niveles de infestación de picudos <i>A. sisyphus</i> en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> y temperaturas máximas y mínimas. a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006. | 44 |
| 17. | Correlaciones entre los niveles de infestación en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> y temperaturas máximas y mínimas. a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006. | 45 |
| 18. | Niveles de parasitismo en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> y temperaturas máximas y mínimas. a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006. | 46 |
| 19. | Correlaciones entre los niveles de parasitismo en <i>Malpighia mexicana</i> y temperaturas máximas y mínimas. a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006. | 47 |
| 20. | Niveles de infestación de picudos <i>A. sisyphus</i> en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> y precipitación pluvial (mm). a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006. | 48 |
| 21. | Correlaciones entre los niveles de infestación de <i>Malpighia mexicana</i> con la precipitación pluvial. a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006. | 49 |
| 22. | Niveles de parasitismo en frutos de nanche rojo, <i>Malpighia mexicana</i> y precipitación pluvial (mm). a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo | 50 |

y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

23. Correlaciones entre los niveles de parasitismo en *Malpighia mexicana* 51
con la precipitación pluvial. a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo
y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

1. INTRODUCCIÓN

Los árboles de nanche rojo, *Malpighia mexicana* Juss. se encuentran distribuidos en México en los estados de Durango, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Puebla y Yucatán (Martínez, 1994; Guizar y Sánchez, 1997; Juárez, 1998).

Las plantas de *M. mexicana* se usan como cercas vivas para delimitar terrenos, y tienen uso artesanal. Los frutos tienen uso medicinal y como alimento (Morton, 1987).

De acuerdo con comentarios de algunos pobladores de la región de los Valles Centrales de Oaxaca, la cantidad de árboles de *M. mexicana* ha disminuido. Además refieren que actualmente los pocos frutos que hay tienen una gran cantidad de insectos.

Malpighia glabra (L.), la cereza de Barbados o acerola, recientemente ha recibido atención a nivel mundial, ya que el fruto posee una extraordinaria cantidad de vitamina C o ácido ascórbico. El fruto posee aproximadamente 10 veces más vitamina C que las naranjas (*Citrus sinensis* L.), la guayaba (*Psidium guajava* L.) y el “mery” (*Anacardium occidentale* L.). Se calcula que de 100 g de fruta fresca se obtienen 1000 a 1300 mg de ácido ascórbico. Un solo fruto tiene vitamina C suficiente para suplir las necesidades diarias de una persona adulta. También son ricos en vitamina A, hierro, calcio, magnesio, niacina, fósforo, potasio, riboflavina y tiamina (Fernández y Rivero, 2004; Tropilab, 2006). El cultivo de la acerola se ha extendido a los trópicos y subtrópicos; por ejemplo, en la región del Caribe hay

cultivados más de 400 acres con un valor potencial de varios millones de dólares (Ledon, 1958).

M. glabra es una especie nativa de América. Dentro de los atributos propios de esta especie se encuentra su adaptación a las zonas secas y cálidas, mostrando gran eficiencia en el uso del agua por lo que se recomienda su cultivo en zonas áridas y semiáridas (Fernández y Rivero, 2004).

Las plagas de *M. glabra* más importantes son los curculiónidos (Insecta: Coleoptera) o picudos, que es una de las más importantes familias en el orden Coleoptera. Los curculiónidos que se han registrado en *M. glabra* son: *Anthonomus sisyphus* Clark, *A. fulvipes* Boheman, *A. macromalus*, *A. tomentosus* y *A. unipustulatus* (Hunsberger y Peña, 1997).

Yee (1999) encontró, que el estado de Colima, la plaga más importante de los frutos de *M. glabra* es *A. sisyphus*, causando pérdidas económicas.

Lezama *et al.* (1997) realizaron un estudio en el estado de Colima, México donde evaluaron hongos entomopatógenos sobre *A. fulvipes* en cultivos orgánicos de árboles de *M. glabra*, encontraron que los hongos causaron una alta mortalidad de los picudos.

A pesar de la importancia de *M. mexicana*, o nanche rojo, es una planta poco estudiada en México y prácticamente se desconocen los insectos que la atacan y su fauna benéfica.

2. OBJETIVOS

2. 1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar a los insectos fitófagos y parasitoides asociados a frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán Valles Centrales de Oaxaca, México.

2. 1. 1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los insectos fitófagos y sus parasitoides presentes en los frutos de nanche rojo.
- Determinar la abundancia relativa de las diferentes morfoespecies de parasitoides, sus proporciones sexuales y sus porcentajes de parasitismo.
- Describir la fluctuación poblacional de los insectos fitófagos y sus parasitoides en los frutos de nanche rojo.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3. 1. *Malpighia mexicana* JUSS.

Malpighia mexicana es una especie que pertenece a la familia Malpighiaceae. Esta familia comprende cerca de 60 géneros y alrededor de 1200 especies (Botany Hawaii, 2006).

Los sinónimos de *M. mexicana* son: *Malpighia edulis* Donn. Sm., *M. tomentosa* Pav. ex Moric, *M. oaxaqueña* Niedenzu, *M. oaxacana* Niendezu, *Bunchosia guadalajarenses* S. Watson Loesen (SEMARNAT, 2006; Mobot, 2006).

Malpighia mexicana se encuentra distribuida en México en los estados de: Durango, Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Michoacán, Puebla y Yucatán (Martínez, 1994; Guizar y Sánchez, 1997; Juárez, 1998).

Algunos de los nombres comunes que se emplean para los frutos de *M. mexicana* son: nanche de monte, nanche rojo, nanche colorado, manzanito y guajocote (Martínez, 1994; Guizar y Sánchez, 1997).

La planta de *M. mexicana* es un arbusto o árbol de 1 a 6 m, de corteza ligeramente rugosa, escamosa gris con manchas blanquecinas, ampliamente ramificado. Sus hojas son ovales decusadas simples, oblongas u ovadas de corto pecíolo, lisas o vellosas de abajo, de ápice agudo a ligeramente acuminado, ocasionalmente obtuso. Las flores se presentan en racimos laterales de 7 a 15 mm de longitud, con cáliz de cinco sépalos con 10 glándulas, miden de 2 a 2.7 mm de largo, de color verde a café, son glabras persistentes, tienen un par en cada sépalo; su corola contiene de cinco pétalos; es de color rosa cuando es joven y blanca al

madurar, mide de 1.5 a 2 cm. de diámetro. Su fruto (Figura 1) es drupáceo de color rojo brillante, contiene tres semillas, que miden alrededor de 1 cm de largo, son semicirculares, aplanadas, y ornamentadas, tienen testa dura, de color rosa pálido-blanquecino; el fruto presenta un exquisito sabor agrídulce (Martínez, 1994; Juárez 1998).



Figura 1. Frutos de *Malpighia mexicana*.

Los árboles de *M. mexicana* se desarrollan en suelos negro arcillosos, en vegetaciones de tipo selva caducifolia entre los 240 a 1880 msnm (SEMARNAT, 2006).

3. 2. *Malpighia glabra* (L.)

Malpighia glabra se conoce también con el nombre de *M. puniceifolia* L. (Hunsberger y Peña, 1997). Esta planta es nativa de América. Brasil es el principal productor, consumidor y exportador a nivel mundial (Fernández y Rivero, 2004; De Rosso, 2005). Los frutos de *M. glabra* se consumen en fresco y además tiene uso medicinal para pacientes con padecimientos de hígado, diarrea, tos y el resfriado (Morton, 1987).

En Puerto Rico una plantación de 200 árboles de *M. glabra* pueden producir de 1,636 a 2,455 kg de jugo. De esta cantidad de jugo se pueden extraer 54.5 kg de vitamina C, expresados como ácido ascórbico (Morton, 1987; Araújo *et al.*, 2003).

3. 2. 1. FITOSANIDAD DE *Malpighia glabra*

Clark y Burke (1985) realizaron estudios al Sur de Florida y encontraron que las plagas del fruto de *M. glabra* son un complejo de gorgojos conocido colectivamente como gorgojos de la acerola: *Anthonomus sisyphus* Clark, *A. acerolae* Clark para Brasil, *A. tomentosus* (Faust) para Trinidad y Venezuela y *A. macromalus* Gyllenhal (= *A. flavus*, *A. malpighia*) reportado para varias islas de la región del Caribe y Florida.

3. 3. ORGANISMOS ASOCIADOS A MALPIGHIACEAS

En Guatemala el áfido *Aphis spiraecola* ataca las hojas tiernas y ramas de *M. glabra*. En Puerto Rico los árboles de *M. glabra* presentan daños por un crisomélido de la acerola *Leucocera laevicollis* (Morton, 1987).

3. 3. 1. FAMILIA CURCULIONIDAE

La familia Curculionidae (Insecta: Coleoptera), gorgojos o picudos, es un grupo muy amplio. Son de forma alargada, ovalada o casi esférica, de tamaño de 1 a 50 mm, se caracterizan por presentar la cabeza estirada en forma de pico y las antenas acodadas, son fitófagos y algunos son plagas serias de cultivos o de granos almacenados, sus larvas viven dentro de los tejidos de las plantas (raíces, tallos, semillas, frutas) (Triplehorn y Johnson, 2005).

3. 3. 1. 1. SUBFAMILIA ANTHONOMINAE

Son picudos pequeños que miden de 4 a 6 mm, tienen un pico fino casi de la mitad del tamaño del cuerpo (Triplehorn y Johnson, 2005).

Anthonomus spp. son importantes plagas de plantas cultivadas. Los adultos usualmente se alimentan de frutos y ponen sus huevecillos en los puntos de alimentación. Las larvas se desarrollan dentro de los frutos (Triplehorn y Johnson, 2005). Cinco especies de *Anthonomus* están reportadas como plagas de los árboles de *Malpighia glabra*, que son: *Anthonomus. sisyphus*, *A. fulvipes*, *A. macromalus*, *A. tomentosus* y *A. unipustulatus* (Lezama et al., 1997).

Anthonomus sisyphus Clark, 1987, se encuentra distribuido en Puerto Rico, Republica Dominicana, México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica y Panamá. Es un insecto fitófago y se ha encontrado alimentandose de la familia Malpighiaceae (*Bunchosia grandulosa*, *Malpighia glabra*) (Maes y O'Brien, 2006).

Anthonomus unipustulatus Champion, 1903 se encuentra distribuido en Estados Unidos, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá,

este fitófago se ha encontrado alimentándose de *Malpighia glabra* (Maes y O'Brien, 2006).

Neomastix cardinis Clark, 1993, se encuentra distribuido en México, Honduras, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica, este fitófago se ha encontrado alimentándose de la familia Malpighiaceae: *Serjania* (Maes y O'Brien, 2006).

3. 3. 2. MICROORGANISMOS

Lezama *et al.* (1997) realizaron un estudio de la virulencia de los hongos entomopatógenos aislados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Metharhizum anisopliae* (Metsch.) Sor. y *Paecilomyces fumosoroseus*. (Wize) Brown & Smith, sobre el picudo *Anthonomus fulvipes*, a una concentración de 10^8 esporas/mL⁻¹ bajo condiciones de laboratorio y para condiciones de campo a una dosis de 2×10^{15} esporas/ha⁻¹. Encontraron que los hongos entomopatógenos probados mostraron alta virulencia a los adultos de *A. fulvipes*, con rangos de mortalidad de 92 a 100%.

La raíz de *M. glabra* es susceptible al nematodo llamado *Meloidogyne incognita* var. *acrita* especialmente en suelos ácidos y arenosos. El nematodo *Radopholus similis* es el causante de afectar la sanidad de los árboles (Morton, 1987).

3. 5. ORDEN HYMENOPTERA

Hymenoptera es uno de los órdenes más grandes de insectos, contiene una gran diversidad de insectos fitófagos, sociales, abejas solitarias, avispas y avispas parasitoides. Muchos himenópteros son parasitoides cuyas larvas se desarrollan

sobre o en los cuerpos de otros artrópodos, y son muy importantes para el control biológico de plagas (Wharton *et al.*, 1998).

El orden Hymenoptera contiene los más importantes polinizadores de las plantas. Es un grupo muy interesante en términos de su biología, porque se presentan en una gran cantidad de hábitos y la complejidad de su comportamiento ha culminando en la organización social de avispas, abejas y hormigas (Triplehorn y Johnson, 2005).

Dentro de Hymenoptera las dos familias con mayor número de parasitoides son Ichneumonidae y Braconidae (Wharton *et al.*, 1998).

3. 5. 1. BIOLOGÍA DE BRACONIDAE

La gran mayoría de los braconidos son parasitoides de otros insectos. Los hospederos más comunes de los braconidos son las larvas de Lepidoptera, Coleoptera y Diptera. Como en otros parasitoides, la hembra de los braconidos busca un hospedero disponible en un hábitat apropiado, deposita uno o más huevos sobre o en el hospedero y los estados inmaduros crecen, hasta completar su desarrollo, a expensas de un solo hospedero, matándolo en el proceso (Wharton *et al.*, 1998).

La familia Braconidae contiene tanto ectoparasitoides como endoparasitoides. Los ectoparasitoides son generalmente idiobiontes con estados inmaduros alimentándose externamente de un hospedero inmovilizado que cesa su desarrollo después de que ha sido atacado (Wharton *et al.*, 1998).

Los braconidos endoparasitoides son generalmente koinobiontes. Estos paralizan solamente de manera temporal a sus hospederos, y el hospedero continúa

su desarrollo por un tiempo variable después de haber sido parasitado (Wharton *et al.*, 1998).

Uno de los aspectos más sobresalientes en la biología de los braconídeos son los distintos grados de especialización utilizados para contrarrestar el sistema inmune del hospedero; estos van desde glándulas especializadas de veneno hasta complejas simbiosis con partículas virales. Dada su enorme diversidad de comportamientos y adaptaciones de las interacciones parasitoide-hospedero, es imposible generalizar acerca de la biología de Braconidae, y más aun cuando se desconocen la mayoría de las especies en regiones como la del Neotrópico (Fernández y Sharkey, 2006).

Los braconídeos regulan las poblaciones de sus hospederos con lo que logran la estabilidad de los ecosistemas. Por otra parte muchas especies de braconídeos se emplean en el control biológico clásico de plagas agrícolas permitiendo así un ahorro económico. También los braconídeos son empleados en el control biológico por aumento, siendo de esta forma comercializados (Fernández y Sharkey, 2006).

3. 5. 2. SUBFAMILIAS DE BRACONIDAE

3. 5. 2. 1. Braconinae Nees, 1812

Los braconinos presentan una depresión redondeada sobre la mandíbula formada por clípeo y labro, se consideran ciclóstomos; carinas occipital y epicnemiales ausentes; vena M+Cu del ala posterior menor 0.5 veces de la longitud de la vena M; vena m-cu del ala posterior siempre ausente (Fernández y Sharkey, 2006).

La subfamilia Braconinae es cosmopolita con más de 150 géneros y cerca de 3,000 especies descritas en todo el mundo (Fernández y Sharkey, 2006).

BIOLOGÍA. Generalmente, los Braconinae son ectoparasitoides idiobiontes, de larvas ocultas de Lepidoptera y Coleoptera; algunas especies, principalmente del género *Bracon*, parasitan larvas de dípteros o de sínfitos. Los Braconinae normalmente son sinovigénicos y paralizan previamente al hospedero inyectándoles veneno. Otra característica sobresaliente es la alimentación del adulto a partir del hospedero. Los Braconinae pueden ser parasitoides solitarios o gregarios (Fernández y Sharkey, 2006).

IMPORTANCIA ECONÓMICA. Varias especies de bracónidos se han utilizado en los programas de control biológico. Los géneros con mayor abundancia y diversidad y que tiene mayor representación en las colecciones son *Bracon* Fabricius y *Digonogastra* Viereck, que se encuentran en todos los rangos altitudinales (Fernández y Sharkey, 2006).

3. 5. 2. 2. Helconinae Foerster, 1862

La tribu Helconini se reconoce por la combinación de caracteres: ala posterior con vena transversal anal(a) presente; ala anterior con dos venas transversales anales; celda 1+2Rs del ala anterior presente estrechándose hacia la parte anterior (Fernández y Sharkey, 2006).

BIOLOGÍA. Los Helconini son endoparasitoides solitarios de larvas de Cerambycidae y posiblemente otros coleópteros barrenadores de troncos. Las especies que se conocen de Diospilini son endoparasitoides solitarios de coleópteros fitófagos como Curculionidae y Nitidulidae (Fernández y Sharkey, 2006).

IMPORTANCIA ECONÓMICA. Especies de algunos géneros de Helconini o de Diopiliini podrían ser importantes en el control natural de plagas, debido a que atacan a cerambícidos y curculiónidos (Fernández y Sharkey, 2006).

3. 5. 2. 3. Microgastrinae Foerster, 1862

Los insectos Microgastrinae son braconídeos no ciclóstomos; sus caracteres diagnósticos más sobresalientes son: 16 flagelómeros (aunque pueden parecer subdivididos cuando las placodas de sensilias están arregladas en filas pares por flagelómero) espiráculos del primer segmento metasomal situados en los tergos laterales; venación alar reducida apicalmente (Fernández y Sharkey, 2006).

BIOLOGÍA. Las especies de Microgastrinae atacan virtualmente todo el espectro taxonómico y biológico de Lepidoptera, a excepción de Hepialidae y pocos linajes primitivos de Lepidoptera. Todas las especies son endoparasitoides koinobiontes de larvas y abandonan el hospedero en el último instar larval para pupar. La mayoría de las especies son solitarias, pero un gran número de especies son gregarias en hospederos de gran tamaño, como Sphingidae y Saturniidae (Fernández y Sharkey, 2006).

IMPORTANCIA ECONÓMICA. La subfamilia Microgastrinae es un grupo de mayor importancia económica debido a su efectividad en el control de lepidópteros plaga. Más de 100 especies de este grupo han sido usados en todo el mundo para controlar lepidópteros, entre los cuales están: nóctuidos, geléchiidos y pirálidos en cultivos; tortricídeos y limántriidos en bosques y huertos y gracilláriidos, tineídeos en productos almacenados (Fernández y Sharkey, 2006).

3. 5. 3. Género *Bracon* Fabricius

El género *Bracon* tiene una distribución cosmopolita; es muy común y con muchas especies, varios grupos de especies neotropicales son distintivos y algunas en particular son más grandes o más esculpidos que la mayoría de las especies típicas del Neártico y del Viejo Mundo (Wharton *et al.*, 1998).

3. 5. 4. Familia Pteromalidae

Miden entre 1.0 y 7.0 mm de longitud, excepto un género que mide hasta 30 mm, la coloración varía de verde brillante o azul a negra o amarilla. Puente de la postgena ausente, área entre el foramen occipital y la boca generalmente membranosa (en contraste con la mayoría de Agaonidae y Torymidae. Antena generalmente con 13 segmentos (incluyendo 1 a 3 anillos y entre 5 a 7 segmentos funiculares), a veces con menos segmentos, la posición de la inserción antenal varía de ubicación, en el margen de la boca o más allá de la del espacio entre la boca y el ocelo anterior, dimorfismo sexual en la antena. Su pronoto varía desde muy corto a subrectangular, mesoescuto con o sin notaulo. Usualmente las alas totalmente desarrolladas, ala anterior usualmente con la vena marginal varias veces más larga que ancha, con las venas postmareginal y estigmal usualmente bien desarrolladas. Tarso casi siempre con cinco segmentos. Metasoma subpeciulado a distintamente peciulado; ovipositor varía de completamente oculto a bien expuesto (Fernández y Sharkey, 2006).

Esta familia tiene una distribución cosmopolita y es una de las familias más grandes de Chalcidoidea; contiene casi 600 géneros y aproximadamente 3500 especies descritas (Fernández y Sharkey, 2006).

BIOLOGÍA. La mayoría de esta familia son parasitoides, pocos son depredadores y pocos son fitófagos. Las clases de parasitismo encontradas en la familia son muy diversas; que comprenden desde idiobiosis, cenobiosis, ectoparasitismo y endoparasitismo. La mayoría de las especies atacan larvas o pupas de insectos holometábolos, especialmente Coleoptera y Diptera, y pocas especies parasitan huevos o incluso adultos. La mayoría de las especies de Pteromalidae son probablemente solitarias ectoparasitoides e idiobiontes, aunque varias especies parasitoides de pupas son gregarias (Fernández y Sharkey, 2006).

3. 5. 5. Familia Eupelmidae

La hembra posee mesopleura alargada con un ensanchamiento convexo, mesocoxas claramente unidas por detrás de la línea media, adyacentes a las metacoxas y lejos de las procoxas; ala anterior con vena marginal conspicuamente más larga que la vena estigmal; prepecto como un esclerito plano detrás del pronoto; tarso con cinco segmentos, con el mesotarso por lo general densamente sedoso como almohadilla o con espinas ventralmente como microclavijas, flagelo usualmente con un solo anillo y siete segmentos funiculares; ojos con márgenes internas centralmente divergentes; cercos no conspicuamente avanzados hacia delante (Fernández y Sharkey, 2006).

En esta familia se reconocen tres subfamilias (Calosotinae, Neanastatinae y Eupelminae), estas tienen una distribución mundial, pero son más ricas en las regiones con climas tropical y subtropical (Fernández y Sharkey, 2006).

BIOLOGÍA. La mayoría de los Calosotinae son idiobiontes ectoparasitoides de escarabajos barrenadores de madera u otros insectos asociados con madera o con

minadores en tallos de pasto. La mayoría de los eupelminos son probablemente ectoparasitoides primarios o secundarios de larvas y pupas de una amplia diversidad de insectos holometábolos; no obstante, algunas especies son endoparasitoides o depredadores de insectos y huevos de araña (Fernández y Sharkey, 2006).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4. 1. ÁREA DE ESTUDIO

Se ubicaron dos árboles de nanche rojo, *M. mexicana*, en cada uno de los sitios de muestreo en la región de los Valles Centrales del estado de Oaxaca (México): Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, distrito del Centro, San Lorenzo Cacaotepec, distrito de ETLA, y Santa Cruz Xoxocotlán distrito del Centro (Figura 2).

Los árboles de cada uno de los sitios de muestreo fueron identificados en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y revisados por el Dr. José Luis Chávez Servia del CIIDIR, IPN, como *Malpighia mexicana* Juss.

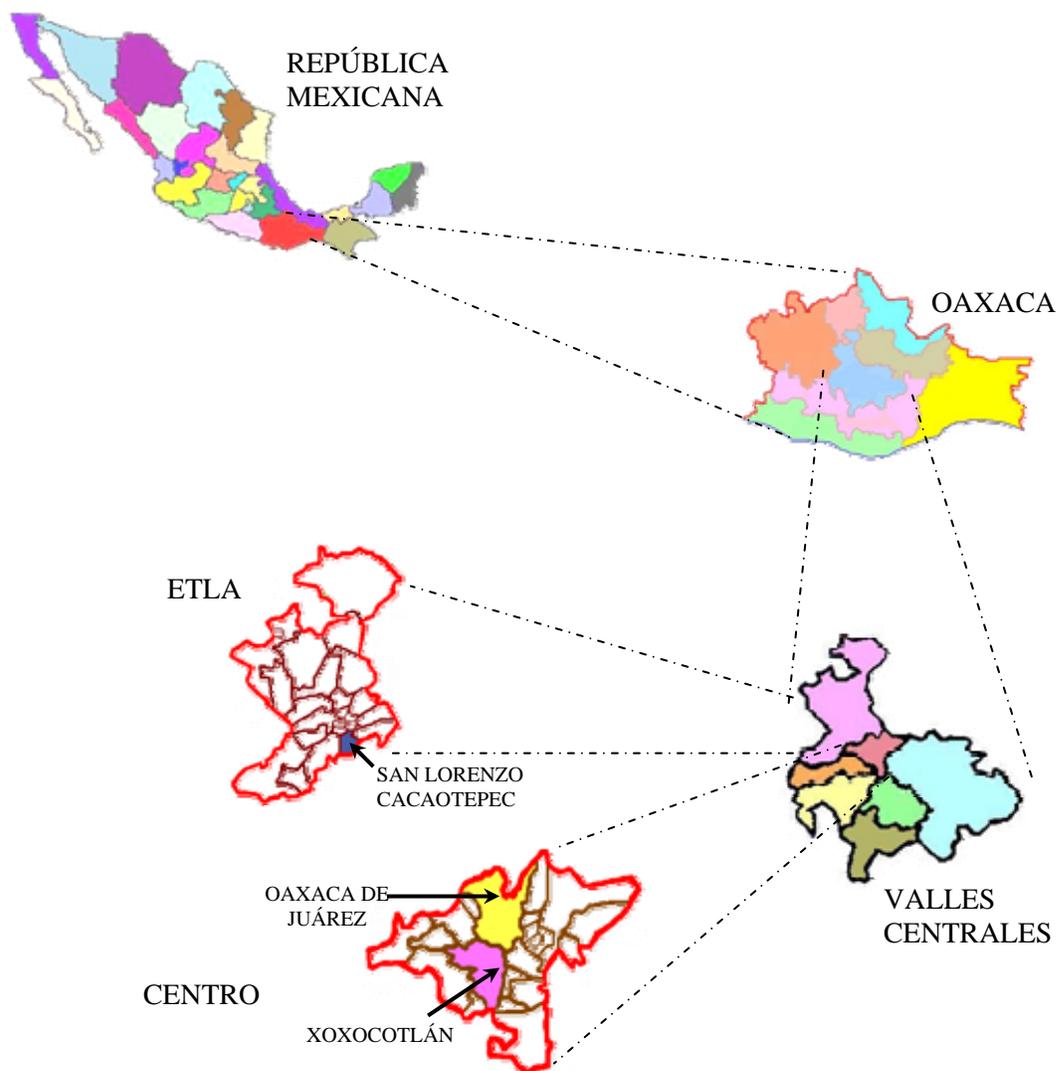


Figura 2. Ubicación del estado de Oaxaca, la región de Valles Centrales y de los sitios de muestreo.

El Jardín Etnobotánico de Santo Domingo (Figura 3) está ubicado en el centro de la Ciudad de Oaxaca, se localiza en las coordenadas $17^{\circ} 04'$ de latitud norte y $96^{\circ} 43'$ de longitud oeste a 1,550 msnm. El Jardín forma parte del Centro Cultural Santo Domingo ubicado en el antiguo convento de los dominicos, el cual fue construido a fines del siglo XVI y principios del XVII. Se considera que el terreno del Jardín

formaba parte de la antigua huerta de los dominicos. Actualmente es un área de 2.32 hectáreas en donde se están trasplantando especies vegetales provenientes de distintos ecosistemas del Estado. Tomando en consideración que el estado de Oaxaca, representa la entidad de la República Mexicana con mayor riqueza florística, el Jardín constituye una muestra de esta diversidad y del conocimiento tradicional asociado a ella (Socbot, 2006).



Figura 3. Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, Oaxaca.

El Jardín de Santo Domingo está arreglado en áreas temáticas: matorrales xerófitos y chaparrales, bosques tropicales secos, bosques de montaña, bosques tropicales húmedos, huertos y solares, bosques riparios originales del Valle de Oaxaca, plantas relacionadas con las artes de Oaxaca, especies vegetales domesticadas y plantas medicinales. A la fecha, el Jardín de Santo Domingo, cuenta con 243 diferentes especies vegetales (César Chávez-Rendón, comunicación oral).

En el jardín hay dos árboles de *M. mexicana* los datos de estos árboles son los siguientes:

- Número de identificación 1412C

Fecha de colecta 18 de diciembre de 1997.

Lugar de colecta: Cuilapam de Guerrero.

Árbol silvestre.

Suelo: Tobas de estructura laminar, pH= 6.7.

Tenía una altura de de 4.30 m, cobertura de 3.5 m.

Condiciones físicas: 5 ramas secas.

Vegetación asociada, introducida eucalipto, jacaranda, florifundio, granada.

Raíz más gruesa de 3.9 cm.

Día de trasplante 18 de dic-1997.

Se realizaron riegos semanales después del trasplante.

- Número de identificación 3187C

Lugar de colecta: San Agustín Etla Oaxaca a 1700 msnm 17°11'00" latitud Norte, longitud 96°, 43' 00" W, pendiente de 3% exposición Suroeste.

Fecha de colecta: 4 de abril de 1999.

Suelo: de color gris, predominando arena, nula pedregosidad.

Vegetación asociada a níspero, aguacate, granada.

Altura 5.15 m.

Diámetro de altura del pecho 13 cm.

Diámetro del tronco 14 cm.

Diámetro de la raíz principal 5 cm.

Cobertura 4.28 m, cepellón 1.10 m, altura 70 cm.

Fecha de trasplante, el mismo día que se colectó.

Durante la colecta se encontraba floreciendo.

El municipio de San Lorenzo Cacaotepec se localiza en la Región de los Valles Centrales del estado (Figura 2), en las coordenadas 96° 48' longitud oeste, 17° 08' latitud norte y a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar. Es una zona que produce lácteos, sus cultivos principales son alfalfa, maíz, frijol, calabaza y, en menor cantidad chile de agua, tomate, tomate de cáscara y chícharos. La floricultura se practica con las especies: cempasúchitl, dalia, cresta de gallo, nube, alcatraz, borla, flor de angelito, rosa; como plantas comestibles de recolección están los quintoniles, verdolagas, chepiles y berros. Cuenta con árboles de encino, manzanito, laurel, pino, eucalipto y durazno. Como plantas medicinales: malva, cola de caballo, bretónica, chicalote, ruda y sábila (Gobierno de Oaxaca, 2006).

San Lorenzo Cacaotepec cuenta con veinte árboles de nanche rojo que se encuentran a las orillas de los terrenos y caminos de la comunidad.

El municipio de Santa Cruz Xoxocotlán se localiza en la parte central del estado, en la región de los Valles Centrales, pertenece al distrito del centro (Figura 2). Se ubica en las coordenadas 96° 44' longitud oeste, 17° 02' latitud norte y a una altura de 1,530 metros sobre el nivel del mar. La flora registrada es: casahuate, jacaranda, crucesita, zemposuchitl, tulipán, nochebuena, rosales. Los árboles: guamúchil, laurel, nogal, higo, pino, ocote. Plantas comestibles: calabaza, nopal,

chayote, fríjol, ejotes, chícharo, guaje, maíz y tomate. Frutos: naranja, ciruela, toronja, mandarina, plátano, limón, aguacate, granada, guayaba y mango. Plantas para decoración: copal. Plantas medicinales: ruda, hierba buena, pirul, eucalipto, hierba santa, mezquite, bico, hierba de cáncer, oreja de liebre, chamizo y pájaro bobo. Otras especies vegetales: ficus, casuarinas (Gobierno de Oaxaca, 2006).

En Xoxocotlán hay seis árboles de nanche rojo que se encuentran a las orillas de las casas de la comunidad.

4. 2. COLECTA DE FRUTOS

Los árboles de nanche rojo se revisaron semanalmente con la finalidad de determinar la época de fructificación. Se colectaron frutos maduros una vez por semana (Hunsberger y Peña, 1997). Durante los periodos de fructificación correspondientes a los años 2005 y 2006. En el sitio de Santa Cruz Xoxocotlán, únicamente se colectó durante el año 2005 ya que en el año 2006 la cantidad de frutos que se colectó fue menor a 500 g. Los frutos de nanche rojo maduros se colocaron en bolsas de plástico y se llevaron al laboratorio para ser pesados en una balanza granataria marca Sartorius® para tener muestras de 500 g.

Se contó el número de los frutos en cada muestra. Los frutos se colocaron en una charola de plástico de 22 x 30 cm que en el fondo tenía una capa de arena estéril, con la finalidad de mantener secos los frutos y evitar la proliferación de hongos. La charola se cubrió con tela fina de organza sujeta con ligas para evitar la salida o entrada de insectos.

4. 3. EMERGENCIA DE INSECTOS

Diariamente se revisaron los recipientes para registrar la emergencia de los insectos tanto fitófagos como parasitoides. Los insectos emergidos se contaron y se colocaron en frascos pequeños de plástico transparentes con alcohol al 70%.

Los especímenes que se encontraban preservados en alcohol al 70 % se, prepararon para el montaje correspondiente mediante una deshidratación gradual de alcoholes. Se colocaron los insectos durante 15 minutos en alcohol al 80%, 15 minutos en alcohol al 90%, 15 minutos en alcohol absoluto y durante dos horas en acetato de amilo; posteriormente se realizó el montaje en punto en pequeños triángulos de cartón en alfileres entomológicos. Los especímenes se depositaron en la colección entomológica del CIIDIR-Oaxaca.

4. 4. IDENTIFICACIÓN

La identificación de los curculiónidos la realizó el Dr. Manuel Darío Salas Araiza de la Universidad de Guanajuato. Los himenópteros se identificaron mediante las claves de Goulet y Huber (1993) para las familias de Hymenoptera; Wharton *et al.* (1998) para los géneros de Braconidae; Gibson *et al.* (1997) para los géneros de Chalcidoidea y fueron identificados por el Dr. José Antonio Sánchez García, del CIIDIR, IPN.

4. 5. PROPORCIÓN RELATIVA DE LAS MORFOESPECIES DE PARASITOIDES

Se calculó la proporción relativa de cada morfoespecie de parasitoide en base al total de los parasitoides emergidos de cada una de los sitios de muestreo, durante los años 2005 y 2006.

4. 6. PARASITISMO Y PROPORCIÓN DE MACHOS DE LAS MORFOESPECIES DE PARASITOIDES

Se calcularon los porcentajes de parasitismo mediante la fórmula: número de parasitoides emergidos x 100 / (número de picudos adultos + parasitoides) (Hunsberger y Peña, 1997).

La proporción de los machos se estimó mediante la fórmula: número de machos / (hembras + machos).

4. 7. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL

Se correlacionaron la emergencia de los insectos fitófagos y el parasitismo con la temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial.

4. 8. ANÁLISIS DE FACTORES CLIMÁTICOS

Para el sitio de muestreo de San Lorenzo Cacaotepec se tomaron los datos de temperaturas y precipitación pluvial de la estación climatológica del Campo Experimental de Valles Centrales de Oaxaca, INIFAP, los datos fueron proporcionados por el M. en C. Ernesto Bravo Mosqueda. Para el sitio de muestreo del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, se tomaron las temperaturas y precipitación pluvial tomadas en el jardín para el año 2005, los datos fueron

proporcionados por el Ing. César Chávez Rendón. Para el año 2006, se emplearon los datos del Campo Experimental de Valles Centrales de Oaxaca, INIFAP.

Las correlaciones lineales se analizaron estadísticamente con el coeficiente de correlación de Pearson con el programa SAS Versión 6, 1990.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de fruta muestreada, número de frutos, total de insectos emergidos e infestación de frutos, *M. mexicana*, en los diferentes sitios de muestreo de los Valles Centrales de Oaxaca, durante los años 2005 y 2006, se muestra en el Cuadro 1. La mayor infestación se presentó en San Lorenzo Cacaotepec con 0.29 y 0.37 picudos / g de fruta, durante los años 2005 y 2006, respectivamente.

Cuadro 1. Cantidad de fruta muestreada, número de frutos, total de insectos emergidos e infestación de frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, durante 2005 y 2006.

| Sitio de Muestreo | Año | Cantidad de Fruta (g) | Número de Frutos | Total de picudos, <i>A. sisyphus</i> | Total de parasitoides emergidos | Infestación (picudos / g de fruta) | Infestación (picudos / fruto) |
|-----------------------------------|------|-----------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Jardín Etnobotánico Santo Domingo | 2005 | 2527.1 | 541 | 636 | 153 | 0.25 | 1.18 |
| | 2006 | 6162.8 | 963 | 709 | 157 | 0.12 | 0.74 |
| San Lorenzo Cacaotepec | 2005 | 368.8 | 106 | 790 | 48 | 0.37 | 1.44 |
| | 2006 | 3605.1 | 890 | 1028 | 46 | 0.29 | 1.16 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | 2005 | 616.2 | 128 | 53 | 11 | 0.09 | 0.41 |

5. 1. *Anthonomus sisyphus* Clark

De los frutos de *M. mexicana* muestreados, se obtuvo a *Anthonomus sisyphus* Clark (Coleoptera: Curculionidae) (Figura 4). *A. sisyphus* se encontró en los sitios de muestreo del jardín Etnobotánico de Santo Domingo, en San Lorenzo Cacaotepec y en Santa Cruz Xoxocotlán. Este picudo se encontró durante los meses de mayo, junio, julio, agosto, octubre, noviembre y diciembre del año 2005, y en mayo, junio y julio del año 2006.

A. sisyphus se ha encontrado asociado con diferentes plantas como son las leguminosas, malpighiáceas y rubiáceas (Clark, 1987).

A. sisyphus esta distribuido en los estados de Baja California, Campeche; Chiapas, Guerrero, Puebla y Nayarit. En Oaxaca se ha localizado en: Totolapan, Huajuapán de León, Tehuantepec y Ejutla (Clark, 1987).

A. sisyphus ataca a los frutos provocando su caída, además puede estar presente en las raíces, troncos y diversos frutos (Triplehorn y Johnson, 2005).

El género *Anthonomus* tiene cuerpo oval, robusto, de forma variable, pero generalmente largo, delgado, de tamaño pequeño. Cabeza con ojos redondeados, separados por una distancia aproximada de la mitad del ancho de la base del rostro; funículo antenal de seis o siete segmentos. Su rostro suavemente tricarinado; margen dorsal del surco lateral del rostro, carinado, dirigido hacia la porción media inferior del ojo, el escapo antenal alcanza al ojo. Tiene abdomen con el tergo siete oculto en su parte media en ambos sexos. El pigidio de las hembras con prominencias apicolaterales. Las patas con los fémures anteriores y posteriores con un pequeño diente; uñas tarsales con un diente bien desarrollado (Salas, 1999).

El macho de *A. sisyphus* mide de 1.9 a 2.5 mm de largo y de ancho de 1.0 a 1.3 mm. En la cabeza los ojos separados por una distancia de casi de 0.6, por la base ancha del rostro. La longitud del rostro por la longitud del pronoto es de 0.9 a 1.1 mm siempre curvado, con escamas elongadas, con una porción distal de 26 a 30 % de la medida total del rostro. Pronoto elongado, atenuado, pálido, con escamas oscuras, formado en forma dorsal y lateral. Élitro con interespacios cortos, redondeados apicalmente, pálidos y con escamas oscuras, formadas a lo largo del dorso y macula extendida. Pigidio profundo agudo, con depresión apicodorsal. Abdomen con esternón 3-5 de igual longitud. Genitales con lóbulo medio ancho, con ápice estrecho, denticulado densamente proximal y distal. Patas con profémur de casi 1.2 por el ancho del metafémur; con protibia corta (Clark, 1987).



Figura 4. Adulto de *Anthonomus sisyphus* Clark.

La hembra de *A. sisyphus* mide de largo de 2.1 a 2.8 mm y de ancho de 1.0 a 1.4 mm. Rostro mide de largo de 1.1 a 1.3 por lo largo del pronoto, siempre curvado, la longitud de la porción distal es de 27 a 31 % de la longitud total del rostro. Pigidio con depresión apicodorsal. Abdomen con esternón cinco poco profundo, con depresión media.

5. 2. MORFOESPECIES DE PARASITOIDES

En los sitios de muestreo, se encontraron un total de seis diferentes morfoespecies para el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, cinco para San Lorenzo Cacaotepec y tres para Santa Cruz Xoxocotlán (Cuadro 2). El total de las diferentes morfoespecies de parasitoides pertenecen al orden Hymenoptera, en tres familias: Braconidae, Pteromalidae y Eupelmidae. Resaltó la familia Braconidae con cinco morfoespecies (Cuadro 2). El hecho de que se haya registrado una mayor cantidad de morfoespecies de parasitoides en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo puede deberse a que hay una gran cantidad de especies vegetales, como se mencionó en la descripción del área de estudio. La diversidad de vegetales en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo provee a los parasitoides de hospederos alternativos, refugio y fuentes de alimentación. Altieri *et al.* (1993) mencionan que la diversidad de parasitoides asociados con hospederos en huertos es más alta que en los cultivos anuales de herbáceas, por presentar los huertos semipermanentes un menor nivel de disturbio, en comparación con los cultivos anuales, lo que beneficia a los parasitoides para un mejor establecimiento. Por otra parte, en San Lorenzo Cacaotepec, los parasitoides pueden estar siendo afectados por la aplicación de insecticidas en los cultivos agrícolas, ya que Hajek (2004) menciona que los plaguicidas afectan fuertemente la sobrevivencia de los enemigos naturales.

Cuadro 2. Morfoespecies de parasitoides encontrados en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005 y 2006.

| Jardín Etnobotánico de Santo Domingo | San Lorenzo Cacaotepec | Santa Cruz Xoxocotlán |
|--|--|---|
| <i>Triaspis</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | <i>Triaspis</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | <i>Triaspis</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) |
| <i>Diospilus</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | – | <i>Diospilus</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) |
| <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae) | <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae) | <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae) |
| <i>Eupelmus</i> sp. (Hym.: Eupelmidae) | <i>Eupelmus</i> sp. (Hym.: Eupelmidae) | – |
| <i>Catolaccus</i> sp. (Hym.: Pteromalidae) | – | – |
| – | <i>Bracon</i> sp. 1 (Hym.: Braconidae: Braconinae) | – |
| <i>Urosigalphus</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | <i>Urosigalphus</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | |
| Total de morfoespecies | 6 | 5 |
| | | 3 |

5. 3. DIAGNOSIS DE LAS MORFOESPECIES DE PARASITOIDES

5. 3. 1. *Triaspis* sp.

En los tres sitios de muestreo estudiados se encontró a la morfoespecie *Triaspis* sp. (Figura 5). En el jardín Etnobotánico de Santo Domingo se encontró en el mes de agosto del año 2005, y durante los meses de julio, agosto y septiembre del año 2006. En San Lorenzo Cacaotepec se encontró durante los meses de junio,

agosto, octubre, noviembre y diciembre del año 2005, y en el mes de mayo del año 2006. En Santa Cruz Xoxocotlán en el mes de agosto del 2005.

El género *Triaspis* sp. tiene una distribución cosmopolita. Existen cerca de 100 especies en el nuevo mundo muchas de ellas aun no descritas.



Figura 5. *Triaspis* sp.

DIAGNOSIS. Tiene caparazón metasomal con dos canales transversos completos o canal anterior completo y canal posterior presente al menos lateralmente. Vena r-m del ala anterior ausente. Uñas de la pata posterior de igual longitud. Con sus tres primeros terguitos metasomales fusionados, con los tergos I y II fusionados; sutura T1/T2 siempre presente, T2/T3 presente al menos lateralmente (González *et al.*, 2003).

BIOLOGÍA. Emerge del estado larval, tiene tres estadios, huevo, larva y parasitoide; es un insecto endoparasitoide de Curculionidae y Bruchidae (Wharton *et al.*, 1998).

González *et al.* (2003) lo reportan en el estado de Oaxaca, en Ixtlán de Juárez y Mitla.

López (1999) encontró miembros de este género en Balún Canal, Chiapas durante los meses de marzo y julio de 1997.

5. 3. 2. *Diospilus* sp.

La morfoespecie *Diospilus* sp. (Figura 6) fue encontrado en el jardín Etnobotánico de Santo Domingo durante el mes de agosto del año 2005, y en junio, julio, agosto y septiembre del año 2006. En Santa Cruz Xoxocotlán se encontró en el mes de agosto del año 2005.

Diospilus sp. tiene una distribución cosmopolita cinco especies se encuentran descritas para el Neártico, aproximadamente 20 especies aun no descritas.



Figura 6. *Diospilus* sp.

DIAGNOSIS. El género *Diospilus* sp. tiene un ápice en el clípeo, sin diente medio, el clípeo con margen redondeado o con dos dientes. Vena 3 Rsa del ala anterior igual o más larga que 2 M, por lo que la segunda celda submarginal no estrecha anteriormente. Ala posterior con la vena a ausente, son fácil de distinguir de otros braconidos (González *et al.*, 2003).

BIOLOGÍA. Son insectos endoparasitoides de coleópteros incluyendo Anobiidae, Nitidulidae, Curculionidae, no se sabe si la biología es común para todas las especies. (Wharton *et al.*, 1998).

González *et al.*, (2003) reportan su distribución en el estado de Oaxaca, en San Gabriel Mixtepec, San Pedro Mixtepec, Mitla, Ixtlán de Juárez y Tuxtepec.

López (1999) encontró miembros de este género en Balún Canal, Chiapas durante los meses de octubre de 1996 y marzo y mayo de 1997.

5. 3. 3. *Bracon* sp.

Se encontraron dos morfoespecies diferentes del género *Bracon* que se describen como:

Bracon sp. 1 (Figura 7) se encontró únicamente en San Lorenzo Cacaotepec, durante el mes de agosto del año 2005 y en junio del año 2006.

Bracon sp. 2 (Figura 8) se encontró en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo durante el mes de agosto del año 2005 y junio a agosto del año 2006. En Santa Cruz Xoxocotlán se encontró en el mes de agosto del año 2005.

El género *Bracon* tiene una distribución cosmopolita; es común y con muchas especies, varios grupos de especies neotropicales son distintivos y algunas en particular son más grandes o más esculpidos que la mayoría de las especies típicas del Neártico y del Viejo Mundo (Wharton *et al.*, 1998).

BIOLOGÍA. Son parasitoides de una amplia variedad de larvas de lepidópteros coleópteros y dípteros.



Figura 7. Hembra de *Bracon* sp. 1.



Figura 8. *Bracon* sp. 2.

DIAGNOSIS. Tiene cípeo sin un par de setas largas que se unen apicalmente. Antena usualmente con más de 20 flagelómeros; su escapo más corto ventral que dorsalmente. Ala anterior con la vena 3Rsa más de 1.6 veces la longitud de la vena r (generalmente más de 1.8 veces); vena r no sinuada. Ala posterior con la vena M+CU más corta que 1M (González *et al.*, 2003).

González *et al.*, (2003) reportan su distribución en el estado de Oaxaca, en las localidades de Tehuantepec y Silacayoapan.

López (1999) encontró a éste género en Balún Canal, Chiapas durante diciembre de 1996 a febrero de 1997 y en el mes de julio del mismo año.

5. 3. 4. *Eupelmus* sp.

La morfoespecie *Eupelmus* sp. (Figura 9) fue encontrado en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo en el mes de agosto del año 2005 y durante los meses de mayo, junio, julio y agosto del año 2006. En San Lorenzo Cacaotepec se encontró durante el mes de junio del año 2006.

Hay aproximadamente 850 especies de Eupelminae, en 45 géneros, dentro de la región del Neártico, 110 especies son reconocidas en 21 géneros, tres especies en dos géneros de Neanastatinae, 19 especies en cinco géneros de Calosotinae, y 86 especies en 14 géneros de Eupelminae (Gibson *et al.*, 1997).

BIOLOGÍA. Son ectoparasitoides de insectos de larva o pupa. Parasitoide primario o secundario de amplia variedad de insectos holometábolos, se desarrollan en cocones, agallas o en otros tejidos de las plantas (Gibson *et al.*, 1997).

La gran mayoría de las especies de Eupelmidae son parasíticos e hiperparasíticos facultativos, de estados inmaduros de otros insectos (Nhm, 2006).



Figura 9. *Eupelmus* sp.

DIAGNOSIS. Para el macho con acroleura pequeña y subrectangular, extendiéndose a la base, pero conspicuamente separada del vientre mesotorácico. Para ambos sexos con acroleura siempre convexa, formando el mesopleuron, es ligero, concavo, formado su acroleura cerca del vientre mesotorácico (Gibson *et al.*, 1997).

5. 3. 5. *Catolaccus* sp.

La morfoespecie *Catolaccus* sp. (Figura 10).se encontró en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, en el mes de agosto del año 2005 y en junio del año 2006. En San Lorenzo Cacaotepec se encontró durante los meses de mayo y junio del año 2006.

Se conocen aproximadamente siete diferentes especies de *Catolaccus*.

BIOLOGÍA. Son hospederos primarios y secundarios, parasitan en cocones de lepidópteros y coleópteros.



Figura 10. Hembra de *Catolaccus* sp.

DIAGNOSIS. Cabeza distintivamente transversa, inicia la vena marginal, en el área arriba de la superficie, extendiéndose a la vena del estigma, revela de una a dos hileras de admarginal conspicuo en la parte inferior, propodeum sin trazo de aplicación, al lado constricción apical (Gibson *et al.*,1997).

5. 3. 6. *Urosigalphus* sp.

La morfoespecie *Urosigalphus* sp. (Figura 11) fue encontrado en el Jardín Etnobótico de Santo Domingo en el mes de junio del año 2006 y en San Lorenzo Cacaotepec en el mes de mayo del año 2006.

Urosigalphus sp. tiene aproximadamente 100 especies y muchas especies Neotropicales aun sin describir.

DIAGNOSIS. Tiene vena 2-Cua del ala anterior ausente; 1 Cua del ala anterior subigual a 1 Cub; vena r-m del ala anterior ausente. Uña externa de la pata posterior de mayor longitud que la interna. Los tres primeros terguitos metasomales fusionados formando un caparazón, con los tergos I y II fusionados; sin suturas dorsales completas, por lo general sin rastro de alguna (González, *et al.*, 2003).

BIOLOGÍA. Emergen del estado larval, quizás parasitoides de huevo larva; endoparasitoide de Curculionidae y Bruchidae (Wharton *et al.*, 1998).

González *et al.*, (2003) reportan su distribución en Oaxaca en Matatlán, Miltepec (Sierra Juárez), Mitla, Ixtlán de Juárez.



Figura 11. *Urosigalphus* sp.

5. 4. PROPORCIÓN RELATIVA DE LAS MORFOESPECIES DE PARASITOIDES

La proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides se muestra en los cuadros 3 y 4. En el 2005 el parasitoide *Diospilus* sp. fue la morfoespecie más abundante en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, con una proporción de 38.46%. En San Lorenzo Cacaotepec, la morfoespecie más abundante fue *Bracon* sp. 2 con una proporción de 65.96%. En Santa Cruz Xoxocotlán el parasitoide más abundante también fue *Bracon* sp. 2 con una proporción de 45.45%. Cabe resaltar que no se encontró a *Diospilus* sp. en San Lorenzo Cacaotepec.

Cuadro 3. Emergencia (n) y proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides encontrados en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005.

| Parasitoide | Jardín Etnobotánico de Santo Domingo | | San Lorenzo Cacaotepec | | Santa Cruz Xoxocotlán | |
|---|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|-----------------------|-------|
| | n | % | n | % | n | % |
| <i>Triaspis</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | 28 | 21.54 | 13 | 27.66 | 4 | 36.36 |
| <i>Diospilus</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | 50 | 38.46 | 0 | 0 | 2 | 18.18 |
| <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae) | 27 | 20.77 | 31 | 65.96 | 5 | 45.45 |
| <i>Eupelmus</i> sp. (Hym.: Chalcidoidea Eupelmidae) | 17 | 13.08 | 1 | 2.13 | 0 | 0 |
| <i>Catolaccus</i> sp. (Hym.: Pteromalidae) | 7 | 5.38 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Bracon</i> sp. 1 (Hym.: Braconidae: Braconinae) | 0 | 0 | 2 | 4.26 | 0 | 0 |
| Total | 129 | 100 | 47 | 100 | 11 | 100 |

En el 2006 el parasitoide *Bracon* sp. 2 fue la morfoespecie más abundante en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, con una proporción de 39.73%. En San Lorenzo Cacaotepec, la morfoespecie más abundante también fue *Bracon* sp. 2 con una proporción de 58.70%.

Cuadro 4. Emergencia (n) y proporción relativa de las morfoespecies de parasitoides encontrados en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec Oaxaca, 2006.

| Parasitoide | Jardín Etnobotánico de Santo Domingo | | San Lorenzo Cacaotepec | |
|---|--------------------------------------|-------|------------------------|-------|
| | n | % | n | % |
| <i>Triaspis</i> sp. (Hym: Braconidae: Helconinae) | 20 | 13.70 | 2 | 4.35 |
| <i>Diospilus</i> sp. (Hym: Braconidae: Helconinae) | 36 | 24.66 | 2 | 4.35 |
| <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym: Braconidae: Braconinae) | 58 | 39.73 | 27 | 58.70 |
| <i>Eupelmus</i> sp. (Hym: Chalcidoidea Eupelmidae). | 25 | 17.12 | 10 | 21.74 |
| <i>Catolaccus</i> sp. (Hym: Pteromalidae) | 4 | 2.74 | 2 | 4.35 |
| <i>Bracon</i> sp. 1 (Hym: Braconidae: Braconinae) | 0 | 0.00 | 1 | 2.17 |
| <i>Urosigalphus</i> sp. (Hym: Braconidae Helconinae). | 3 | 2.05 | 2 | 4.35 |
| Total | 146 | 100 | 46 | 100 |

5. 5. PROPORCIÓN DE MACHOS DE LAS MORFOESPECIES DE PARASITOIDES

El parasitoide *Triaspis* sp. presentó una proporción de machos de 0.318, 0.333 y 0 en los sitios de muestreo del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, respectivamente. Para *Diospilus* sp., la proporción de machos fue de 0.324 y 1.0 en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y Santa Cruz Xoxocotlán, respectivamente. Para *Bracon* sp. 2 la proporción de machos fue de 0.667, 0.387 y 0.800 en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, respectivamente

(Cuadro 5). Cabe resaltar que el parasitoide *Bracon* sp. 2 presentó una proporción alta de machos en dos de los sitios de muestreo.

Cuadro 5. Proporción de machos de las morfoespecies de parasitoides en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005.

| Parasitoide | Jardín Etnobotánico de Santo Domingo | | San Lorenzo Cacaotepec | | Santa Cruz Xoxocotlán | |
|---|--------------------------------------|----|------------------------|----|-----------------------|---|
| | Machos | n | Machos | n | Machos | n |
| <i>Triaspis</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | 0.318 | 85 | 0.333 | 12 | 0 | 4 |
| <i>Diospilus</i> sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae) | 0.324 | 71 | – | 0 | 1.000 | 2 |
| <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae) | 0.667 | 51 | 0.387 | 31 | 0.800 | 5 |

n = Total de parasitoides emergidos (hembras + machos).

En el 2006, el parasitoide *Triaspis* sp. presentó una proporción de machos de 0.70, y 1.0, en los sitios de muestreo del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec, respectivamente. Para *Diospilus* sp. la proporción de machos fue de de 0.63 y 0.50 en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, respectivamente. Para *Bracon* sp. 2 la proporción de machos fue de 0.31 y 0.40, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, respectivamente (Cuadro 6). Los parasitoides de la morfoespecie *Triaspis* sp. presentaron la mayor proporción de machos en los dos sitios de muestreo.

La mayoría de los himenópteros parasitoides tienen una reproducción de tipo partenogenética arrenotóquia o haplo-diploide, donde las hembras tienen el control en la asignación del sexo. La importancia de la asignación del sexo es utilizada para aplicaciones prácticas del control biológico de plagas en campo y para la producción masiva de los parasitoides en laboratorio (Martínez *et al.*, 2006).

Martínez *et al.* (1997) en un estudio de campo, encontraron que el parasitoide *D. longicaudata* presentó una mayor asignación de hembras a su progenie cuando las larvas hospederas se encontraban en frutos de naranja, mandarina y lima, frutos cuya epidermis es más delgada y factible de penetrar con el ovipositor, en comparación con las larvas de los frutos de toronja.

La proporción de sexo se ve afectada por diversos factores, de acuerdo a Ikawa y Suzuki (1982) mencionan a la temperatura, fotoperiodo, problemas en el control de la espermoteca o el agotamiento de los espermatozoides, presencia de los microorganismos y superparasitismo.

Cuadro 6. Proporción de machos de las morfoespecies de parasitoides encontrados en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2006.

| Parasitoide | Jardín Etnobotánico de Santo Domingo | | San Lorenzo Cacaotepec | |
|--|--------------------------------------|----|------------------------|----|
| | Machos | n | Machos | n |
| <i>Triaspis</i> sp. (Hym: Braconidae: Helconinae) | 0.70 | 20 | 1.0 | 12 |
| <i>Diospilus</i> sp. (Hym: Braconidae: Helconinae) | 0.63 | 35 | 0.50 | 4 |
| <i>Bracon</i> sp. 2 (Hym: Braconidae: Braconinae) | 0.31 | 58 | 0.40 | 25 |

n = Total de parasitoides emergidos (hembras + machos).

5. 6. PORCENTAJES DE PARASITISMO

Durante el 2005 el porcentaje de parasitismo total más alto lo presento el sitio de muestreo Santa Cruz Xoxocotlán con 17.19%, seguido del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, con 16.97% y el menor porcentaje fue de 5.62% en San Lorenzo Cacaotepec (Figura 12).

El mayor porcentaje de parasitismo en Santa Cruz Xoxocotlán pudo deberse a que el tamaño de muestra fue menor. El porcentaje de parasitismo más bajo se presentó en San Lorenzo Cacaotepec, y pudo deberse a que los parasitoides fueron afectados por la aplicación de insecticidas en los cultivos agrícolas. Hajek (2004) menciona que los plaguicidas afectan significativamente a los enemigos naturales, reduciendo su efectividad. De la misma forma, Altieri *et al.* (1993) mencionan que el uso de plaguicidas químicos elimina a muchos de los parasitoides existentes en los cultivos.

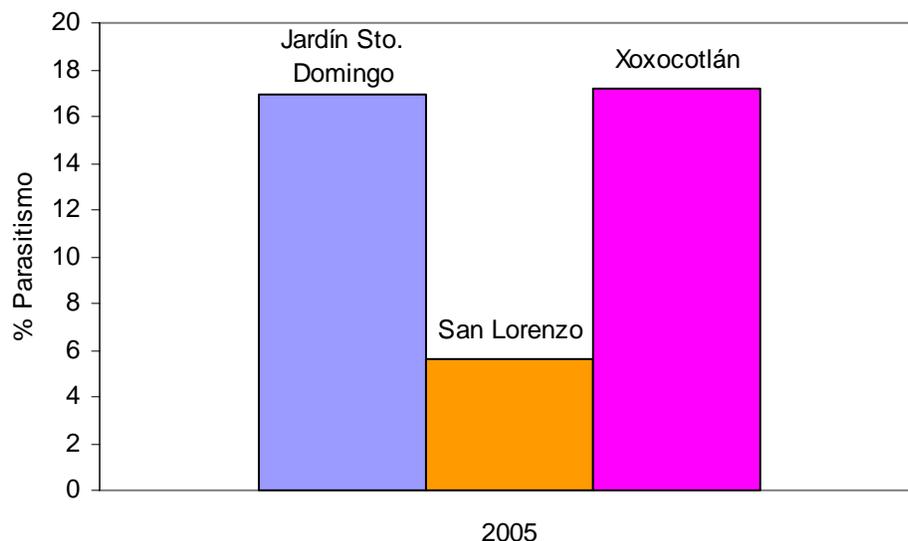


Figura 12. Porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, San Lorenzo Cacaotepec y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, 2005.

De acuerdo con la Figura 13, durante el 2006, el porcentaje de parasitismo total más alto lo presentó el sitio de muestreo del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, con 17.08%, y el menor porcentaje fue de 4.28% en San Lorenzo Cacaotepec.

Es posible que haya un mayor porcentaje de parasitismo en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo debido a que las diferentes morfoespecies de parasitoides, pudieran haber algunas morfoespecies que sean más efectivas sobre *A. sisyphus*. Otra razón es debida a que en este sitio de muestreo hay una mayor diversidad de plantas que pueden estar brindando refugio y suficiente alimento para los parasitoides, así como pueden ser una fuente de hospederos alternativos. Hajek (2004) comparó un monocultivo con un policultivo y encontró que los parasitoides incrementaron su abundancia en un 72% en el policultivo.

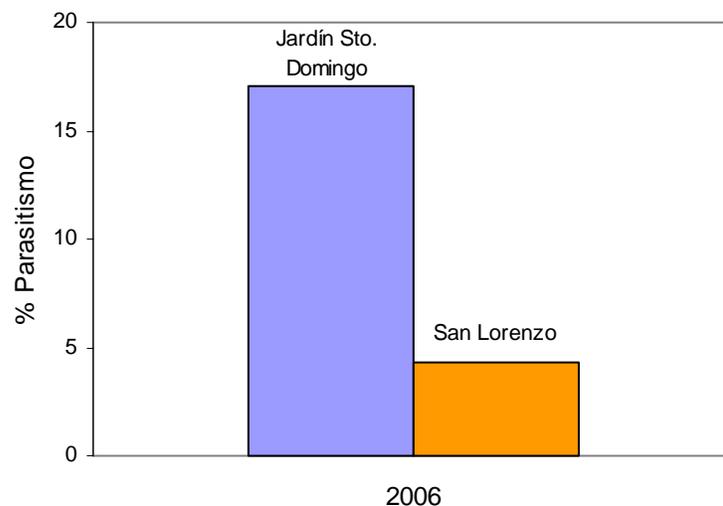
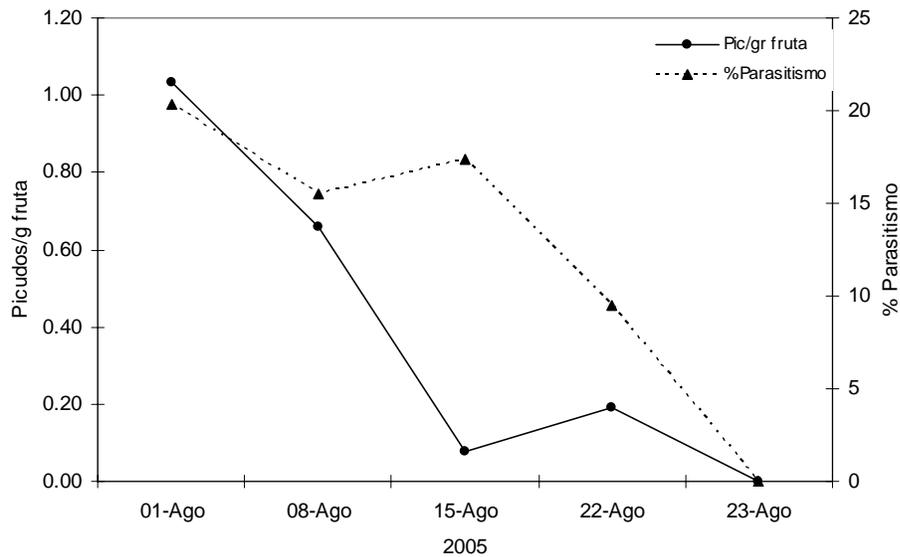


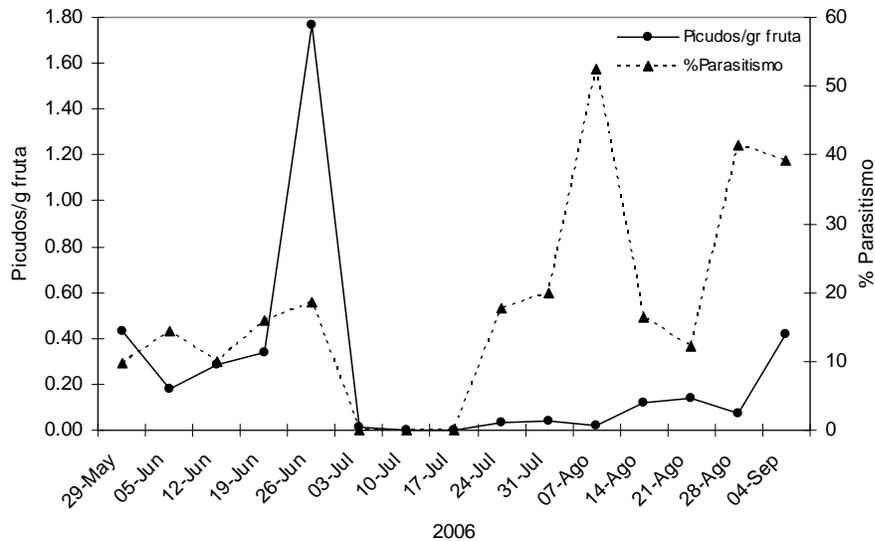
Figura 13. Porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2006.

5. 7. FLUCTUACIÓN POBLACIONAL

De acuerdo con la Figura 14, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, en el año 2005, la mayor infestación (picudos por g de fruto) se presentó en el mes de agosto y para el año 2006 la mayor infestación fue en el mes de junio. En esta figura también se puede apreciar que hay un rezago en el porcentaje de parasitismo. El mayor nivel de parasitismo se presentó en el mes de agosto del 2006.



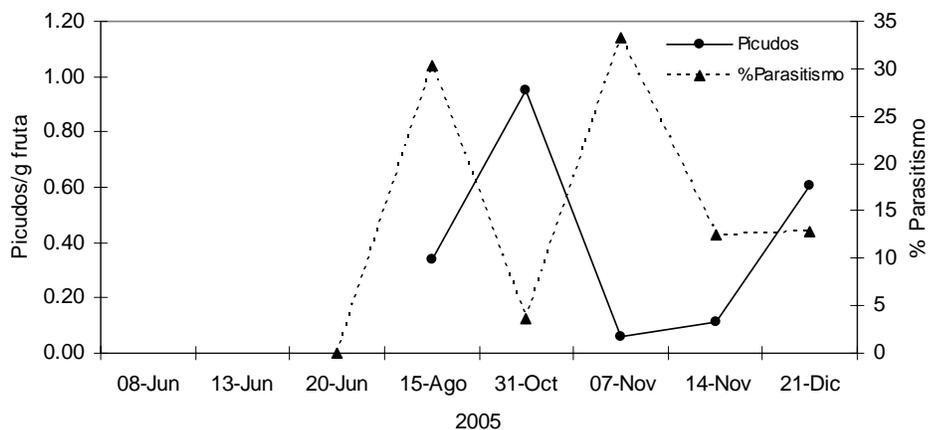
a.



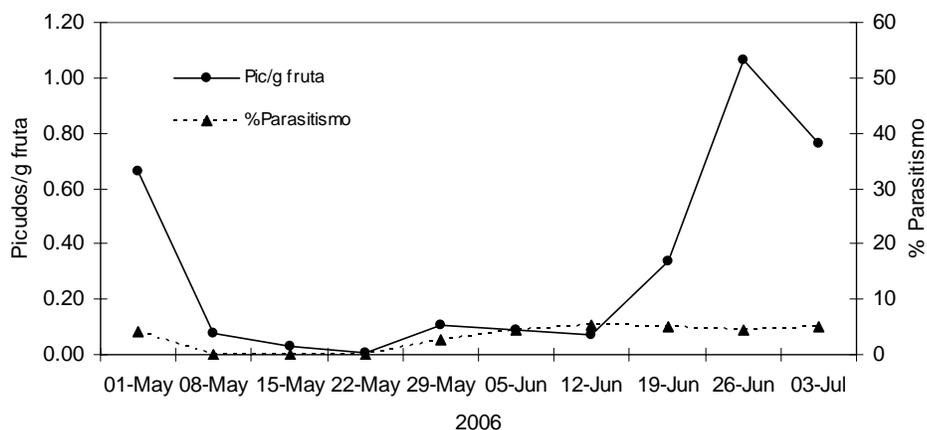
b.

Figura 14. Niveles de infestación y porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo, Oaxaca, 2005 (a) y 2006 (b).

En la Figura 15 se muestra que la mayor infestación de picudos en San Lorenzo Cacaotepec se presentó en el mes de octubre del 2005 y junio del 2006. El porcentaje de parasitismo fue alto durante el 2005 pero disminuyó en el 2006.



a.



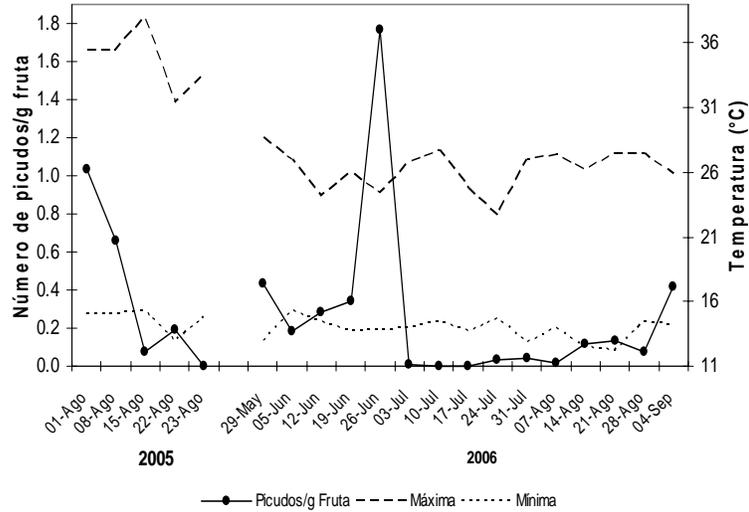
b.

Figura 15. Niveles de infestación y porcentaje de parasitismo total en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*, en San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca, 2005 (a) y 2006 (b).

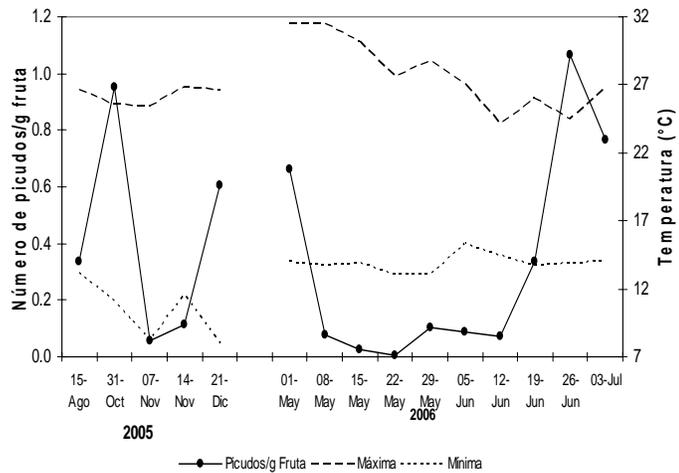
5. 8. ANÁLISIS DE FACTORES CLIMÁTICOS

5. 8. 1. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Los niveles de infestación con las temperaturas mínimas y máximas, se muestran en la Figura 16.



a.



b.

Figura 16. Niveles de infestación de picudos *A. sisyphus* en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana* y temperaturas máximas y mínimas a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

Para el Jardín de Santo Domingo, las correlaciones entre niveles de infestación con la temperatura máxima ($r=0.7607$, $p=0.07268$) y mínima ($r=0.7016$, $p=0.09138$), y en San Lorenzo Cacaotepec, entre niveles de infestación con la temperatura máxima ($r=-0.2670$, $p=0.3361$) y mínima ($r=-0.06766$, $p=0.8107$), se muestran en la Figura 17. Como la probabilidad fue mayor a 0.05, no hay correlación entre temperatura máxima y mínima con los niveles de infestación por el picudo, *A. sisyphus*, en ambas localidades.

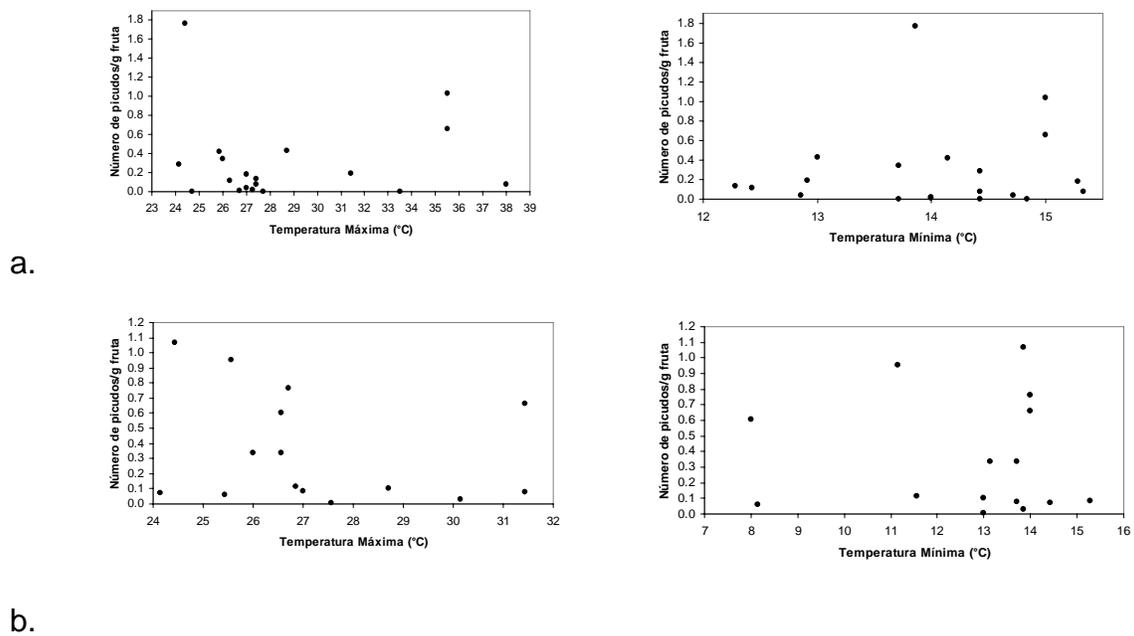
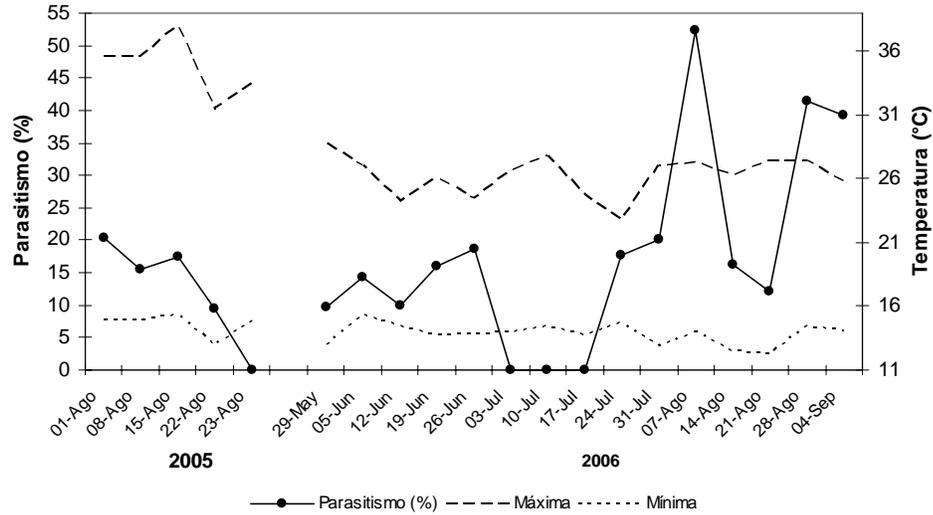
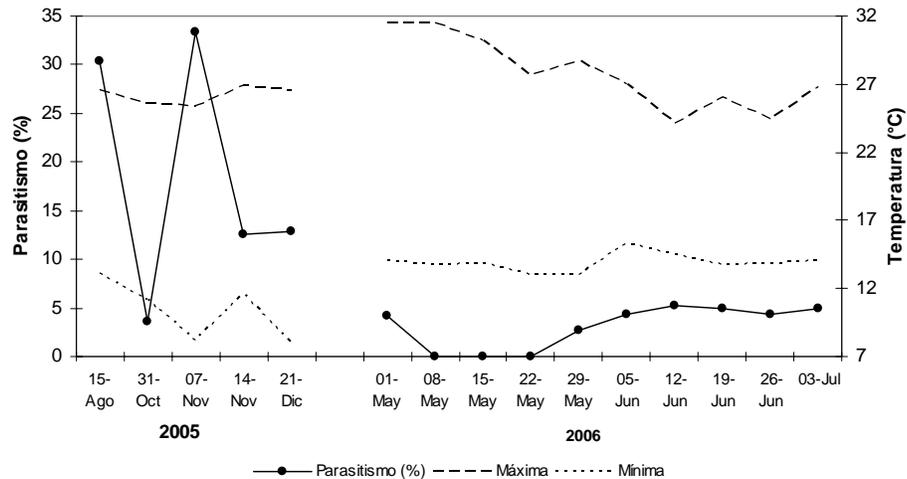


Figura 17. Correlaciones entre los niveles de infestación en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana* y temperaturas máximas y mínimas a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

Los niveles de parasitismo con las temperaturas mínimas y máximas, se muestran en la Figura 18.



a.



b.

Figura 18. Niveles de parasitismo en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana* y temperaturas máximas y mínimas a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

Para el Jardín de Santo Domingo, las correlaciones entre niveles de parasitismo con la temperatura máxima ($r=-0.07542$, $p=0.7520$) y mínima ($r=0.06124$, $p=0.7976$). Como la probabilidad fue mayor a 0.05, no hay correlación entre temperatura máxima y mínima con el parasitismo (Figura 19). En San Lorenzo Cacaotepec, las correlaciones entre niveles de parasitismo con la temperatura máxima ($r=-0.35461$, $p=0.1947$) y mínima ($r=-0.57575$, $p=0.0247$), se muestran en la Figura 19. En esta localidad, se encontró una correlación inversa entre el parasitismo con la temperatura mínima, es decir que al aumentar la temperatura mínima, el parasitismo disminuye.

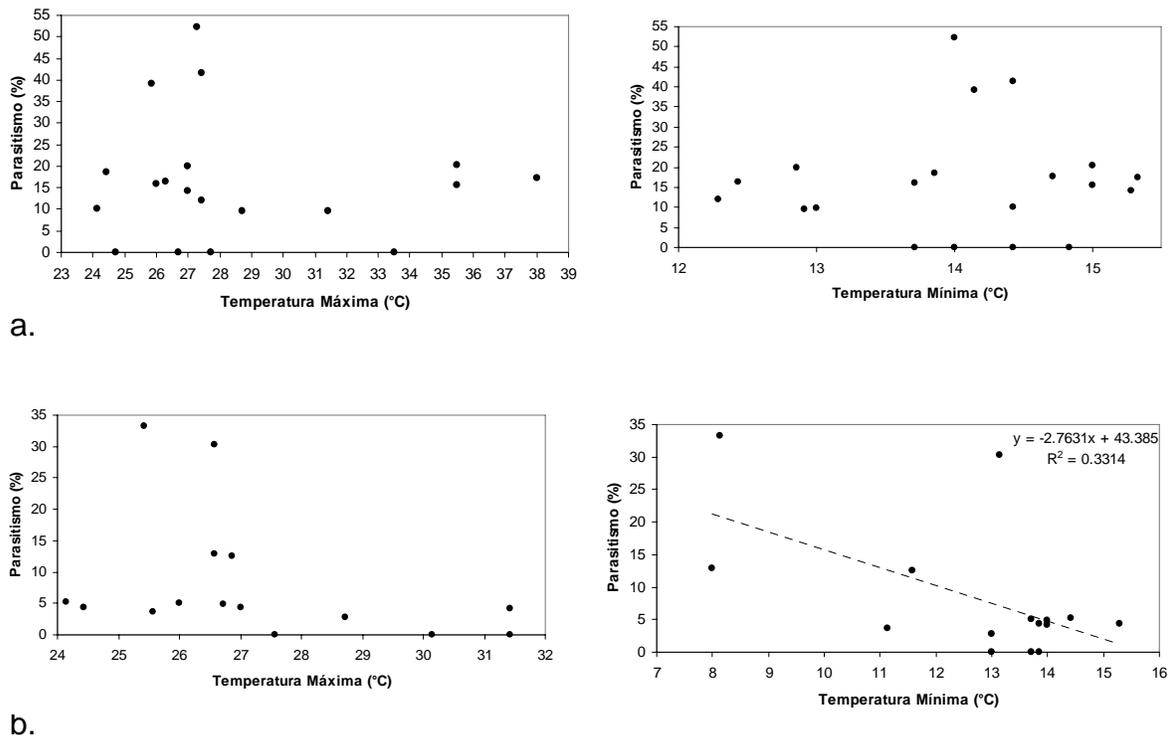
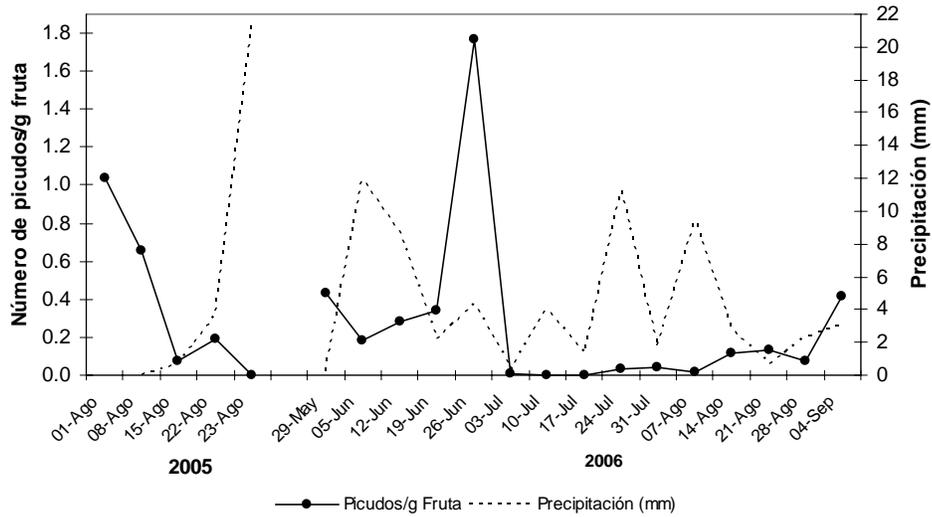


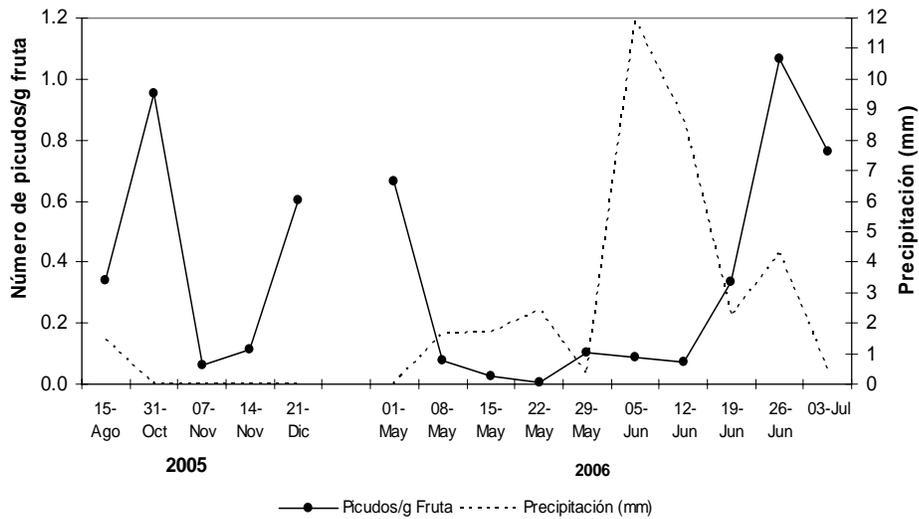
Figura 19. Correlaciones entre los niveles de parasitismo en *Malpighia mexicana* y temperaturas máximas y mínimas a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

5. 8. 2. EFECTO DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Los niveles de infestación con la lluvia, se muestran en la Figura 20.



a.



b.

Figura 20. Niveles de infestación de picudos *A. sisyphus* en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana* y precipitación pluvial (mm) a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

Para el Jardín de Santo Domingo, las correlaciones entre niveles de infestación con la precipitación pluvial ($r=-0.15606$, $p=0.5235$) y en San Lorenzo Cacaotepec, entre niveles de infestación con precipitación pluvial ($r=-0.23701$, $p=0.3950$), se muestran en la Figura 21. Como la probabilidad fue mayor a 0.05, no hay correlación entre niveles de infestación por el picudo, *A. sisyphus*, con la precipitación pluvial, en ambas localidades.

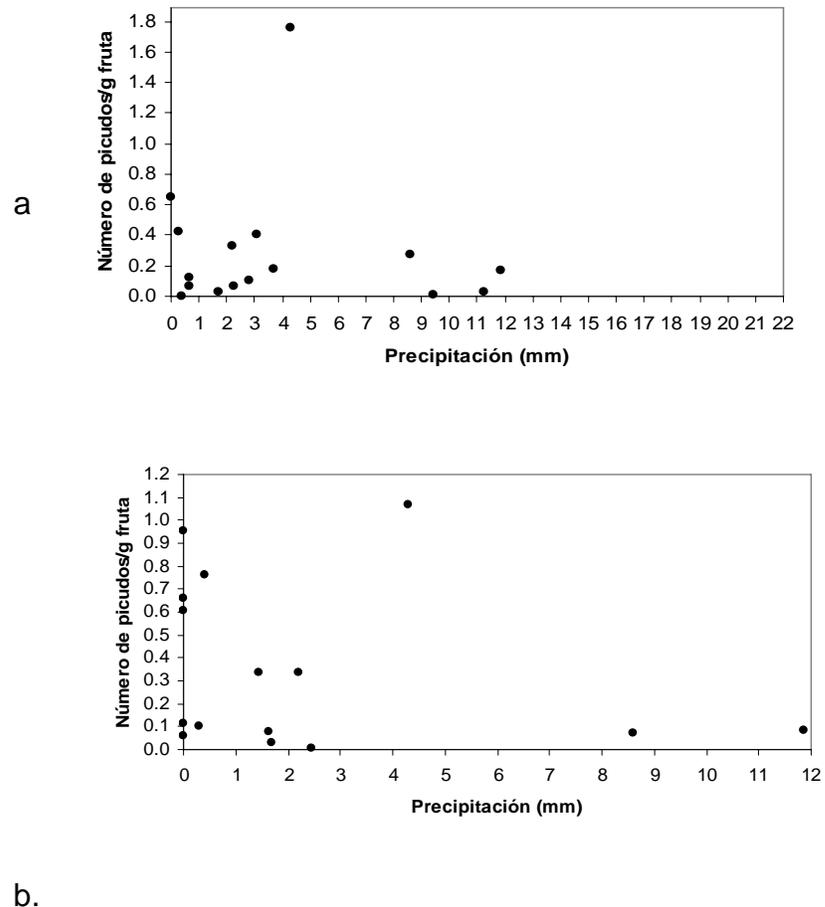
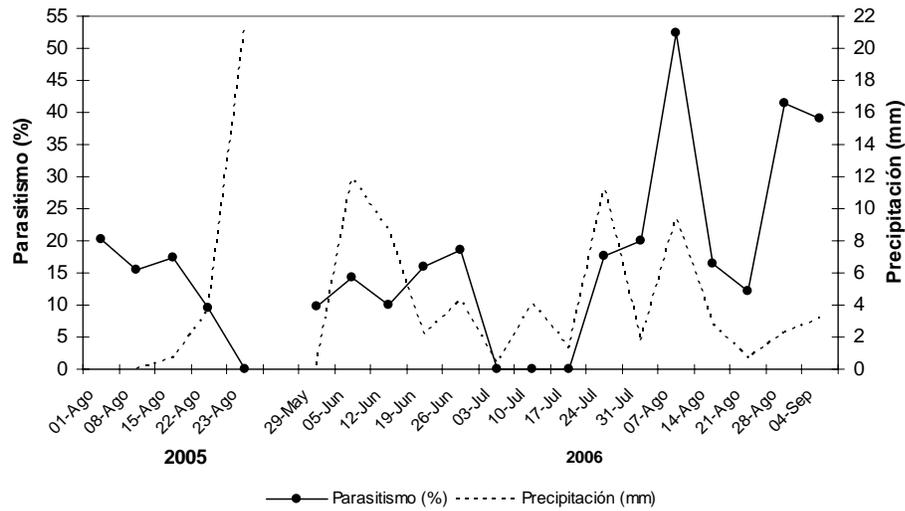


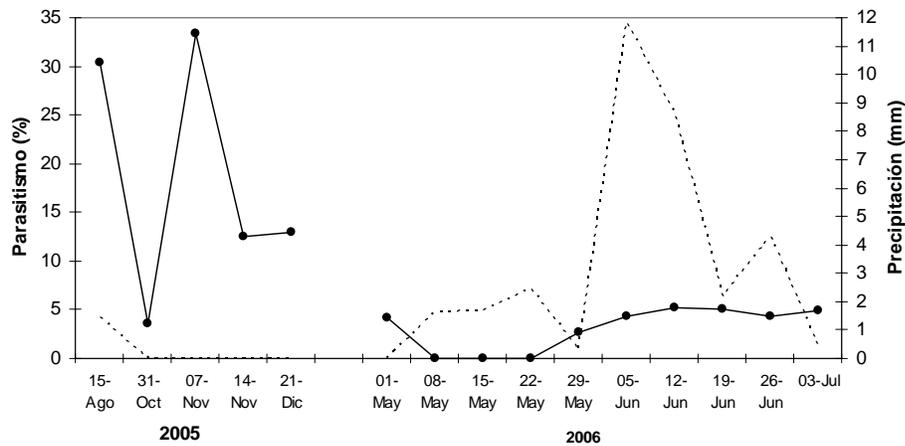
Figura 21. Correlaciones entre los niveles de infestación de *Malpighia mexicana* con la precipitación pluvial a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) en San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

Los niveles de parasitismo con la precipitación pluvial (mm), se muestra en

la Figura 22.



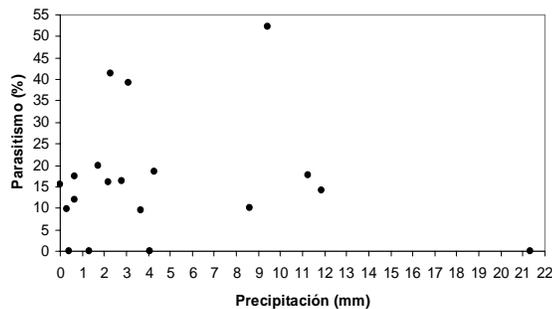
a.



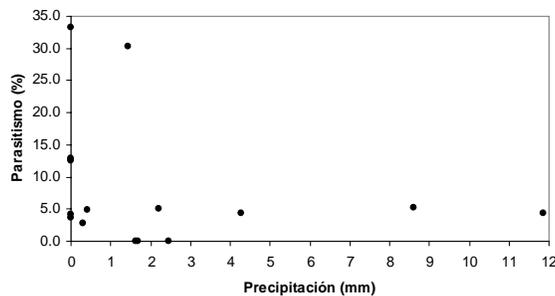
b.

Figura 22. Niveles de parasitismo en frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana* y precipitación pluvial (mm) a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

Para el Jardín de Santo Domingo, las correlaciones entre niveles de parasitismo con la precipitación pluvial ($r=-0.03573$, $p=0.8845$) y en San Lorenzo Cacaotepec, entre niveles de infestación con precipitación pluvial ($r=-0.22600$, $p=0.4180$), se muestran en la Figura 23. Como la probabilidad fue mayor a 0.05, no hay correlación entre niveles de parasitismo con la precipitación pluvial, en ambas localidades.



a.



b.

Figura 23. Correlaciones entre los niveles de parasitismo en *Malpighia mexicana* con la precipitación pluvial a) Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y b) San Lorenzo Cacaotepec, 2005 y 2006.

6. CONCLUSIONES

Se encontró la especie *Anthonomus sisyphus* alimentándose de los frutos de nanche rojo, *Malpighia mexicana*. La mayor infestación de picudos, *A. sisyphus* se presentó en San Lorenzo Cacaotepec, con rangos de 0.29 a 0.37 picudos por g de fruta y 1.16 a 1.44 picudos por fruto.

Se encontraron siete diferentes morfoespecies de parasitoides asociadas a *A. sisyphus*: *Triaspis* sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae), *Diospilus* sp. (Hym.: Braconidae: Helconinae), *Bracon* sp. 2 (Hym.: Braconidae: Braconinae), *Eupelmus* sp. (Hym.: Eupelmidae), *Catolaccus* sp. (Hym.: Pteromalidae), *Bracon* sp. 1 (Hym.: Braconidae: Braconinae) y *Urosigalphus* sp. (Hym.: Braconidae Helconinae).

Las morfoespecies de parasitoides más abundantes fueron *Triaspis* sp., *Diospilus* sp. y *Bracon* sp 2.

El sitio de muestreo con mayor número (seis) de morfoespecies de parasitoides fue el Jardín Etnobotánico de Santo Domingo.

El parasitoide *Urosigalphus* sp. únicamente se encontró en el año 2006, en los sitios de muestreo del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo y San Lorenzo Cacaotepec, Oaxaca.

El parasitoide con una mayor proporción de machos fue *Bracon* sp. 2 en el 2005 y *Triaspis* sp en el 2006.

El porcentaje de parasitismo total más alto lo presentó el sitio de muestreo del Jardín Etnobotánico de Santo Domingo.

Se observaron diferencias en cuanto al número de morfoespecies y porcentajes de parasitismo en los diferentes sitios de muestreo durante los años 2005 y 2006.

No se encontró una correlación positiva entre infestación con temperatura, ni con precipitación pluvial y tampoco hubo correlación entre parasitismo con temperatura, ni con precipitación pluvial.

7. LITERATURA CITADA

- Altieri M. A., Cure J. R. and García M. A. 1993. The Role and Enhancement of Parasitic Hymenoptera Biodiversity in Agroecosystems In Hymenoptera and Biodiversity J. La Salle L. I. D. Gould (Eds). CAB International. United Kingdom.
- Araújo C., Bezerra I. W. L., Dantas I. C., Lima T. V. S., Oliveira A. S., Miranda M. R. A., Leite E. L., Sales M. P. 2003. Biological activity of proteins from pulps of tropical fruits. Food Chemistry 85: 107.
- Botany. hawaii. 2006. [http:// www. botany.hawaii. edu/faculty /carr/ p families.htm](http://www.botany.hawaii.edu/faculty/carr/p_families.htm). Consultada el 22 de febrero 2006.
- Clark, W.E. and H. R. Burke. 1985. Revision of the venustus species group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). Trans. Am. Entomol. Soc. 111: 103-170.
- Clark, W. E. 1987. Revision of the *unipustulatus* group of the weevil genus *Anthonomus* Germar (Coleoptera: Curculionidae). The Coleopterists Bulletin 41: 73-88.
- De Rosso. 2005. Carotenoid composition of two Brazilian genotypes of acerola (*Malpighia puniceifolia* L) from two harvests. Food Research International 38: 1073-1077.

- Fernández, F. y M. J. Sharkey. 2006. Introducción a los Hymenoptera de la región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C. 894 pp.
- Fernández, N., E y G. Rivero M. 2004. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre el enraizamiento de estacas de semeruco (*Malpighia glabra* L). Rev. Fac. Agron. 21 supl.1: 42-46.
- Gibson, G. A., J. T. Huber and J. B. Woolley. 1997. Annotated keys to the genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). NRC Research press. Ottawa, Canada. 794 pp.
- González, H. A., R. A. Wharton., J. A. Sánchez G., L. Martínez V., J. R. Lomelí F., R. I. Figueroa D., H. Delfín G. 2003. Catálogo ilustrado de Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) en México. CD-Room.
- Gobierno de Oaxaca. 2006. [http:// www. Gobiernodeoaxaca. gob. mx](http://www.Gobiernodeoaxaca.gob.mx). Consultada el 13 de marzo del 2006.
- Goulet, H. and J. T. Huber. 1993. Hymenoptera of the world: and identification guide to families. Canada communication group. Agriculture. Ottawa, Canada. 668 pp.
- Guizar, E. y A. Sánchez V. 1997. Guía para el conocimiento de los principales árboles del alto balsas, México. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 109-146.
- Hajek, A. E.2004. Natural enemies an introduction to biological control. United Kingdom Cambridge. 378 pp.

- Hunsberger, A. G. B., and J. E. Peña. 1997. *Catolaccus huntery* (Hymenoptera: Pteromalidae) a parasite of *Anthonomus macromalus* (Coleoptera: Curculionidae) in South Florida. Florida Entomologist 80: 301-304.
- Ikawa, T. and Y. Suzuki. 1982. Ovipositional experience of the gregarious parasitoid *Apanteles glomeratus* (Hymenoptera: Braconidae), influencing her discrimination of the host larvae, *Pieris rapae*. Appl. Entomol. Zool. 17: 119-126.
- Juárez, Delgado J. C. 1998. La familia Malpighiaceae en el estado de Morelos. Tesis Biólogo Universidad Autónoma del Estado de Morelos 110 pp.
- Ledon, R. B. 1958. The Barbados or West Indian cherry. Univ. Florida Agr. Exp. Sta. Gainesville, Bull 594, 1.
- Lezama, G. R., J. Molina Ochoa, O. Rebolledo Domínguez, A. Trujillo de la Luz, M. González Ramírez y S. Briceño Robles. 1997. Evaluation of enthomopathogenic fungi (Hyphomycetes) against *Anthonomus fulvipes* (Coleoptera: curculionidae) in organically grown barbados cherry trees. Vedalia 4: 25-29.
- López, M. V. 1999. Estudio genérico de Braconidae de Balún Canal, Chiapas, México (Hymenoptera). Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. 112 pp.
- Maes, M. y O'Brien. 2006. (<http://www.insectariumvital.com/termitero/nicaragua/FAUNA%20ENTOMOLOGICA>)
- Martínez, M. 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México. 276-278 pp.

- Martínez, M. L., M. Gutiérrez y F. Castrejón. 1997. Proporción de sexos de *Diachasmimorpha longicaudata* en campo. Memorias del XX Congreso Nacional de Control Biológico. 164-166.
- Martínez, M. L., R. Jarquín y J. Bernal. 2006. Estudios de asignación del sexo en insectos himenópteros parasitoides. Memoria III encuentro participación de la mujer en la ciencia.
- Mobot. 2006. http://www.mobot.mobot.org/cgi-bin/search_vast. Consultada el 15 de febrero del 2006
- Morton, J. F. 1987. Barbados Cherry In: Fruits of warm climates Miami, FL. 204-207 pp.
- Nhm. 2006. <http://www.nhm.ac.uk/research,curation/projects/chalcidois/eupelmidae.html>. Consultada el 4 de diciembre del 2006.
- Salas, A. M. D. 1999. Estudio taxonómico de los Curculionidae (Coleoptera: Curculionidae) (Sensulato) del estado de Guanajuato. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. 165 pp.
- SAS Institute Inc., 1990. SAS/STAT. User's guide, version 6. Cary, NC.
- SEMARNAT. 2006. <http://www.semarnat.gob.mx/pfmna/fichas/malpighiamexicana.htm>. Consultada 28 de febrero del 2006.
- Socbot. 2006. <http://www.socbot.org.mx/biblioteca/jardinetno.htm>. Consultada 14 de febrero del 2006
- Triplehorn, C. A. y N. F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th. Edition. Thomson Brooks, Cole. Estados Unidos. 864 pp.
- Tropilab. 2006. <http://www.tropilab.com/malpig-gla.html>. Consultada el 13 de octubre del 2006.

Wharton, R. A., P. M. Marsh y M. J. Sharkey. 1988. Manual para los géneros de la familia Braconidae (Hymenoptera) del Nuevo Mundo. Special publication of The Internacional Society of Hymenopterists, Number 1 (Edición en español). Washington, D. C. pp. 2-159 pp.

Yee, W. L. 1999. Ecology, Infestation levels, and population of *Anthonomus* weevils (Coleoptera: Curculionidae) on *Malpighia glabra* in Mexico. Annals of the Entomological Society of America 92: 90-97pp.