



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

FITOPATOLOGÍA

**ESTUDIO DEL PATOSISTEMA DE LA PITAHAYA
Hylocereus spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE)
EN TEPOZTLÁN, MORELOS.**

JUAN JOSÉ RAMÍREZ DELGADILLO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2011

La presente tesis, titulada: **Estudio del patosistema de la pitahaya *Hylocereus* spp. (A. Berger, Britton & Rose) en Tepoztlán, Morelos**, realizada por el alumno: **Juan José Ramírez Delgadillo**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
FITOPATOLOGÍA**

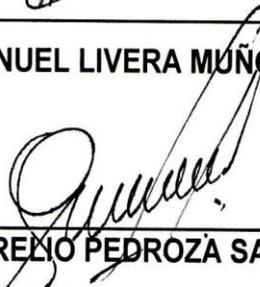
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. MANUEL LIVERA MUÑOZ

DIRECTOR:



DR. AURELIO PEDROZA SANDOVAL

ASESOR:



DR. ESTEBAN RODRÍGUEZ LEYVA

ASESOR:



DR. CRISTIAN NAVA DÍAZ

ASESOR:



DR. NÉSTOR BAUTISTA MARTÍNEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Enero del 2011.

**ESTUDIO DEL PATOSISTEMA DE LA PITAHAYA *Hylocereus* spp.
(A. Berger, Britton & Rose) EN TEPOZTLÁN, MORELOS**

**Juan José Ramírez Delgadillo, Dr.
Colegio de Postgraduados, 2011.**

RESUMEN

La pitahaya es una cactácea que se cultiva en zonas con clima tropical, subtropical o semiárido de México. Tres especies tienen importancia económica como frutales. En un huerto experimental establecido en Tepoztlán, Morelos, se encontraron plantas de *Hylocereus undatus*, *H. purpussi* y *H. ocamponis* con síntomas causados por patógenos y daño por insectos. Debido a la importancia actual y potencial del cultivo se realizó el presente estudio con el objetivo de identificarlos taxonómicamente y describir su daño. Durante 2006-2008 se recolectaron mensualmente estructuras vegetativas y reproductoras dañadas; de 2007-2010 se aislaron e identificaron microorganismos (22 ± 1.5 °C) e insectos en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y fotoperiodo 14:10). En tallos se identificaron a los hongos *Glomerella* sp. (teleomorfo), *Colletotrichum* sp. (anamorfo) y a *Colletotrichum* del grupo dematium. Además, se encontraron tres órdenes de insectos: en Coleoptera se identificaron 8 géneros y 12 especies; de Hemiptera 6 géneros y 9 especies y de Lepidoptera 3 géneros y una especie, dañando estructuras vegetativas y reproductoras de la planta. Con base en la abundancia, infestación e intensidad de daño se consideran como plagas primarias de la pitahaya a *Metamasius spinolae* Gyllenhal, *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar, *Narnia femorata* Stal y *Euphoria leucographa* Gory & Percheron. Las larvas de *M. spinolae* dañaron tallos maduros formando galerías; en tanto que los adultos lo hicieron en tallos inmaduros, brácteas y tépalos de botones florales; en promedio la viabilidad de los huevos fue 93 % y la duración del ciclo biológico, con y sin manipulación de larvas, fue de 99.8 ± 13.3 d y 143.6 ± 36.6 d, respectivamente. El periodo promedio de oviposición fue de 354.9 ± 88.3 d con 180.9 ± 86.3 huevos/hembra; la longevidad de las hembras fue de 413.3 ± 90.1 d. Las larvas de *O. fuscomaculella clarefacta* se alimentaron y dañaron tallos inmaduros, botones florales, flores y frutos formando galerías; en los últimos provocaron oxidación y descomposición del tejido. En 2007 la infestación promedio en frutos fue de 70 % y en 2008 de 67.4 % coincidiendo con la máxima fructificación del cultivo.

Palabras clave: Pitahaya, plagas, insectos, hongos.

STUDY OF THE PATHOSYSTEM OF THE PITAHAYA *Hylocereus spp.*

(A. Berger, Britton & Rose) IN TEPOZTLAN, MORELOS

Juan José Ramírez Delgadillo, Dr.

Colegio de Postgraduados, 2011.

SUMMARY

The pitahaya is a cacti cultivated in regions with tropical, subtropical or semiarid climates of Mexico. Three species have economical relevance as fruit producers. In an experimental orchard in Tepoztlan, Morelos, Mexico, plants were found with symptoms caused by microorganisms and with insect damage. Considering the actual and potential economic importance of this crop and the incidence of plagues and pathogens, this study was carried out having as objective to identify taxonomically and to describe the damage of the main pests. Damaged vegetative and reproductive structures were collected monthly during 2006-2008. From 2007 to 2010 insects and microorganisms were isolated (22 ± 1.5 °C) and identified under laboratory conditions (25 ± 1.5 °C 45 % of RH and photoperiod 14:10). The fungi *Glomerella sp.* (teleomorph), *Colletotrichum sp.* (anamorph) and *Colletotrichum* of the dematium group were identified on stems. Furthermore, three insect orders were found in vegetative and reproductive structures: Coleoptera, identifying 8 genera and 12 species; 6 genera and 9 species of Hemiptera and 3 genera and one species of Lepidoptera. Based on incidence and damage severity *Metamasius spinolae* Gyllenhal, *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar, *Narnia femorata* and *Euphoria leucographa* must be considered as primary pests of pitahaya. *M. spinolae* larvae caused damage on the stems by making galleries, while adults fed on young stems, bracts and flower tepals. On the average egg viability was 93 %. The biological cycle duration for manipulated larvae was 99.8 ± 13.3 and for non manipulated larvae 143.6 ± 36.6 . The average time period for female oviposition was 354.9 ± 88.3 d with 180.9 ± 86.3 eggs/female. Larvae of *O. fuscomaculella clarefacta* caused damage on floral buds, flowers and fruits; in the latter case making galleries and causing tissue oxidation and degradation. In 2007 the average infestation of fruits was 70 % and in 2008 was 67.4 %, when fruiting was maximum.

Key words: Pitahaya, pests, insects, fungus.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR, por haberme permitido alcanzar una meta más en mi formación académica y humana.

Al COLEGIO DE POSTGRADUADOS (CP), por brindarme la oportunidad de alcanzar una meta más en mi formación académica.

Al Programa de Fitosanidad-Fitopatología, por los conocimientos adquiridos en esta disciplina complementaria en mi carrera profesional.

Al Pueblo de México que a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), financió mis estudios de doctorado.

A los Dres. Manuel Lívera Muñoz y Aurelio Pedroza Sandoval por la acertada dirección de esta investigación, por su valiosa amistad y apoyo brindados durante mis estudios y en el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Esteban Rodríguez Leyva por las excelentes y acertadas sugerencias en la revisión y enriquecimiento del presente estudio, por su amistad y apoyo brindados en todo momento.

Al Dr. Cristian Nava Díaz por la revisión y acertadas sugerencias del presente estudio y sobre todo por el apoyo y amistad brindados.

Al Dr. Néstor Bautista Martínez, por la revisión y acertadas sugerencias en la revisión y enriquecimiento del presente estudio.

Al M.C. Jorge M. Valdéz Carrasco, por el valioso apoyo y amistad brindados en todo momento.

A los profesores que contribuyeron en el enriquecimiento de mi formación profesional en esta etapa de mi formación académica.

Al Sr. Tomas Navarrete Rendón, por el apoyo brindado en campo para la realización de este estudio, sin el cual no hubiese sido posible su conclusión.

A todas aquellas personas, que al no ser nombradas en los agradecimientos no son menos importantes; y que de alguna manera contribuyeron al desarrollo del presente trabajo.

SINCERAMENTE:

JUAN JOSÉ RAMÍREZ DELGADILLO

DEDICATORIA

A mi esposa Maribel:

Por ser mi compañera, mi cómplice, por brindarme apoyo en esta etapa de mi vida; pero sobre todo, por todo el amor, comprensión y sacrificio compartiendo logros y fracasos, alegrías, sin sabores y momentos difíciles, pero que lo importante es aprender a superarlos. Con todo mi amor.

A mi hija Danae:

Por los gratos momentos de felicidad que me brinda día con día, por su cariño y amor; porque es mi fuente de inspiración e impulso para seguir adelante y porque a través de sus sonrisas la carga de la vida es más fácil día con día. Con todo mi amor.

A mi madre:

Lucila Delgadillo Contreras. Por darme la vida, amor y cariño. Por su enorme esfuerzo y apoyo incondicional brindado. Por sus consejos y por guiarme por el buen camino de la vida; que me ha permitido lograr esta meta que también es suya. GRACIAS.

A mis hermanos:

Ángel, Mario, Julio A. y M^a Gabriela. Por la unión que ha existido entre nosotros desde siempre; por estar juntos en los momentos difíciles que nos ha tocado vivir; pero sobre todo espero que este logro sea una motivación para su superación. Por siempre agradecido.

A la memoria de mi gente:

De quienes tengo agradables recuerdos en ciertas etapas de mi vida.

A los campesinos de México:

Personas sencillas, honestas, trabajadoras y de espíritu inquebrantable que día con día trabajan para forjar un país mejor; ante una falta de conciencia social y una economía cambiante.

CON ADMIRACIÓN Y CARÍÑO

JUAN JOSÉ RAMÍREZ DELGADILLO

**“LA INTELIGENCIA CONSISTE NO SÓLO EN EL CONOCIMIENTO,
SINO TAMBIÉN EN LA DESTREZA
DE APLICAR LOS CONOCIMIENTOS EN LA PRÁCTICA”
ARISTÓTELES**

**“CREO QUE SOÑAR, ES LO ÚNICO QUE UNO
NO PUEDE PERMITIRSE DEJAR DE HACER”**

**“I BELIEVE THAT DREAMING IS THE ONE THING
WE MUST NOT FAIL TO DO”
F. FLORES**

**“DEJA VOLAR TU IMAGINACIÓN, PERO NUNCA DEJES DE SOÑAR.....
Y SI TE ATREVES A CREEER EN TUS SUEÑOS,
LOS PUEDES CONVERTIR EN REALIDAD”**

**“LOS PROBLEMAS SIGNIFICATIVOS QUE ENFRENTAMOS,
NO PUEDEN SER SOLUCIONADOS EN EL MISMO NIVEL DE PENSAMIENTO
EN EL QUE ESTÁBAMOS QUE CUANDO LOS CREAMOS”
A. EINSTEIN**

**“NUNCA CONSIDERES AL ESTUDIO COMO UNA OBLIGACIÓN,
SINO COMO UNA OPORTUNIDAD PARA ENTRAR
EN EL BELLO Y MARAVILLOSO MUNDO DEL SABER”
A. EINSTEIN**

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
OBJETIVO GENERAL.....	5
OBJETIVOS PARTICULARES.....	5
HIPÓTESIS.....	6
LITERATURA CITADA	7
CAPITULO I. HONGOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA <i>Hylocereus</i> spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS	
RESUMEN.....	13
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2 MATERIALES Y METODOS.....	15
1.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
1.4 CONCLUSIONES.....	29
1.5 LITERATURA CITADA	29
CAPITULO II. INSECTOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA <i>Hylocereus</i> spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS	
RESUMEN.....	36
2.1 INTRODUCCIÓN.....	37
2.2 MATERIALES Y METODOS.....	38
2.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
2. 4 CONCLUSIONES.....	59
2.5 LITERATURA CITADA	59
CAPITULO III. BIOLOGÍA Y DAÑO DE <i>Metamasius spinolae</i> GYLLENHAL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN <i>Hylocereus</i> spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS	
RESUMEN.....	66
3.1 INTRODUCCIÓN.....	67
3.2 MATERIALES Y METODOS.....	68
3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72
3.4 CONCLUSIONES.....	82
3.5 LITERATURA CITADA.....	82

**CAPITULO IV. *Ozamia fuscomaculella clarefacta*
(LEPIDOPTERA: PHYCITIDAE) COMO PLAGA DE *Hylocereus*
spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN,
MORELOS, MÉXICO**

RESUMEN.....	87
4.1 INTRODUCCIÓN.....	88
4.2 MATERIALES Y METODOS.....	89
4.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	92
4.4 CONCLUSIONES.....	102
4.5 LITERATURA CITADA.....	103
CONCLUSIONES GENERALES.....	107
RECOMENDACIONES GENERALES.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
CAPITULO I. HONGOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA <i>Hylocereus</i> spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS	
Figura 1. 1. Hongos asociados a <i>Hylocereus</i> spp.: <i>Glomerella</i> sp. aislada de tallo con acérvulos y formación de anillos concéntricos (A); crecimiento micelial rosado o salmón a las 96 h (B) y ascas con ascoporas hialinas, unicelulares y alantoides (C).	22
Figura 1. 2. Crecimiento micelial promedio de cuatro cepas de hongos asociados a <i>Hylocereus</i> spp. en Tepoztlán, Morelos.	23
Figura 1. 3. Hongos asociados a <i>Hylocereus</i> spp.: <i>Colletotrichum</i> sp. aislado de tallo con acérvulos y formación de anillos concéntricos (A); crecimiento micelial blanco a las 96 h (B) y acérvulo con conidias simples (C).	23
Figura 1. 4. Hongos asociados a <i>Hylocereus</i> spp.: <i>Colletotrichum</i> del grupo dematianum aislado de tallo con acérvulos y formación de anillos concéntricos (A); crecimiento micelial amarillo a las 72 h (B) y conidias falcados o fusiformes (C).	24
Figura 1. 5. Hongos asociados a <i>Hylocereus</i> spp.: “ojo de pescado” aislado de manchas café-rojizas en tallo (A) y crecimiento micelial gris-oscuro a las 96 h (B).	26
CAPITULO II. INSECTOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA <i>Hylocereus</i> spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS	
Figura 2. 1. Planta de <i>Hylocereus undatus</i> (A). Insectos del orden Coleóptera: (Curculionidae): Larvas (B), (C) y (D), capullo (E) y adultos (F), (G) y (H) de <i>Metamasius spinolae</i> alimentándose y dañando estructuras vegetativas y reproductoras de la pitahaya.	44
Figura 2. 2. Planta de <i>Hylocereus undatus</i> . (A). Insectos del orden Coleóptera (Scarabaeidae): Adultos de <i>Euphoria iridescens</i> (B), <i>E. leucographa</i> (C) y (D), <i>Cotinis mutabilis</i> (E), <i>C. pauperula</i> y <i>E. leucographa</i> (F), <i>C. mutabilis</i> (G) y <i>Hologymnetis cinerea</i> (H) alimentándose y dañando estructuras vegetativas y reproductoras de la pitahaya.	46

Figura 2. 3. Planta de *Hylocereus undatus*. (A). Insectos del orden Coleóptera: (Cerambycidae y Lcidae): Adultos de *Trachyderes dendrobias mandibulares* (B) y (C), *Lissonotus flavocinctus* (D) y (E), *Placosternus erythropus* (F) y (G) y del género *Calopteron* sp. (H) alimentándose de la savia de tallos maduros e inmaduros derivada de heridas por daño mecánico o de otros insectos. 49

Figura 2. 4. Planta de *Hylocereus undatus* subsp. *luteocarpus* Cáliz de Dios (A). Insectos del orden Hemiptera (Coreidae): Ninfa(s) y adulto(s) de *Narnia femorata* (B) y (C), *Leptoglossus zonatus* (D), *Acanthocephala femorata* (E), *Chelinidie tabulata* (F) y ninfa(s) y adulto(s) de *L. lineosus* (G), (H) alimentándose de la savia de las estructuras vegetativas y reproductoras de la pitahaya. 55

Figura 2. 5. Planta de *Hylocereus ocamponis* (A). Insectos del orden Lepidoptera (Phycitidae, Tortricidae y Gelechiidae): Larva y daño de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* (B), (C), (D), (E) y (F) dañando estructuras vegetativas y reproductoras. Larvas de *Platynota* sp. (G) y *Metapleura* sp. (H) dañando estructuras vegetativas. 57

CAPITULO III. BIOLOGÍA Y DAÑO DE *Metamasius spinolae* GYLLENHAL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS

Figura 3. 1. Metodología. Adultos confinados en contenedores y alimentados con tallos de *Hylocereus* spp. (A) y (B), pupas en cámara de cría (C) y extracción de huevos (D) de *Metamasius spinolae*. 70

Figura 3. 2. Metodología. Huevos en cámara húmeda (A), huevos maduros (B), larvas recién emergidas (L₁) y colocada en tallos de *Hylocereus* spp. (C) y (D) de *Metamasius spinolae*, respectivamente. 71

Figura 3. 3. Daño causado por *Metamasius spinolae* sobre *Hylocereus* spp. en: tallo maduro y larva de primer instar (A), larva en cilindro vascular y galería (B), botón floral (C) y tallo inmaduro (D). 73

CAPITULO IV. *Ozamia fuscomaculella clarefacta* (LEPIDOPTERA: PHYCITIDAE) COMO PLAGA DE *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS, MÉXICO

Figura 4. 1. Planta de *Hylocereus undatus* de pulpa blanca, rosa y roja (A). Daño causado por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en: tallo inmaduro (B), botón floral (C) y flor (D). Galería y orificio de entrada en fruto (E), larva (F), pupa (G) y adulto (H). 94

Figura 4. 2. Planta de *Hyloceresus undatus* subsp. *luteocarpus* de pulpa blanca (**A**). Daño causado por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en: flores (**B**), frutos de cáscara amarilla (**C**). Orificio de entrada (**D**), larva y galería en fruto (**E**), larva y galería en cáscara (**F**). 96

Figura 4. 3. Planta de *Hylocereus ocamponis* de pulpa roja (**A**). Daño causado por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en: tallo en desarrollo o tierno (**B**), botones florales (**C**), flor (**D**) y fruto inmaduro (**F**). Orificio de entrada y excremento de larva (**E**). 96

ÍNDICE DE CUADROS

Página

CAPITULO I. HONGOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS

Cuadro 1. 1. Crecimiento de colonias de hongos asociados a la pitahaya. 20

Cuadro 1. 2. Crecimiento de colonias del ojo de pescado (*Fusicoccum* sp.) asociadas a la pitahaya. 25

CAPITULO II. INSECTOS ASOCIADOS A PITAHAYA *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS

Cuadro 2. 1. Fluctuación poblacional de *Metamasius spinolae* asociada a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008. 43

Cuadro 2. 2. Fluctuación poblacional de especies de Scarabaeidae asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008. 45

Cuadro 2. 3. Fluctuación poblacional de especies de Cerambycidae asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008. 48

Cuadro 2. 4. Fluctuación poblacional del género *Calopteron* sp. asociado a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008. 50

Cuadro 2. 5. Fluctuación poblacional de especies de Coreidae asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008. 52

Cuadro 2. 6. Fluctuación poblacional de larvas del orden Lepidoptera asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008. 56

CAPITULO III. BIOLOGÍA Y DAÑO DE *Metamasius spinolae* GYLLENHAL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS

Cuadro 3. 1. Ciclo biológico de *Metamasius spinolae* en *Hylocereus* spp. en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y 14:10 (luz: oscuridad)). 74

Cuadro 3. 2. Número de capsulas cefálicas de <i>Metamasius spinolae</i> en <i>Hylocereus</i> spp. en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y 14:10 (luz: oscuridad)).	75
Cuadro 3. 3. Fecundidad y longevidad promedio de hembras de <i>Metamasius spinolae</i> en <i>Hylocereus</i> spp. en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y 14:10 (luz: oscuridad)).	78
 CAPITULO IV. <i>Ozamia fuscomaculella clarefacta</i> (LEPIDOPTERA: PHYCITIDAE) COMO PLAGA DE <i>Hylocereus</i> spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS, MÉXICO	
Cuadro 4. 1. Porcentaje de frutos de <i>Hylocereus</i> spp. dañados por <i>Ozamia fuscomaculella clarefacta</i> en Tepoztlán, Morelos.	98
Cuadro 4. 2. Evaluación de seis variables por fecha de muestreo para <i>O. fuscomaculella clarefacta</i> en <i>Hylocereus</i> spp. en Tepoztlán, Morelos, 2008.	101
Cuadro 4. 3. Evaluación de seis variables por genotipo para <i>O. fuscomaculella clarefacta</i> en <i>Hylocereus</i> spp. en Tepoztlán, Morelos, 2008.	102

INTRODUCCIÓN GENERAL

Las cactáceas son originarias del continente americano, y en la actualidad están ampliamente distribuidas en el mismo y en el mundo. México es un centro importante de establecimiento y diferenciación para esta familia de plantas, encontrándose una gran diversidad que comprende 669 especies y 244 subespecies en 63 géneros y un alto grado de endemismos en 518 especies y 206 subespecies en 25 géneros con variedad de formas y adaptaciones, acordes con la gran diversidad climática del país (Bravo, 1978; Guzmán *et al.*, 2007).

La pitahaya es nativa de América y pertenece a la familia de las cactáceas, es una planta trepadora que ha sido aprovechada milenariamente por diversas culturas americanas (Rodríguez, 2000 y 2003). El fruto de la pitahaya actualmente comenzó a tener importancia comercial, y ha adquirido una creciente demanda en el mercado nacional e internacional por ser considerado un fruto exótico (Ortiz, 2000; Rodríguez, 2000 y 2002; Castillo *et al.*, 2003 y 2005; Cáliz de Dios, 2005). Este se consume principalmente en fresco, pero puede ser industrializado en jugos, jarabes, mermeladas y jaleas debido a su alto valor nutricional (rico en calcio, fósforo, potasio, vitamina A y C), que es comparable con el de la manzana, naranja y piña (Rodríguez, 1996; Rodríguez, 2003; Moctezuma, 2000).

Dos son los géneros de pitahaya que se cultivan comercialmente: *Selenicereus* e *Hylocereus*, el primero de frutos amarillos que se cultivan en Colombia, Ecuador e Israel; el segundo de frutos rojos, amarillos o blancos que se cultiva en Nicaragua, Guatemala, Vietnam, Taiwán, Tailandia, Camboya, Filipinas, México, Israel y El Salvador (Moctezuma, 2000; Rodríguez, 2002). En el año 2002, sin tomar en cuenta las pequeñas y aisladas superficies cultivadas en huertos familiares, en el mundo se estimaron 1,146 hectáreas de plantaciones comerciales de pitahaya, en una gran

variedad de sistemas de producción que comprenden plantaciones tradicionales, semitecnificadas y tecnificadas (Rodríguez, 2002); dicha superficie y producción se distribuyó de la siguiente manera: Nicaragua 560 hectáreas, con una producción de 5600 toneladas, Colombia 250 ha y producción de 2500 t, México 265 ha y una producción de 1450 t, Guatemala 50 ha y una producción de 500 t e Israel 20 ha y una producción de 200 t; estos países hacen un rendimiento promedio aproximado de $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Moctezuma, 2000). Los principales países importadores son: Alemania, Suiza, Malasia, Estados Unidos, Argentina, Checoslovaquia, Canadá, Bélgica, Italia, Inglaterra, Líbano, Japón y Eslovaquia, sin olvidar que los países productores, también son consumidores como Colombia, Nicaragua, El Salvador, Vietnam, Israel, Brasil, Costa Rica, entre otros (Moctezuma, 2000).

En México se produce en mayor proporción a nivel de huertos familiares, en donde existen especies silvestres en los estados de Campeche, Chiapas, Colima, Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán. Pero desde hace dos décadas se ha constituido como un cultivo comercial en México (Reyes, 1995; Rodríguez, 2003). Por lo que en el año 2009 la principal superficie sembrada y volumen de producción de pitahaya se encontró en Yucatán (328.8 ha y 1,317.3 t), Quintana Roo (143.0 ha y 116.9 t), Puebla (15.5 ha y 53.0 t), Guerrero (9.0 ha y 5.3 t), Jalisco (7.5 ha y 0.0 t) y Sinaloa (0.5 ha y 0.0 t); que suman una superficie total sembrada de 504.3 hectáreas y una producción de 1,492.5 t; con un rendimiento promedio de $3.0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ y un valor total de producción de \$ 11, 830, 000.9 de manera nacional (SIAP-SAGARPA, 2009). Destacan tres tipos de pitahayas: pitahaya roja de pulpa blanca, pitahaya roja de pulpa roja, pitahaya blanca (Moctezuma, 2000; Rodríguez, 2002). La producción se

comercializa principalmente en los mercados regionales de los estados productores y también se coloca con éxito en el mercado internacional (Puebla, es el único estado que exporta su producción de pitahaya) de frutas exóticas (Rodríguez, 2003). A pesar de que el cultivo de pitahaya tiene características para su aprovechamiento, este enfrenta algunos aspectos que constituyen un problema para su adecuada producción como el genotipo (los frutos silvestres son desabridos), deficiente nutrición, falta de polinización (Castillo *et al.*, 2003), autoincompatibilidad genética (Weiss y Mizrahi, 1994; Ramírez, 1999; Lichtenzveig *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2003 y 2005; Livera *et al.*, 2010), bajo porcentaje de amarre de frutos (50%) (Centurión *et al.*, 2008), plagas y enfermedades (Ortiz y Livera, 2000; Rodríguez, 2000; Aguirre, 2002, Valencia *et al.*, 2005; Livera *et al.*, 2010), deficiente manejo poscosecha y mercado nacional, entre otros (Livera *et al.*, 2010). Varios autores indican que estas últimas se convierten en problema fitosanitario porque cuando las plantas silvestres se ponen bajo cultivo los patógenos se ven favorecidos por las condiciones del agroecosistema (Odum, 1975; Arana, 1982; Toledo e Infante, 2008). Es decir, las plantas silvestres se encuentran en condiciones ambientales diferentes a las de un agroecosistema sometidas a la competencia y lucha por la existencia; como todos los seres vivos en la naturaleza (Odum, 1975); las que subsisten, se adaptan a su medio a través de una larga evolución; sin embargo, las plantas cultivadas escapan de la competencia de otros vegetales ya que los cuidados del agricultor están encaminados a darles las mejores condiciones de crecimiento (Altieri y Letourneau, 1982; Altieri, 1987 y 1994). Además, las plantas al ser mejoradas (por rendimiento y calidad de cosecha), con frecuencia tienen menor resistencia a las circunstancias adversas y a la incidencia de plagas y enfermedades, originando problemas fitosanitarios, debido a efectos del clima, a la

naturaleza del suelo y a perturbaciones causadas por las diversas actividades humanas (Altieri y Letourneau, 1982; Altieri, 1987 y 1994).

El conocimiento de plagas y enfermedades en el cultivo de la pitahaya es escaso, pero se han reportado al menos 12 insectos asociados y cuando menos de tres a nueve enfermedades. Los insectos-plaga más importantes son unos lepidópteros barrenadores de fruto y tallo, ambos, de la familia Pyralidae (Lepidoptera: Pyralidae) (Méndez, 1999; Rodríguez, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005; Ramírez, 2007) o barrenadores de tallo del orden Coleóptera (Curculionidae) (Trucios, 2005; Ramírez, 2007); desafortunadamente en México no se ha detallado su daño ni reportado su identidad taxonómica. Otros insectos asociados son chinches (Hemiptera: Coreidae), hormigas arrieras (Hymenoptera: Formicidae), escamas (Homoptera: Diaspididae), escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) y moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) (Rodríguez *et al.*, 1993; Castillo *et al.*, 1996; Rodríguez, 1997 y 2000; Méndez, 1999; Ortiz y Livera, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005). Zimmermann y Granata (2002), mencionan que se conocen pocas plagas en *Cereus*, *Hylocereus*, *Selenicereus* y *Stenocereus* cultivados comercialmente.

En cuanto a las enfermedades más comunes en el cultivo de pitahaya, se ha reportado con mayor frecuencia a la pudrición acuosa del tallo o bacteriosis causada por *Erwinia carotovora* (Chí, 1998; MAG, 1994; Góngora, 1994; Texco, 2001), el ojo de pescado causado por *Dothiorella* sp. (Góngora, 1994; Ortiz, 2000; Valencia *et al.*, 2005) y la antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides* (Penz.) Penz. y Sacc.), con síntomas principalmente en frutos y de otras en tallos. Otros hongos reportados en la pitahaya son: *Curvularia* sp., *Phoma* sp., *Cladosporium* sp., *Volutella* sp., *Helminthosporium* sp. y *Corynespora* sp. (Góngora, 1994; INRA, 1994). En México, el ojo de pescado coexiste en donde se produce este cultivo, por lo que se

encuentra distribuido en zonas del centro, sur y norte de país; se presenta principalmente cuando la humedad del suelo y del ambiente es muy alta. En época lluviosa muchas lesiones de ojo de pescado se encuentran asociadas con la bacteriosis (Castillo *et al.*, 1996). Se ha considerado que el viento es la principal fuente de dispersión de los conidios; otros factores que ayudan, en menor grado, a la diseminación del inóculo son la lluvia y los insectos (Góngora, 1994; Chi, 1998; Anónimo, 1999).

Existe poca información acerca del patosistema pitahaya en México; tanto en los aspectos de caracterización, como en las técnicas de manejo del cultivo las cuales podrían servir para mejorar las prácticas de manejo y, por ende, obtener mejores rendimientos y calidad de fruta. Por la importancia del daño que causan las plagas, tanto insectos como enfermedades, en el cultivo de pitahaya y por la escasa información que de estas existe en las especies *H. undatus* (subsp. *luteocarpus*), *H. pupussi* y *H. ocamponis*, se realizó el presente estudio, con los objetivos siguientes:

General:

Realizar un estudio fitosanitario de las principales plagas, insectos y enfermedades, del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) en Tepoztlán, Morelos.

Particulares:

Identificar los hongos asociados al cultivo de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) en Tepoztlán, Morelos.

Identificar los insectos asociados al cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.) en Tepoztlán, Morelos, y determinar los que se deben considerar plagas.

Determinar la biología y caracterizar el daño de *M. spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) especie que barren órganos vegetativos de la pitahaya en Tepoztlán, Morelos.

Determinar la identidad taxonómica del insecto-plaga que barren órganos vegetativos y reproductores de la pitahaya, y conocer su dinámica poblacional en Tepoztlán, Morelos.

Hipótesis:

Las plagas (insectos y enfermedades) afectan significativamente al cultivo de pitahaya, al dañar los órganos vegetativos y reproductores; lo que repercute en la cantidad y calidad de la producción. Un estudio fitosanitario de este cultivo contribuirá a diseñar estrategias adecuadas y oportunas de prevención y manejo.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, P. K. E. 2002. Caracterización morfológica y fitosanitaria de clones selectos de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Tesis de Maestría. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 80 p.
- Altieri, M. A. 1994. Biodiversity and Pest Mangement in Agroecosystems. Ed. Food Product Press and An imprint of The Haworth Press, Inc. New York, USA. 227 p.
- Altieri, M. A. 1987. Agroecology: The Scientific Basis of Alternative Agriculture. Ed. Westview Press and IT Publicatios. Colorado, USA. 185 p.
- Altieri, M. A. and D. K. Letourneau. 1982. Vegetation management and biological control in agroecosystems. *Crop Protection*. 1: 405-430.
- Anónimo. 1999. Manual técnico- Fitosanidad en Pitahaya. Ed. APENN, MAG-FOR y OIRSA. 118 p. En línea: <http://www.apenn.org.ni/html/pitahya.ing.html> (Revisado: 15 de enero del 2007).
- Arana, F. 1982. Ecología para principiantes. 13^{ava} impresión. Ed. Trillas. México, D. F. 138 p.
- Bravo, H. H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. 2^{da} edición. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 743 p.
- Cáliz de Dios, H. 2005. A new subspecies of *Hylocereus undatus* (Cactaceae) from southeastern Mexico. *Haseltonia* 11: 11-17.
- Castillo, M. R., H. Cáliz de Dios y A. Rodríguez C. 1996. Guía técnica para el cultivo de pitahaya. Ed. CONACYT, Universidad de Quintana Roo, INIFAP y UACH. 158 p.

- Castillo, M. R., M. Livera M., A. E. Brechú F. y J. Márquez G. 2003. Compatibilidad sexual entre dos tipos de *Hylocereus* (Cactaceae). *Rev. Biol. Trop.* 51: 699-705.
- Castillo, M. R., M. Livera M. y G. J. Márquez G. 2005. Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). *Agrociencia* 39: 183-194.
- Centurión, Y. A. R., S. Solís P., C. Saucedo V., R. Báez S. y E. Sauri D. 2008. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 31: 1-5.
- Chi, M. F. 1998. Etiología y manejo integral de la bacteriosis (*Erwinia carotovora* Smith) en pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose). Instituto Tecnológico Agropecuario. No. 2. Conkal, Yucatán. 61 p.
- Góngora, G. J. 1994. Manejo fitosanitario de la pitahaya. Enfermedades. *En: Memorias del primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya.* San Marcos Carazo, Nicaragua. pp: 99-104.
- Guzmán U., S. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Ed. UNAM- CONABIO. México, D. F. 315 p.
- INRA. 1994. Guía tecnológica para la producción de pitahaya. San Marcos Carazo, Nicaragua.
- Lichtenzveig, J., S. Abbo, A. Nerd, N. Tel-zur and Y. Mizrahi. 2000. Cytology and mating systems in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. *Am. J. Bot.* 87: 1058-1065.
- Livera-Muñoz, M., Y. D. Ortiz-Hernández, R. Castillo-Martínez, F. Castillo-González, R. Martínez-Chávez, J. J. Ramírez-Delgadillo, A. J. Valencia-Botín y J. A. Carrillo-Salazar. 2010. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): problemas, logros y

- perspectivas. En: Cruz-Izquierdo S, A. Muratalla L. y A. T. Kato Y. (comps.). La investigación al servicio del campo mexicano. Ed. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética. Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México pp: 69-71.
- MAG. 1994. Catalogo de plagas (bacterias, hongos, nematodos e insectos) de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) en Nicaragua 1993-94. Nicaragua, Nicaragua. 104 p.
- Méndez, A. W. 1999. Identificación y fluctuación poblacional de los principales insectos plaga del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en plantaciones comerciales en Yucatán. Tesis de Licenciatura. Zonas Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 89 p.
- Moctezuma, A. L. 2000. El mercado de la pitahaya. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 72 p.
- Odum, E. P. 1975. Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. 5^{ta} impresión. Ed. Continental. México, D. F. 295 p.
- Ortiz, H. Y. D. y M. Livera M. 2000. Manual para la propagación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) Ed. CP-IPN-CONACYT-SEMARNAP. México, D. F. 36 p.
- Ortiz, H. Y. D. 2000. Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.). Ed. IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN. Oaxaca, México. 124 p.
- Ramírez, M. F. de J. 1999. Caracterización y compatibilidad en pitahaya *Hylocereus* sp. Tesis de Maestría en Horticultura. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 108 p.

- Ramírez, M. F. de J. 2007. Manual para la producción y paquete tecnológico de pitahaya en el estado de Puebla. Ed. Secretaría de Desarrollo Rural del Edo. de Puebla. Puebla. 32 p. En línea: <http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/450148.235.138.1330-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20DE%20PITAHAYA.pdf> (Revisado: 15 Junio del 2008).
- Reyes, R. N. 1995. El Cultivo de la pitahaya y sus posibilidades de desarrollo en México. Folleto Técnico. 91 p.
- Rodríguez, C. A., J. C. García A., MA. G. González S., C. Jiménez R., M. C. Moreno G., L. J. Pallares H., V. Ramírez L., L. Rosas M., R. Rueda R., E. Trejo T., S. Velazco G. y E. Zárate E. 1993. El cultivo de la pitahaya en Yucatán. Ed. CRUPY-UACH y Gobierno de estado de Yucatán. Yucatán, México. 53 p.
- Rodríguez, C. A. 1997. Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros. Estado mundial de su cultivo y comercialización. Ed. FONAES y CRUPY-UACH. Yucatán, México. 70 p.
- Rodríguez, C. A. 2000. Pitahayas. Estado mundial de su cultivo y comercialización. Ed. Fundación Yucatán Produce, A.C. y Centro Regional Universitario Península de Yucatán CRUPY-UACH. Yucatán, México. 153 p.
- Rodríguez, C. A. 2002. Pitahaya (*Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*). Producción y comercialización en el mundo y en México. En: Flores, V. C. (ed.). Pitayas y Pitahayas, producción, poscosecha, industrialización y comercialización. Ed. CIESTAAM-UACH. Chapingo, Edo. de México. pp: 63-95.
- Rodríguez, C. A. 2003. Pitahaya (*Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*). Producción, Comercialización en el mundo y México. En: Flores, V. C. (ed.).

- Pitayas y pitahayas, producción, poscosecha, industrialización y comercialización. Programa NOPAL/CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. 164 p.
- Trucios, C. H. 2005. Identificación de plagas de la pitahaya *Hylocereus undatus* Howarth en el valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 62 p.
- SIAP-SAGARPA. 2009. Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera). SAGARPA. Agricultura [En línea]. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com/cgi-bin/jump/jump.cgi?www.siea.sagarpa.gob.mx/> (Revisado: 23 noviembre del 2010).
- Texco, G. A. 2001. Control de la pudrición bacteriana de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Haworth) en plantaciones comerciales en Papantla, Veracruz. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 91 p.
- Toledo, A. J y F. Infante M. 2008. Manejo integrado de plagas. Ed. Trillas. México, D. F. 327 p.
- Valencia B. A. J., M. Livera M. y J. S. Sandoval I. 2005. Caracterización de una cepa de *Fusicoccum* sp. anamorfo de *Botryosphaeria dothidea* Moug.:Fr (Ces and De Not.) aislada de pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] cactaceae. Revista Mexicana de Fitopatología. 23: 157-161.
- Weiss J., A. Nerd and Y. Mizrahi. 1994. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. Hort. Sci. 29:1487-1492.

Zimmermann, H. G. and G. Granata. 2002. Insects pests and diseases. *In: P S Nobel (ed.) Cacti: Biology and Uses. Ed. University California Press. California, USA. pp: 235-254.*

CAPITULO I.

HONGOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS

RESUMEN

En una huerta experimental de pitahaya en Tepoztlán, Morelos, durante el 2007 y 2008 se encontraron plantas de *H. undatus* (subsp. *luteocarpus*), *H. purpussi* y *H. ocamponis* con síntomas y signos de patógenos. El objetivo de esta investigación fue identificar a los hongos asociados al cultivo. Mediante muestreo sistemático en campo se evaluó la incidencia (IN) y severidad (SEV) de las plantas afectadas. Además, se recolectaron tallos con síntomas de “ojo de pescado” (DOP) y posible “*Colletotrichum*” (PDCO), se llevaron a laboratorio y se conservaron a temperatura ambiente. Trozos de tejido sintomático se desinfectaron, lavaron con agua estéril, secaron y sembraron en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA, Bioxon®) incubándose con luz blanca. A las colonias purificadas se les midió: tiempo de aparición (h), color de micelio, densidad micelial, borde, velocidad y uniformidad de crecimiento y crecimiento radial (h) de las cepas. De ellas se identificó a los géneros *Glomerella* sp. (teleomorfo), *Colletotrichum* sp. (anamorfo) y a *Colletotrichum* del grupo dematium, respectivamente como hongos asociados. En el caso de “ojo de pescado” no se identificó al agente causal debido a que no se encontraron las estructuras reproductivas.

Palabras clave: *Hylocereus undatus*, *H. purpussi*, *H. ocamponis*, *Glomerella* sp., *Colletotrichum* sp.

1. 1 INTRODUCCIÓN

Las especies de la familia cactáceas se distribuyen en cerca del 30 % de la superficie mundial (Kigel, 1995) y son aproximadamente 2,000. Con excepción de *Rhipsalis baccifera* son nativas de América (Barthlot y Hunt, 1993). En México, estos recursos genéticos son subutilizados y se deterioran rápidamente, inclusive algunas especies están en peligro de extinción debido al acelerado deterioro de su ambiente (Bravo, 1997) y al saqueo por nacionales y extranjeros.

Dentro de las cactáceas existen especies que producen frutos comestibles (Liou *et al.*, 2004) y pocas son las que se aprovechan como: nopal tunero (*Opuntia ficus-indica*), pitayo (*Stenocereus* spp. y *Selenicereus* spp.), garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*), y en pequeña escala la pitahaya (*Hylocereus* spp.). Esta última produce uno de los frutos más atractivos que existen, con cáscara color rosa púrpura o vino y brácteas verdes, con gran potencial para extender su cultivo. En el país se distribuye de manera natural en diversos ecosistemas tanto áridos, semiáridos, selva baja caducifolia y selva alta perennifolia (Rzedowski, 1988; Gómez-Pompa, 1996) y como cultivo en agroecosistemas de zonas semiáridas y sistemas agroforestales.

La pitahaya, como cualquier otro cultivo, es afectado por diversas enfermedades; en algunos países de Centro y Sudamérica se han reportado los hongos *Curvularia* sp., *Phoma* sp., *Cladosporium* sp., *Volutella* sp., *Helminthosporium* sp., *Corynespora* sp., *Gloeosporium agaves*, *Marssonina agaves*; las bacterias *Xanthomonas* sp. y *Erwinia* sp. y el virus *Cactus virus X* (Góngora, 1994; INRA, 1994; Liou *et al.*, 2004; Le Bellec *et al.*, 2006). Recientemente se ha reportado a *Bipolaris cactivora*, atacando frutos de pitahaya en postcosecha (Taba *et al.*, 2007).

En México se han reportado en pitahaya la pudrición acuosa del tallo causada por *Erwinia carotovora*, el “ojo de pescado” producido por *Dothiorella* spp. (Ortiz y Livera, 2000; Aguirre, 2000) y; la antracnosis ocasionada por *Colletotrichum gloesporioides* con síntomas en frutos y ocasionalmente en tallos (Chí, 1998; MAG, 1994). Además, se han encontrado una bacteriosis en época de lluvia y al “ojo de pescado” durante todo el año, en diferentes clones de pitahaya (Aguirre, 2000); dicho hongo fue identificado como *Fusicoccum* anamorfo de *Botryosphaeria dothidea* (Valencia-Botín *et al.*, 2004 y 2005) causando manchas o cáncer de tallo en *Hylocereus undatus* y se ha observado regularmente en clones de pitahaya en Tepoztlán, Morelos. Debido al auge de la pitahaya como cultivo, es importante continuar con los estudios fitosanitarios del patosistema, en lo relativo a taxonomía, biología, diagnóstico y medidas de control; por lo que el objetivo de esta investigación fue identificar los hongos asociados al cultivo de pitahaya en Tepoztlán, Morelos.

1. 2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en una huerta experimental ubicada en Tepoztlán, Morelos, a 18° 57' 15.5' latitud norte y 99° 03' 20.5' longitud oeste, con altitud de 1,541 m. El clima es templado con verano cálido, poca oscilación térmica y se clasifica como (A)Ca(w2)(w)(i)g (García, 1988). Los meses más calurosos son de marzo a mayo, con vientos dominantes de norte a sur. La temperatura media anual es de 28 °C, con periodo de lluvias de junio a octubre y precipitación anual de 1,384 mm (Anónimo, 1988).

Genotipos de pitahaya

La huerta experimental de pitahaya de la Orientación en Genética del Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados (CP) cuenta con una superficie aproximada de 1.8 ha, la cual fue establecida en el 2003 en un terreno pedregoso con pequeños lomeríos y pendiente menor al 5 %. En este estudio se evaluó una población de 478 plantas con espaciamiento de 5 m entre líneas y 4 m entre plantas, que comprendió a 17 genotipos de *H. undatus* (Haworth) Britton & Rose, dos de *H. undatus* subsp. *luteocarpus* Cáliz de Dios, uno de *H. purpussi* (Weing) Britton & Rose y uno de *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Britton & Rose, sobre tutores vivos de *Erythrina* sp. y/o *Spondias* sp. La evaluación del daño en los órganos vegetativos de la pitahaya se realizó mediante observación directa mensual.

Tamaño de muestra

Con el propósito de identificar el daño en campo de la(s) principal(es) enfermedad(es) se realizó un Muestreo Simple Aleatorio (MSA) de carácter exploratorio en septiembre del 2006. Para lo cual se siguió un sistema de elección aleatoria, completamente al azar sin reemplazo, en donde se tomó el 10 % de la población muestra (muestra preliminar) (Castillo, 2002); se tomó como unidad experimental una planta de pitahaya. El Muestreo Sistemático fue con Estimación de Proporciones (MS.EP) y con **pq** máxima. Para el cálculo de la muestra definitiva (muestra general) se emplearon las fórmulas siguientes:

$$pq_{\max} = \alpha^2 \dots\dots\dots ec (1)$$

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 \delta^2 n'}{Nd^2 + Z_{\alpha/2}^2 \delta^2 n'} \dots\dots\dots ec (2)$$

donde:

N: Tamaño de la población

$Z_{\alpha/2}$: Valor de Z en las tablas del mismo nombre para una confianza de $(1-\alpha)$

α : Error máximo de muestreo

$S^2_{n'}$: Varianza para la muestra preliminar o piloto; donde n' : $n' > 30$

d: Precisión específica establecida

Una vez obtenida la muestra general se procedió a obtener el intervalo espacial de muestreo entre plantas con la siguiente formula:

$$N = nk \dots\dots\dots \text{ec (3)}$$

$$k = N/n \dots\dots\dots \text{ec (4)}$$

donde:

N: Tamaño de la población

n: Muestra definitiva

k: Intervalo entre plantas

Las tablas de números aleatorios se utilizaron para aleatorizar la primera planta de pitahaya y emplear el valor de k. Las plantas seleccionadas se marcaron con listón rojo y una etiqueta de identificación que contenía los datos de genotipo y número de planta; para fines prácticos, se continuó con el valor de k en el siguiente genotipo en su parte final (en forma de caracol) y evitar pérdida de tiempo.

Evaluación de enfermedades

En los tallos de pitahaya se observaron dos síntomas y signos particulares y de forma constante que se identificaron como las principales enfermedades del cultivo en campo. La intensidad del daño de las principales enfermedades se evaluó mensualmente durante el 2007 y 2008. Las variables evaluadas fueron la incidencia (IN) y severidad (SEV), la primera referida a la proporción de plantas afectadas con respecto del total de plantas evaluadas y la segunda referida a la proporción del tejido afectado (%); mediante una escala arbitraria modificada (0= planta sana, 1≤ 1 % de daño, 2= 2 % de daño, 5= 5 % de daño; 10= 10 % de daño, 15= 15 % de

daño, 25= 25 % de daño y 50= 50 % o más de daño). Además, se evaluó la presencia/ausencia de otras enfermedades o daños (OE) atribuibles a virus (Vi), bacterias (Ba) y golpe de sol (GS).

Aislamiento e identificación de patógenos

Se recolectaron tallos enfermos con diferentes grados de avance de daño por “ojo de pescado” (DOP) y posible “*Colletotrichum*” (PDCO) y se llevaron en bolsas de papel al laboratorio de Histopatológica Vegetal del Instituto de Fitosanidad (IFIT), del Colegio de Postgraduados (CP), ahí se mantuvieron a temperatura ambiente. Por separado, de cada síntoma en tejido se cortaron trozos de parénquima medular, y de la cutícula-epidermis-colénquima, de aproximadamente 0.5 cm². Los trozos se desinfectaron con hipoclorito de sodio (NaOCl) a 1.5 % durante 1 Min, se lavaron tres veces con agua destilada estéril, se secaron con toallas de papel estériles y se sembraron en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA, Bioxon®) para ser incubados con luz blanca fluorescente continua a 22 ± 1.5 °C. Las colonias de hongos más frecuentes en la siembra se transfirieron a PDA.

De las colonias de hongos purificadas se midieron las variables: i) tiempo de aparición de la colonia (h), ii) color de micelio, iii) densidad micelial, iv) borde de la colonia, v) velocidad y uniformidad de crecimiento y vi) crecimiento radial (h). De dichas colonias se realizaron preparaciones permanentes (con glicerina deshidrata) para la observación e identificación de estructuras reproductivas y con las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998) y de Sutton (1980 y 1992) identificarlas a género.

Análisis estadístico

De los datos obtenidos de las mediciones diarias de las diferentes cepas reaisladas se calcularon promedios y desviación estándar por medio del paquete de Excel de Windows 97-2003.

1. 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tamaño de muestra

De una población total de 550 plantas de pitahaya, se tomaron 55 plantas para realizar el muestreo preliminar y de esta manera satisfacer la confiabilidad del 95 % (Castillo, 2002); se obtuvo una muestra general de 89 plantas con un valor de $k = 5$.

Genotipos de pitahaya

Los genotipos de *H. undatus*, *H. undatus* subsp. *luteocarpus*, *H. purpussi* y *H. ocamponis* presentaron daño por “ojo de pescado” (DOP) y posible “*Colletotrichum*” (PDCO) en estructuras vegetativas maduras (tallos). Los síntomas en campo por DOP fueron pequeñas manchas circulares de color café-rojizo y al avanzar en el tejido del tallo fueron coalesciendo para hacerse más grandes y con el tiempo estas manchas se pueden desprender fácilmente con una aguja de disección, observándose huecos. En lo que respecta a PDCO los síntomas fueron manchas de color blanquecino, de forma irregular y en su interior se observan pequeñas estructuras negras; se presentó en tallos maduros y muy posiblemente sobre un daño mecánico.

Caracterización cultural y morfológica de los hongos asociados a *Hylocerus* spp.

De 60 aislamientos del posible patógeno realizados en laboratorio, 42 crecieron y 18 no; de los que crecieron la cepa que predominó fue una de color blanca-rosada al inicio y que posteriormente se tornó de color salmón con 23 aislamientos, le siguió la

cepa de blanca con 17 y la menor fue con dos cepas, de color amarillo-marrón. La cepa blanca-salmón presentó un crecimiento algodonoso denso, con borde irregular, una velocidad de crecimiento media, uniforme, con pequeñas estructuras visibles y formación de anillos o círculos concéntricos bien diferenciados (Cuadro 1. 1). Esta característica radial fue reportada por Álvarez (1949) en *C. gloeosporioides* quién menciona que depende del medio de cultivo; el color de las colonias coincide con lo reportado por Villanueva (2004) donde él encontró colonias color salmón-anaranjado a gris-oscuro. El micelio es hialino y septado, con formación de peritecios globosos, pilosos y de color marrón; presenta ascas claviformes y cortas con 7 a 8 ascosporas hialinas, unicelulares y alantoides (Fig. 1. 1). El crecimiento de esta cepa ocurrió a las 24 h y el promedio diario fue de 10 mm aproximadamente, y la caja Petri se llenó totalmente de las 216 a las 240 h, más de 90 % de las cajas (Fig. 1. 2).

Cuadro 1. 1. Crecimiento de colonias de hongos asociados a la pitahaya.

Núm. de aislamiento	Tiempo (h)	Características del crecimiento micelial			
		Color	Densidad*	Borde de la colonia	Velocidad y uniformidad de crecimiento
1	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Rápido crecimiento y uniforme con el centro más blanco que la parte externa
2	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1
3	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1
4	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Crecimiento medio, uniforme y con pequeñas estructuras visibles
5	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1
6	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4
7	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1
8	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4
9	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4
10	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4
11	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1
12	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4
16	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4
21	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4

		centro rosa				
25	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
26	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
27	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
29	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
30	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
31	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
32	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
33	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
34	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
35	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
36	48	Amarillo	Poco denso	Irregular	Crecimiento lento y desuniforme	
37	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
38	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
39	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
40	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
41	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
42	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
45	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
46	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
47	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
48	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
51	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
52	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
54	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
55	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
56	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
57	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
58	24	Blanco	Poco denso	Irregular	Igual al aislamiento 1	
59	24	Blanco c/ centro rosa	Denso	Regular	Igual al aislamiento 4	
60	48	Amarillo	Poco denso	Irregular	Crecimiento lento y desuniforme	

Abreviaturas: *Denso: el micelio no deja ver el medio PDA en la caja Petri. *Poco denso: se observa el medio PDA de la caja Petri a través del micelio.

La cepa de color blanco tuvo un crecimiento algodonoso poco denso, con borde irregular, una velocidad rápida de crecimiento y uniforme con formación de anillos (Cuadro 1. 1). El micelio fue blanco con esporodoquios en medio de cultivo; y en el tejido hospedante se encontraron acérvulos, en dicha estructura se observaron

conidios simples, hialinos en forma de cacahuete (Fig. 1. 3). El crecimiento de esta cepa se dio a las 24 h y el promedio diario fue de 10 a 15 mm llenando totalmente la caja Petri a las 144-192 h en 100 % de las cajas (Fig. 1. 2). Según Denoyes y Baudry (1995) la característica de crecimiento rápido la presenta *C. gloeosporioides* en aislamientos de fresa. Además, se ha encontrado que el color de la colonia o cepa se oscurece especialmente con la edad (Bailey y Jeger, 1992).

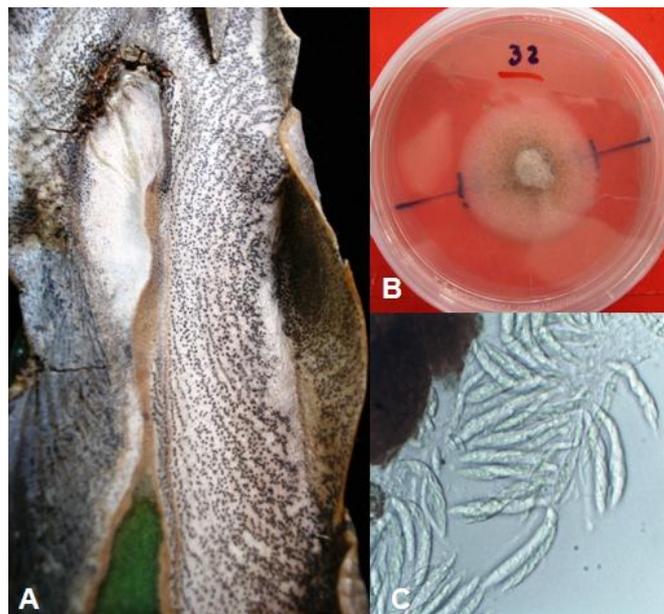


Figura 1. 1. Hongos asociados a *Hylocereus* spp.: *Glomerella* sp. aislada de tallo con acérvulos y formación de anillos concéntricos (A); crecimiento micelial rosado o salmón a las 96 h (B) y ascas con ascoporas hialinas, unicelulares y alantoides (C).

La cepa amarillo-marrón presentó un crecimiento poco denso, con borde irregular, velocidad lenta de crecimiento y desuniforme; con el tiempo el centro se tornó oscuro y formó ligeros anillos concéntricos (Cuadro 1. 1). Según Brooks (1931) los círculos concéntricos son típicos en *C. fragariae*, y Sutton (1962) menciona que este patrón en *C. dematium* se debe al arreglo de los esclerocios en el medio de cultivo. El micelio es hialino y septado, con una producción excesiva de conidios; estos son del tipo *Fusarium* (falcados) en forma de media luna o elíptica, fusiformes hialinos y con extremos agudos; existiendo la formación de estructuras con septas que producen la masa conidial (Fig. 1. 4). El crecimiento de esta cepa fue menor a 5 mm

a las 24 h y mostró un crecimiento promedio diario de 5 a 6 mm llenando totalmente la caja Petri de las 336 a las 3842 h, en más de 75 % de las cajas (Fig. 1. 2).

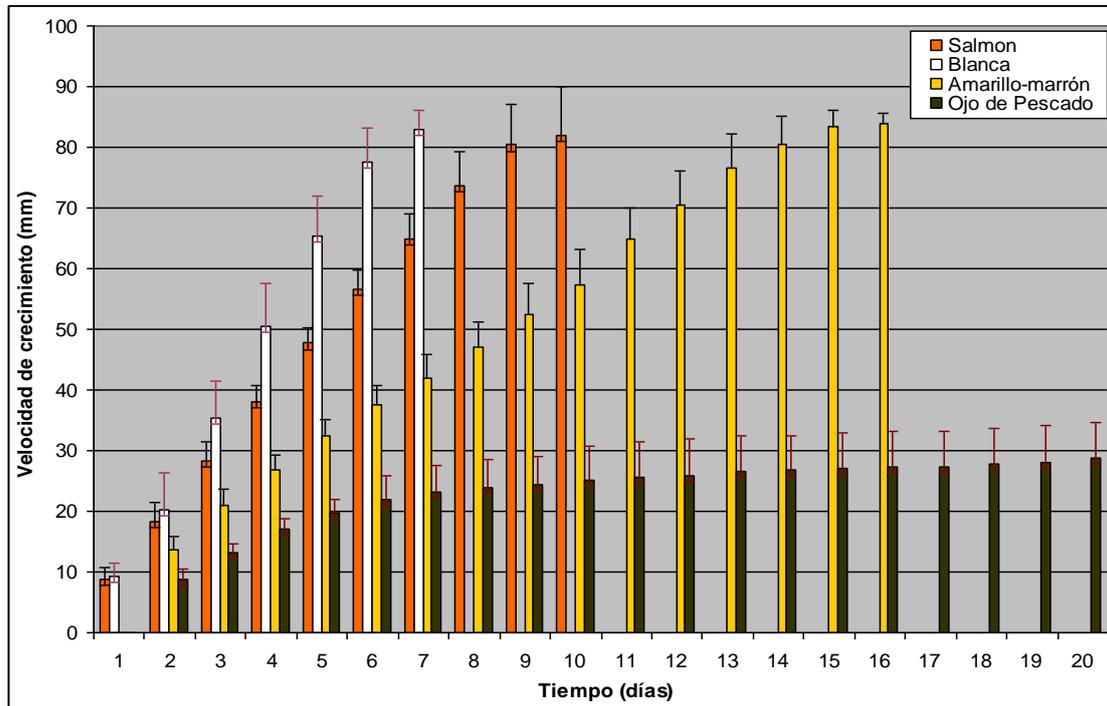


Figura 1. 2. Crecimiento micelial promedio de cuatro cepas de hongos asociados a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos.

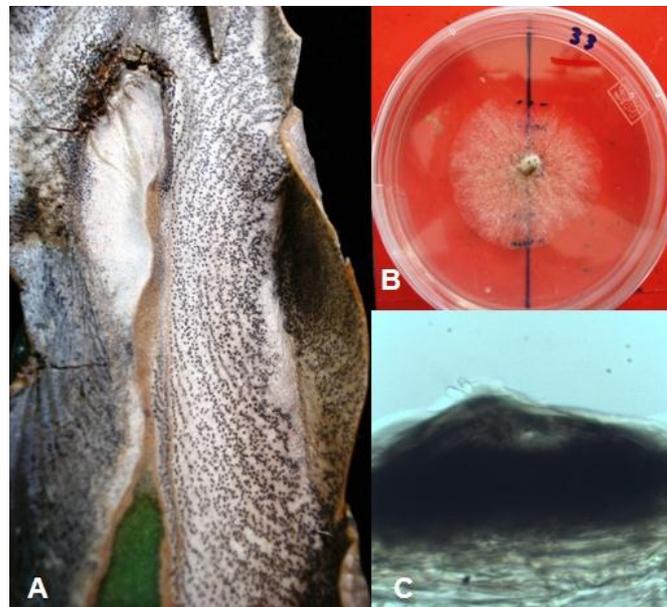


Figura 1. 3. Hongos asociados a *Hylocereus* spp.: *Colletotrichum* sp. aislado de tallo con acérvulos y formación de anillos concéntricos (A); crecimiento micelial blanco a las 96 h (B) y acérvulo con conidias simples (C).

Debido a las diferencias morfológicas observadas entre las colonias se sugiere que por lo menos una de ellas es una especie diferente a las otras; situación que indica la presencia de dos especies de *Colletotrichum* asociadas a esta enfermedad

Se identificaron dos tipos de crecimiento del hongo, crecimiento rápido y micelio gris con relieve ondulado y crecimiento lento con micelio blanco grisáceo, abundante y esponjoso; estos tipos de crecimiento coinciden con los descritos para *C. gloeosporioides* en guanábana en el Valle del Cauca, aunque en este estudio se ha mencionado otro tipo de crecimiento con esporulación rápida de color naranja, al parecer asociado a otra especie de *Colletotrichum*. Es frecuente encontrar asociación de dos especies de *Colletotrichum*, (*C. gloeosporioides* y *C. acutatum*) como es el caso de olivo (Oliveira *et al.*, 2005), en el que encontraron las dos especies (Marulanda *et al.*, 2007).

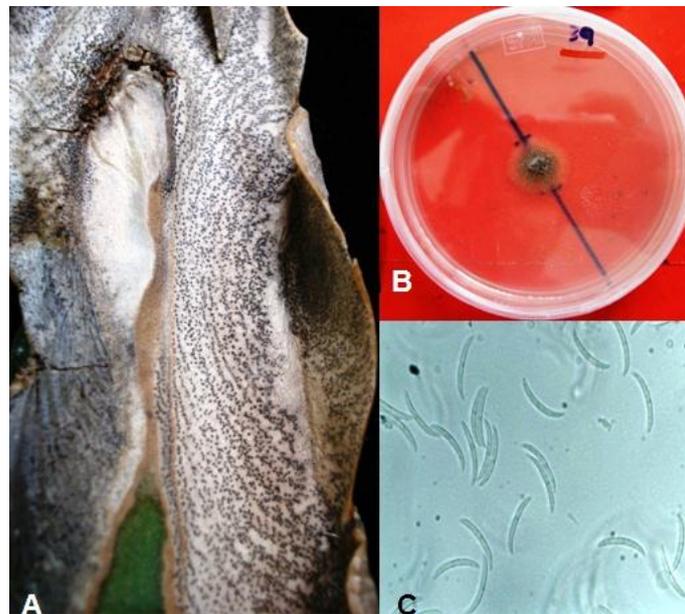


Figura 1. 4. Hongos asociados a *Hylocereus* spp.: *Colletotrichum* del grupo dematium aislado de tallo con acérvulos y formación de anillos concéntricos (A); crecimiento micelial amarillo a las 72 h (B) y conidias falcados o fusiformes (C).

De 60 aislamientos del patógeno realizados en laboratorio, solamente creció el 15 % de ellos (nueve aislamientos) y al inicio predominó una colonia blanca; ésta presentó un micelio denso, con borde irregular, una velocidad muy lenta de crecimiento y

desuniforme (Cuadro 1. 2), a través del tiempo se observó que la cepa se tornó de color gris-oscuro. Esto coincide con lo reportado con Kliejunas (1976) y Rayachhetry *et al.*, (1996) quienes mencionan que el color oscuro se debe al proceso de melanización de la hifa. El micelio es dicotómico, hialino, con septas y se encuentra en un ángulo de inserción de 45 grados, aproximadamente (Fig. 1. 5). En esta cepa no hubo crecimiento visible a las 24 h, sin embargo presentó un crecimiento promedio diario cercano a los 5 mm de las 48 a las 96 h; y a partir de ahí su crecimiento promedio diario fue menor a los 3 mm por lo que no llenó la mitad de la caja Petri y se estabilizó a partir de las 360 h alcanzando un crecimiento promedio de 30 mm a las 480 h cuando se dejó de medir la cepa (Fig. 1. 2).

Cuadro 1. 2. Crecimiento de colonias del ojo de pescado (*Fusicoccum* sp.) asociadas a la pitahaya.

Núm. de aislamiento	Tiempo (h)	Características del crecimiento micelial			
		Color	Densidad	Borde de la colonia	Velocidad y uniformidad de crecimiento
1	72	Blanco	Denso	Irregular	Crecimiento muy lento y desuniforme

Abreviaturas: *Denso: el micelio no deja ver el medio PDA en la caja Petri. *Poco denso: se observa el medio PDA de la caja Petri a través del micelio.

Identificación de patógenos asociados

Las colonias formadas se identificaron a nivel de género con las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1998) y de Sutton (1980 y 1992) mediante la identificación de estructuras producidas en medio PDA. De la cepa blanca-salmón se identificó a *Glomerella* sp. y en la cepa blanca se identificó a *Colletotrichum* sp., es decir, los aislamientos presentaron tanto la fase perfecta o teleomórfica como la imperfecta o anamórfica; ya que *Glomerella* sp. es la fase ascal de *Colletotrichum* sp.

Este último género se ha aislado de una gran variedad de ambientes y reconocido como el agente causal de la enfermedad llamada antracnosis, la cual afecta frutos, tallos y hojas en una amplia diversidad de cultivos (Jeffries *et al.*, 1990). Además,

Colletotrichum sp. es el patógeno más importante de plantas abundantemente distribuido en regiones tropicales y subtropicales. Causa enfermedades de importancia económica en cereales, pastos, legumbres, hortalizas y cultivos perennes (Bailey y Jeger, 1992).

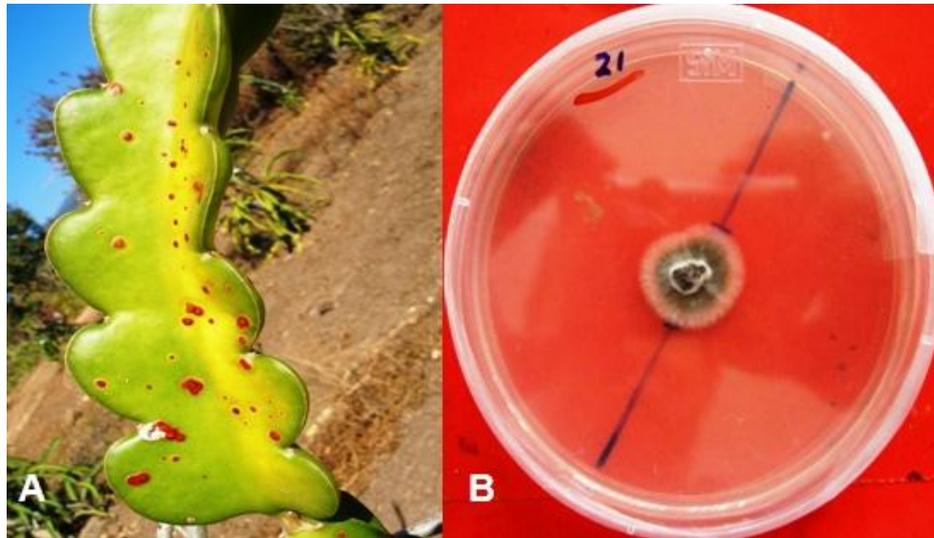


Figura 1. 5. Hongos asociados a *Hylocereus* spp.: ‘‘ojo de pescado’’ aislado de manchas café-rojizas en tallo (A) y crecimiento micelial gris-oscuro a las 96 h (B).

Otros síntomas en frutales son: muerte descendente de ramas jóvenes en cítricos (*Citrus* spp.), tizón de flores en mango (*Mangifera indica* L.) y pudrición de la corona en plátano (*Musa* spp.) (Waller, 1992). Varias especies de *Colletotrichum* pueden infectar un mismo hospedante, como en fresa (*Fragaria xananassa* Duch.), donde *C. acutatum* Simmonds ex Simmonds, *C. fragariae* Brooks y *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. causan pudrición en frutos, estolones, hojas y peciolos (Smith y Black, 1990; Gunnell y Gubler, 1992). En cítricos, *C. acutatum* y *C. gloeosporioides* ocasionan caída de frutos pequeños, manchas foliares y pudriciones en postcosecha (Zulfiqar *et al.*, 1996). Una misma especie de *Colletotrichum* puede infectar a más de un cultivo, *C. gloeosporioides* es patógeno de postcosecha en aguacate, mango, papaya, plátano, entre otros (Dickman, 1994; Ploetz, 1994; Prusky, 1994). En California y Florida, *C. gloeosporioides* y otras especies no

identificadas de *Colletotrichum* causan la antracnosis y pudrición de frutos en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) (Farr *et al.*, 1989). En Michoacán, este patógeno, además de inducir síntomas en frutos, también ocasiona antracnosis en hojas (Nava *et al.*, 2000; Villanueva *et al.*, 2005). En pitahaya este hongo ha sido reportado en Nicaragua atacando principalmente frutos y ocasionalmente en tallos; y causa manchas secas y hundidas de color negro, en casos extremos causa la pudrición completa de los frutos (Anónimo, 1999 y 2000).

El género *Colletotrichum* es un complejo heterogéneo de especies (Sutton, 1992), que lo hace responder de manera variable a condiciones de crecimiento y desarrollo en diferentes medios de cultivo. De acuerdo al medio sólido, el hongo formó colonias con micelio algodonoso, compacto o de aspecto polvoriento; coloración gris a gris-oscuro o blanco; con y sin pliegues; con y sin anillos concéntricos. Estas características tan variables dificultan su identificación cuando no se precisa el medio de cultivo utilizado (Martínez y Zambrano, 1994). Existen pocos reportes de daño por este patógeno en pitahaya, no obstante se ha reportado que basado en su colonia blanquecina-naranja, hifa septada, conidios semejantes a una cápsula y en las pruebas de patogenicidad se identificó a *C. gloeosporioides* infectando tallos y frutos en Malasia, los que presentaron lesiones de color café-rojizas con halos cloróticos. La lesiones tuvieron el centro café y coalescieron hasta causar pudrición (Masyahit *et al.*, 2009).

En lo que se refiere a la cepa amarillo-marrón que con el tiempo oscurece se identificó como *Colletotrichum* del grupo dematium, esta especie se ha encontrado causando manchas foliares de centro pajizo con borde rojizo en eucalipto (*Eucalyptus* sp.) y ahogamiento en plántulas de cedro (*Cedrella* sp.). *C. dematium* ha sido aislado en diferentes medios de cultivo, tales como PDA más

ácido láctico y en PDA más oxitetraciclina. Presenta una colonia de color marrón oscuro; una masa de esporas y conidióforos que están formados dentro de un acérvulo con abundantes setas; con conidias hialinas fusiformes a falcadas de 8 - 11.5 x 6.5 - 8 μ de tamaño.¹ La coloración de la cepa, descrita anteriormente concuerda con algunas características descritas obtenidas para esta cepa.

En lo que respecta a la cepa “ojo de pescado” la identificación no se hizo debido a que no se encontraron estructuras reproductivas (tipo de cuerpo fructífero o picnidios, características del conidioforo, entre otras) durante el tiempo de medición de la colonia en laboratorio que fue de 20 días. Cabe resaltar que se hizo todo lo posible para que esta colonia esporulara (cubrir las cajas con bolsas de plástico negro por más de 72 h, bajo luz negra y en refrigeración a 5 °C durante una semana) (Romero, 1993). No obstante, está enfermedad ha sido estudiada por otros autores (Valencia *et al.*, 2004) que indican que probablemente es causada por un tipo de *Fusicoccum* anamorfo de *Botryosphaeria dothidea*, debido a que el patógeno indujo manchas de color marrón de varias dimensiones en los tallos de pitahaya.

El ojo de pescado (*Dothiorella* sp.) se ha encontrado atacando la superficie de los tallos de pitahaya, se caracteriza por la presencia de manchas circulares de color café con puntos rojos-anaranjados en el centro. Este conjunto de manchas puede llegar a cubrir casi todo el tallo y de esta manera disminuye la capacidad fotosintética de la planta, que trae como consecuencia una menor cantidad y tamaño de frutos; en manchas viejas se pueden observar puntos negros insertos en la lesión, que corresponden a los picnidios (estructura fructífera del hongo) (Anónimo, 1999 y 2000).

¹<http://www.senasa.gob.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/-1/Forestales/Fichas/4-Colletotrichum%20dematium.pdf>

1. 4 CONCLUSIONES

Las observaciones en el patosistema pitahaya indican que, a partir de los aislamientos y con base en las características encontradas en las cepas, se identificó a los géneros *Glomerella* sp. (fase perfecta o teleomórfica), *Colletotrichum* sp. (fase imperfecta o anamórfica) y a *Colletotrichum* del grupo dematium como hongos asociados a este cultivo en Tepoztlán, Morelos. Para la enfermedad “ojo de pescado” no se identificó al agente causal debido a que no se encontraron estructuras reproductivas durante el tiempo de estudio de la colonia.

1. 5 LITERATURA CITADA

- Aguirre P. E. K. 2002. Caracterización morfológica y fitosanitaria de clones selectos de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Tesis de Maestría. IREGEP. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 80 p.
- Álvarez, G. L. A. 1949. Anthracnose of the *Annonaceae* in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*. 33: 27-43.
- Anónimo, 1988. Enciclopedia: Los municipios del estado de Morelos. Ed. CNEM de la Secretaría de Gobernación. México, D. F. 137 p.
- Anónimo. 1999. Manual técnico- Fitosanidad en Pitahaya. Ed. APENN, MAG-FOR y OIRSA. 118 p. En línea: <http://www.apenn.org.ni/html/pitahya.ing.html> (Revisado: 15 de enero del 2007).
- Anónimo. 2000. Manual técnico: Buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Ed. OIRSA. 54 p. En línea: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALPITAHAYA.pdf> (Revisado: 10 Enero del 2010).

- Bailey, A. J. and J. M. Jeger. 1992. *Colletotrichum*: Biology, pathology and control. Ed. British Society for Plant Pathology. CAB-International. Wallingford, U. K. 388 p.
- Barnett, H. L. and B. B. Hunter. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4^{ta} edition. Ed. APS-Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 218 p.
- Barthlot W and D. Hunt R. 1993. Cactacea. *In*: K. Kubitzki, J. G. Rohwer and V. Bittrich (eds.) The families and Genera of vascular Plants, Vol. 2. Ed. Springer-Verlag, Berlin, Alemania. pp: 161-197.
- Bravo, H. H. 1997. Suculentas mexicanas/ cactáceas. CVS. UNAM. México, D. F. 143 p.
- Brooks, A. N. 1931. Anthracnose of strawberry caused by *Colletotrichum fragariae*, n. sp. *Phytopathology* 21: 739-744.
- Castillo, M. L. E. 2002. Elementos de Muestreo de Poblaciones. Ed. UACH-Parasitología agrícola. Chapingo, Edo. de México. 238 p.
- Chí, M. F. 1998. Etiología y manejo integral de la bacteriosis (*Erwinia carotovora* Smith) en pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose). Instituto Tecnológico Agropecuario. No. 2. Conkal, Yucatán. 61 p.
- Denoyes, B. and A. Baudry. 1995. Species identification and pathogenicity study of French *Colletotrichum* strains isolated from strawberry using morphological and cultural characteristics. *Phytopathology* 85: 53-57.
- Dickman, M. B. 1994. Anthracnose. *In*: R. C. Ploetz, G. A. Zentmyer, W. T. Nishijima, K. G. Rohrbach and H. D. Ohr (eds). Papaya diseases caused by fungi. Compendium of Tropical Fruit Diseases. American Phytopathological Society Press, St. Paul, Minnesota, USA. pp: 58-59.

- Farr, D. F., G. F. Bills, G. P. Chamuris and A. Y. Rossman. 1989. Fungi on Plants and Plant Products in the United States. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. 1252 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen. 4ª edición. Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México. D. F. 132 p.
- Gómez, P. A. 1996. Los recursos bióticos de México. 2ª reimpresión. Ed. Alambra Mexicana. 122 p.
- Góngora, G. J. 1994. Manejo fitosanitario de la pitahaya. Enfermedades. *En: Memorias del primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya*. San Marcos Carazo, Nicaragua. pp: 99-104.
- Gunnell, P. S. and W. D. Gubler. 1992. Taxonomy and morphology of *Colletotrichum* species pathogenic to strawberry. *Mycologia* 84: 157-165.
- INRA. 1994. Guía tecnológica para la producción de pitahaya. San Marcos Carazo, Nicaragua.
- Jeffries, P., J. C. Dodd, M. J. Jeger and R. A. Plumbery. 1990. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. *Plant Pathology*. 39: 343-366
- Kigel, J. 1995. Seed germination in arid and semiarid regions. *In: Kigel, J. and G. Galili (eds.) Seed development and germination*. Ed. Marcel Dekker. New York, USA. pp: 645-699.
- Kliejunas, J. T. 1976. Bleeding canker of Norfolk Island pine in Hawaii. *Plant Disease Reporter* 60: 165-172.
- Le Bellec F., F. Vaillant & E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits* 61: 237-250.

- Liou, M. R., Y. R. Chen and R. F. Liou. 2004. Complete nucleotide sequence and genome organization of a *Cactus virus X* from *Hylocereus undatus* (Cactaceae). *Archives of Virology*. 149: 1037-1043.
- Livera, M. M., P. Ramírez V., F. Castillo G., A. Muratalla L. y Y. D. Ortiz H. 2000. Los Recursos Fitogenéticos en Perspectiva, En: Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. (Ramírez V., P., Ortega P., R., López H., A., Castillo G., F., Livera M., M., Rincón S., F. Y Zavala G., F., Eds.). 2000 (ISBN 968-839-219-7), publicado por SOMEFI-SAGAR-SNICS, México, pp: 116 -130.
- MAG. 1994. Catálogo de plagas (bacterias, hongos, nematodos e insectos) de la pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) en Nicaragua 1993-94. Nicaragua, Nicaragua. 104 p.
- Martínez, de C. M. y C. Zambrano. 1994. Variantes morfológicas de cepas del genero *Colletotrichum*, asociadas al cultivo del café *Coffea arabica*, L. en diferentes pisos altitudinales de la región centro occidental de Venezuela. *Agronomía Tropical* 44: 679-692.
- Marulanda, A. M. L, L. Isaza V. y A. M. Ramírez T. 2007. Identificación de la especie de *Colletotrichum* responsable de la antracnosis en la mora de castilla en la región cafetera. *Scientia et Technica*. 37: 585-590.
- Masyahit, M., K. Sijam, Y. Awang and M. G. Mohd S. 2009. The First Report of the Occurrence of Anthracnose Disease Caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. on Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.) in Peninsular Malaysia. *American Journal of Applied Sciences* 6: 902-912.

- Nava-Díaz, C., S. Osada-Kawasoe, G. Rendón-Sánchez, y V. Ayala-Escobar. 2000. Organismos asociados a chirimoyo (*A. cherimola* Mill.) en Michoacán, México. *Agrociencia* 34: 217-226.
- Oliveira, R., J. Moral, K. Bouhmidi y A. Trapero. 2005. Caracterización morfológica y cultural de aislados de *Colletotrichum* spp. causantes de la antracnosis del olivo. *Bol. San. Veg. Plagas* 31: 531-548.
- Ortiz, H. Y. D. 1999. Pitahaya: un nuevo cultivo para México. Ed. Limusa-Grupo Noriega. México, D. F. 111 p.
- Ortiz, H. Y. D. y M. Livera M. 1995. La pitahaya (*Hylocereus* spp.): Recurso genético de América. *En: E. Pimienta B. et al. (eds.). Memorias del 6^{to} congreso nacional y la 4^{ta} Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal.* Guadalajara, México. pp: 191-194
- Ortiz, H. Y. D., G. Martínez G. y R. Pérez P. 1993. *Hylocereus*, un género con potencial ornamental y frutícola en Oaxaca. *En: De la Cruz (ed.). Memorias de primer simposio nacional sobre plantas nativas de México con potencial ornamental 1992.* AMEHOAC-UPAEP. Puebla, México. pp: 174-176.
- Ploetz, R. C. 1994. Anthracnose. *In: Ploetz, R. C., G. A. Zentmyer, W. T. Nishijima, K. G. Rohrbach and H. D. Ohr (eds). Mango disease caused by fungi. Compendium of Tropical Fruit Diseases.* American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 35-36.
- Prusky, D. 1994. Anthracnose. *In: Ploetz, R. C., G. A. Zentmyer, W. T. Nishijima, K. G. Rohrbach and H. D. Ohr (eds). Avocado. Compendium of Tropical Fruit Diseases.* American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 72-73.

- Rayachhetry, M. B., G. M. Blaskeslee, R. S. Webb and W. Kimbrough J. 1996. Characteristics of the *Fusicoccum* anamorph of *Botryosphaeria ribis*, a potential biological control agent for *Melaleuca quinquenervia* in South Florida. *Mycologia* 88: 239-248.
- Rzedowski, J. 1988. Vegetación de México. 4^{ta} edición. Ed. Limusa. México, D. F. 432 p.
- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos. 1^{era} reimpresión. Ed. UACH- Dirección del Patronato Universitario, A. C. Chapingo, Edo. de México. 361 p.
- Smith, B. J. and L. L. Black. 1990. Morphological, cultural, and pathogenic variation among *Colletotrichum* species isolated from strawberry. *Plant Dis.* 74: 69-76.
- Sutton, B. C. 1962. *Colletotrichum dematium* (Pers. Ex. Fr.) Grove and *C. trichellum* (Fr. Ex. Fr.) Transactions of the British Mycological Society 45: 222-232.
- Sutton, B. C. 1980. *Colletotrichum*. In: The Coelomycetes: fungi imperfecti with picnidia, acervuli and stromata. Ed. Commonwealth Mycological Institute. Kew, Surrey, England. pp: 523-537.
- Sutton, B. C. 1992. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: J. A. Bailey and M. J. Jeger (eds.). *Colletotrichum: biology, pathology and control*. Ed. CAB- International. Wallingford, England. pp: 1-26.
- Taba, S., N. Miyahira, K. Nasu, T. Takushi and Z. Moromizato. 2007. Fruit rot of strawberry (pitaya) caused by *Bipolaris cactivora*. *J. Gen. Plant Pathol.* 73: 374-376.
- Valencia-Botín, A. J., J. S. Sandoval-Islas, E. Cárdenas-Soriano, T. J. Michailides and G. Rendón-Sánchez. 2004. A new stem spot disease of pitahaya (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose) caused by *Fusicoccum*-like

- anamorph of *Botryosphaeria dothidea* (Moug.: Fr) Ces. and De Not. in Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología* 22: 140-142.
- Valencia, B. A. J., M. Livera M. y J. S. Sandoval I. 2005. Caracterización de una cepa de *Fusicoccum* sp. anamorfo de *Botryosphaeria dothidea* Moug.: Fr (Ces. and De Not.) aislada de pitahaya *Hylocereus undatus* ((Haw.) Britton & Rose) Cactaceae. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 23: 157-161.
- Villanueva, A. R. 2004. Caracterización morfológica y molecular de *Colletotrichum* spp. e histopatología de la antracnosis causada por *C. fragariae* en frutos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). Tesis de doctorado. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 98 p.
- Villanueva-Arce, R., A. M. Hernández-Anguiano, M. J. Yáñez-Morales, D. Téliz-Ortiz, A. Mora-Aguilera, E. Cárdenas-Soriano, y A. Castañeda-Vildózola. 2005. Caracterización e identificación de *Colletotrichum fragariae* en frutos de chirimoya. *Agrociencia* 39: 93-106.
- Waller, J. M. 1992. *Colletotrichum* diseases of perennial and other cash crops. *In*: Prusky, D., S. Freeman and M. Dickman (eds). *Colletotrichum* Host Specificity, Pathology, and Host- Pathogen Interaction. American Phytopathological Society Press. St. Paul, Minnesota, USA. pp: 167-185.
- Zulfiqar, M., R. H. Brlansky and L. W. Timmer. 1996. Infection of flower and vegetative tissues of citrus by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. *Mycologia* 88: 121-128.

CAPITULO II.

INSECTOS ASOCIADOS A LA PITAHAYA *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS

RESUMEN

La pitahaya es una cactácea que se cultiva en zonas con clima tropical, subtropical y semiárido de México; y tres especies tienen importancia económica como frutales. Aunque se han reportado al menos 12 especies de insectos alimentándose de esta especie, se desconoce la identidad taxonómica de algunos de ellos, su posible papel como plagas y las fechas en que se presentan. El objetivo de este estudio fue identificar taxonómicamente y conocer la fluctuación poblacional de los insectos asociados a la pitahaya en Tepoztlán, Morelos. En los años 2007 y 2008 se recolectaron mensualmente insectos que se alimentaban y dañaban las estructuras vegetativas y reproductoras de *Hylocereus* spp. en este lugar; y durante el 2008 se determinó su fluctuación poblacional. Se encontraron insectos de tres órdenes alimentándose de pitahaya; de Coleoptera se identificaron cuatro familias que comprendieron ocho géneros y 12 especies; de Hemiptera una familia con seis géneros y nueve especies; y de Lepidoptera tres géneros y una especie. Por la abundancia e intensidad del daño observado en las estructuras vegetativas y reproductoras de *Hylocereus* spp., se concluye que *Metamasius spinolae*, *Ozamia fuscomaculella clarefacta*, *Narnia femorata* y *Euphoria leucographa* deben ser consideradas como plagas de este cultivo.

Palabras clave: *Hylocereus*, plagas, *Ozamia*, *Metamasius spinolae*, *Narnia femorata* y *Euphoria leucographa*.

2. 1 INTRODUCCIÓN

La pitahaya, *Hylocereus* spp. (A. Berger, Britton & Rose), pertenece a la familia de las cactáceas, que son plantas que cuentan con diversos mecanismos morfológicos, estructurales y fisiológicos de adaptación a condiciones de baja humedad (Bravo, 1978; Gibson y Nobel, 1986). Se cultiva en agroecosistemas de zonas semiáridas y sistemas agroforestales en el sur y centro de México; esta cactácea se adapta y crece en altitudes comprendidas desde el nivel del mar hasta los 2,100 m (Ortiz y Livera, 1995; Ortiz, 1999). En México existen cuatro especies de *Hylocereus* (Cactaceae) distribuidas en zonas con clima tropical, subtropical y semiárido; tres tienen importancia económica como frutales (Livera-Muñoz *et al.*, 2010).

El mayor aprovechamiento de esta planta ha sido en huertas de traspatio con manejo tradicional y bajo uso de insumos. Sin embargo, desde hace aproximadamente 20 años en México el cultivo de la pitahaya se realiza de manera comercial, debido a que los frutos se consumen en fresco o procesados y por su apariencia y sabor tienen potencial para el mercado nacional e internacional (Ortiz, 2000; Rodríguez, 2000; Castillo *et al.*, 2003 y 2005).

Los insectos establecen relaciones con las plantas de distintas formas. Cuando un insecto coexiste con un cultivo determinado y establece una relación benéfica (mutualismo, comensalismo) o perjudicial (parasitismo, competencia y depredación) se le denomina “insecto asociado”. En el cultivo de pitahaya el conocimiento de los insectos asociados es limitado y se han reportado sólo 12 especies. Unos de los más importantes son del grupo de lepidópteros barrenadores de fruto y tallo (Lepidoptera: Pyralidae) (Méndez, 1999; Rodríguez, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005; Ramírez, 2007), o barrenadores de tallo (Coleoptera: Curculionidae) (Trucios, 2005; Ramírez, 2007). De ninguno de estos insectos en México se ha detallado su

daño ni identidad taxonómica de manera formal. Otros insectos asociados son chinches (Hemiptera: Coreidae), hormigas arrieras (Hymenoptera: Formicidae), escamas (Homoptera: Diaspididae), escarabajos (Coleoptera: Scarabaeidae) y moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) (Rodríguez *et al.*, 1993; Castillo *et al.*, 1996; Rodríguez, 1997 y 2000; Méndez, 1999; Ortiz y Livera, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005).

En México, las plagas de *Hylocereus* spp. han sido poco estudiadas por lo que no existen reportes de insectos asociados que con certeza indiquen su identidad taxonómica. Como paso preliminar para comprender el funcionamiento del patosistema pitahaya-insectos, con el propósito de minimizar pérdidas y tomar las acciones apropiadas de manejo del cultivo, el objetivo de este estudio fue identificar taxonómicamente y conocer la fluctuación poblacional de los insectos asociados al cultivo de pitahaya en Tepoztlán, Morelos, México.

2. 2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en una huerta experimental cercana a Tepoztlán, Morelos; está se encuentra ubicada a 18° 59' latitud norte y 99° 07' longitud oeste, a una altitud de 1,541 m. El clima es templado con verano cálido, poca oscilación térmica y se clasifica como (A)Ca(w2)(w)(i)g (García, 1988). Los meses más calurosos son de marzo a mayo con vientos dominantes de norte a sur. Registra una temperatura media anual de 28 °C con un periodo de lluvias de junio a octubre y precipitación de 1,384 mm anuales (Anónimo, 1988).

Genotipos de pitahaya

La huerta experimental de pitahaya de la Orientación en Genética del Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados (CP) cuenta con una superficie aproximada de 1.8 ha, la cual fue establecida en el 2003 en un terreno pedregoso con pequeños lomeríos y pendiente menor al 5 %. En este estudio se evaluó una población de 478 plantas con espaciamiento de 5 m entre líneas y 4 m entre plantas, que comprendió a 17 genotipos de *H. undatus* (Haworth) Britton & Rose, dos de *H. undatus* subsp. *luteocarpus* Cáliz de Dios, uno de *H. purpussi* (Weing) Britton & Rose y uno de *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Britton & Rose sobre tutores vivos de *Erythrina* sp. y/o *Spondias* sp. La evaluación del daño en los órganos vegetativos y reproductores de la pitahaya se realizó mediante muestreo y observación directa mensual en las plantas, durante las diferentes fases fenológicas.

Muestreo y recolecta de insectos asociados a la pitahaya

En los años 2007 y 2008 se recolectaron insectos que se observaron alimentándose y/o dañando estructuras vegetativas (tallos) y reproductoras (botones florales, flores y frutos) de pitahaya, está se realizó manualmente o con una red de golpeo. Es importante mencionar que en cada visita de campo se dedicó al menos un par de horas para confirmar que los insectos estuvieran alimentándose, ya sea de la savia o de alguna estructura de la pitahaya. Durante el 2008 se determinó la fluctuación poblacional de cada grupo de insectos mediante la estimación de su abundancia relativa en 478 plantas por fecha de muestreo mediante el empleo de la escala arbitraria siguiente: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 24 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

Las ninfas y adultos de cuerpo duro que se recolectaron en estructuras vegetativas (tallos) y reproductoras (botón floral, flores y frutos) de pitahaya en campo se colocaron en cámara letal y se conservaron en alcohol al 70 %; los insectos adultos de cuerpo blando, como los lepidópteros, se colocaron en cámara letal y se mantuvieron ahí para trasladarlos al laboratorio del Colegio de Postgraduados para su montaje, etiquetado e identificación a nivel de familia.

Identificación taxonómica de los insectos

Los adultos de los insectos asociados a la pitahaya, recolectados en ambos años, se enviaron a diferentes especialistas para su identificación. Los insectos de la familia Coreidae se enviaron al Dr. Harry Braylovsky Alperovitz, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Los coleópteros de la familia Curculionidae fueron enviados al M.C. Raúl Muñoz Vélez[†], de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional; los insectos de las familias Scarabaeidae y Lycidae fueron enviados al Dr. Miguel Ángel Morón Ríos, del Departamento de Entomología en el Instituto de Ecología A. C.; mientras que ejemplares de la familia Cerambycidae se enviaron al Dr. Roberto Terrón Sierra, del Departamento de Producción Agrícola y Animal de la Universidad Autónoma Metropolitana. Algunos adultos de lepidópteros de la familia Phycitidae se enviaron al Dr. Geoffrey White de la Systematic Entomology Laboratory Communications & Taxonomic Services Unit, en Estados Unidos. Algunos especímenes se resguardaron en la colección de los Institutos o Departamentos a donde se mandaron identificar, y otros en la colección de referencia de Entomología Agrícola del CP en Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

2. 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fenología de los genotipos de pitahaya

Los genotipos de *H. undatus*, *H. undatus* subsp. *luteocarpus*, *H. purpussi* y *H. ocamponis* presentaron crecimiento vegetativo en noviembre de 2006, cuando se inició esta investigación, y terminó en mayo del 2007. Las yemas florales emergieron en el periodo comprendido de marzo a mediados de julio; las flores presentaron su antesis de finales de marzo a agosto; la maduración de los frutos, con dos tercios de la superficie con color, comenzó en mayo y terminó a mediados de octubre. Algunos clones de pitahaya presentaron tres floraciones al año y, en consecuencia, tres periodos de fructificación, cosechándose los últimos frutos en octubre. Estos eventos fenológicos de la planta se confirmaron en el 2008.

Insectos asociados a *Hylocerus* spp.

Varios adultos y larvas de los órdenes Hemiptera, Coleoptera y Lepidoptera se encontraron alimentándose de estructuras vegetativas (tallos maduros e inmaduros) y/o reproductoras (botón floral, flor y fruto) de los diferentes genotipos de pitahaya.

De todos los ejemplares de Insecta que se encontraron dañando y alimentándose de pitahaya, el grupo más diverso fue el orden Coleóptera; en este se identificaron nueve géneros y 12 especies dentro de cuatro familias, las cuales fueron Curculionidae (Fig. 2. 1), Scarabaeidae (Fig. 2. 2), Cerambycidae y Lycidae (Fig. 2. 3). Seguido de Hemiptera, en donde se identificaron seis géneros y nueve especies en la familia Coreidae (Fig. 2. 4). Finalmente en Lepidoptera se identificaron tres géneros y una especie en tres familias, las cuales fueron Phycitidae, Gelechiidae y Tortricidae (Fig. 2. 5).

i) Orden Coleoptera:

De Curculionidae sólo se encontró a *Metamasius spinolae* Gyllenhal con presencia de larvas y adultos durante todo el año (Cuadro 2. 1). De Scarabaeidae se encontraron seis especies, éstas son *Euphoria leucographa* Gory & Percheron, *E. iridescens* Schaum, *E. vestita* Gory & Percheron, *Cotinis pauperula* Burm., *C. mutabilis* Gory & Percheron y *Hologymnetis cinerea* Gory & Percheron (Cuadro 2. 2). De Cerambycidae se encontraron cinco especies, *Trachyderes dendrobias mandibularis* Serv., *T. elegans* Dupont, *Ornhitia mexicana* Sturm, *Lissonotus flavocinctus* Dupont y *Placosternus erythropus* (Chevrolat) (Cuadro 2. 3). De Lycidae únicamente se encontró al género *Calopteron* sp. y no fue posible identificar especies (Cuadro 2. 4).

Familia Curculionidae: Aunque de esta familia sólo se identificó a la especie *M. spinolae*, ésta fue recurrente y una de las más abundantes durante todo el año. Los adultos se alimentaron directamente de los tallos de cualquier edad, pero se encontraron preferentemente en los menores de 12 meses (inmaduros); también se encontraron alimentándose de botones florales. Los adultos estuvieron presentes todo el año, y presentaron una abundancia de media a alta durante seis meses, de abril a septiembre (Cuadro 2. 1) (Fig. 2. 1. F, G y H). Es probable que esa abundancia esté relacionada con la fenología de la planta, debido a la mayor disponibilidad de tallos inmaduros en esos años, que prefieren para su alimentación. Adicionalmente, durante ese periodo del año las temperaturas son más elevadas, lo que pudiera favorecer la cópula y oviposición del insecto.

Al igual que los adultos, las larvas se encontraron casi todo el año barrenaron tallos maduros, generalmente en los dos tercios inferiores de la planta (Fig. 2. 1. B, C y D); después de completar su desarrollo las larvas hicieron los capullos con las fibras del

cilindro vascular, así como con los desechos derivados del tejido parenquimatoso de los tallos (Fig. 2. 1. E). Se encontraron poblaciones altas en enero y extremadamente altas en el periodo de julio a diciembre, lo que puede deberse a que todo el año hay tallos maduros que las hembras utilizan para ovipositar y en donde las larvas se pueden alimentar.

Cuadro 2. 1. Fluctuación poblacional de *Metamasius spinolae* asociada a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008.

Etapa biológica	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Larvas	A	A	B	B	--	--	EA	EA	EA	EA	EA	EA
Capullos	EA	A	M	B	--	--	--	B	--	A	MA	A
Adultos	B	B	B	M	A	A	MA	M	M	B	B	B

Abreviaturas: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 20 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

Los daños más importantes a la pitahaya son ocasionados por las larvas de *M. spinolae*; algunas larvas de *Metamasius* se habían reportado causando daño de importancia económica en pitahaya en Puebla, México y en Centroamérica (Anónimo, 2000; Trucios, 2005), pero sólo recientemente se identificó la especie en Morelos, México (Ramírez-Delgadillo *et al.*, datos sin publicar). En Nicaragua se ha reportado un daño similar en pitahaya por una larva de curculionidae que se atribuye a la especie *M. fareih striatoforatus* Galli (Anónimo, 1999). La presencia de capullos de *M. spinolae* se observó durante nueve meses en el 2008 (Cuadro 2. 1) (Fig. 2. 1. E), conjuntamente con la presencia de larvas, lo que sugiere que este insecto tiene un ciclo biológico largo, que deberá ser confirmado por estudios de su biología.

M. spinolae se distribuye desde Centroamérica hasta el suroeste de Estados Unidos y ataca un gran número de especies de *Opuntia* Mill. y *Nopalea* Salm-Dyck. En México se encuentra distribuido desde Chihuahua y Tamaulipas hasta Michoacán y Veracruz, con mayor abundancia en el centro del país y el altiplano (Mann 1969, Tafoya *et al.*, 2003; Méndez, 1994). De acuerdo con Mann (1969) y Zimmermann y Granata (2002) esta especie de picudo ha sido reportada y estudiada como plaga en

varias especies de *Opuntia*; y estos últimos autores mencionan que hay pocas plagas en los géneros *Cereus*, *Hylocereus*, *Selenicereus* y *Stenocereus* cultivados comercialmente, pero no indican cuáles son esas plagas de *Hylocereus* ni si existen una descripción de su biología en este cultivo.



Figura 2. 1. Planta de *Hylocereus undatus* (A). Insectos del orden Coleóptera: (Curculionidae): Larvas (B), (C) y (D), capullo (E) y adultos (F), (G) y (H) de *Metamasius spinolae* alimentándose y dañando estructuras vegetativas y reproductoras de la pitahaya.

Familia Scarabaeidae: De esta familia se identificaron seis especies en pitahaya.

Euphoria leucographa fue la más frecuente y abundante durante seis meses del año. Los adultos se encontraron alimentándose de tallos y frutos con abundancia alta y extremadamente alta en cuatro meses, de junio a septiembre (Cuadro 2. 2) (Fig. 2. 2. C y D).

Las especies *E. iridescens* y *E. vestita* se encontraron con poca frecuencia y abundancia durante el año. Los adultos se alimentaron de tallos y de frutos de pitahaya con escasa abundancia en cuatro meses, de junio a septiembre (Cuadro 2. 2) (Fig. 2. 2. B). Adultos de *E. iridescens* se encontraron activos prácticamente durante todo el año, son de hábitos diurnos y se han observado alimentándose de savia de carao (*Cassia grandis* L.) que emana de un corte reciente en la corteza del tronco; también se han capturado en banano y mango maduros².

Cuadro 2. 2. Fluctuación poblacional de especies de Scarabaeidae asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008.

Género y especie	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Euphoria leucographa</i>	--	--	--	--	M	EA	EA	EA	A	B	--	--
<i>Euphoria iridescens</i>	--	--	--	--	--	B	B	B	B	--	--	--
<i>Euphoria vestita</i>	--	--	--	--	--	B	B	B	B	--	--	--
<i>Cotinis mutabilis</i>	--	--	--	--	B	B	--	A	M	B	B	--
<i>Cotinis pauperula</i>	--	--	--	--	B	B	--	A	M	B	B	--
<i>Hologymnestis cinerea</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	B	B	--

Abreviaturas: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 20 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

En lo que respecta a *C. mutabilis* y *C. pauperula* en pitahaya, éstas se encontraron de manera constante pero no abundante durante seis meses del año. Los adultos se alimentaron de tallos y frutos maduros; con una población de media a alta en dos meses, agosto y septiembre (Cuadro 2. 2) (Fig. 2. 2. E, F y G). El género *Cotinis* Burmeister contiene 23 especies, de las cuales 16 se localizan en México. *C. mutabilis* es la más característica de este género en la zona y se encuentra en todo el país, con excepción de la Península de Baja California; su distribución va desde el sur de EE. UU. hasta Centroamérica (Navarrete *et al.*, 2008). Este insecto se debe considerar una plaga importante en pitahaya, ya que se ha encontrado perforando tallos (Le Bellec *et al.*, 2006) y estas cavidades son la puerta de entrada a hongos y

²<http://www.darnis.inbio.ac.cr/FMPro?-DB=UBIpub.fp3&-lay=WebAll&-Format=/ubi/detail.html&-Op=bw&id=5029&-Find>.

bacterias. Casi siempre esta especie se encuentra asociada con el picudo negro permitiendo uno la entrada del otro (Romero, 1994; Anónimo. 1999). Algunos trabajos muestran que los adultos están activos entre mayo y febrero, alimentándose de frutos, flores y secreciones azucaradas de ramas y tallos de guayaba, nopal, pirul, agave, higuera y maíz, entre otras muchas plantas cultivadas y silvestres; las larvas se alimentan de raíces de gramíneas, estiércol o humus forestal. Tanto larvas como adultos se han recolectado en detritos de hormiga arriera (*Atta mexicana* (Smith)) (Navarrete *et al.*, 2008).



Figura 2. 2. Planta de *Hylocereus undatus*. (A). Insectos del orden Coleóptera (Scarabaeidae): Adultos de *Euphoria iridescens* (B), *E. leucographa* (C) y (D), *Cotinis mutabilis* (E), *C. pauperula* y *E. leucographa* (F), *C. mutabilis* (G) y *Hologymnetis cinerea* (H) alimentándose y dañando estructuras vegetativas y reproductoras de la pitahaya.

Es importante mencionar que *H. cinerea* presentó una población baja en dos meses del año, octubre y noviembre. Los adultos se encontraron alimentándose de los tallos maduros, de frutos en madurez fisiológica y maduros (Cuadro 2. 2) (Fig. 2. 2. H). Existe poca información del género *Hologymnetis*; sin embargo, Ratcliffe y Deloya (1992) encontraron siete especies que se distribuyen en el suroeste de Estados Unidos y sureste de Brasil. Los adultos de *Hologymnetis* se han encontrado en montones de hojas cortadas por las hormigas (*Atta* sp. Fabricius), en estado de descomposición, y es conocido que estos se alimentan de frutos podridos, flores y de la savia de varios árboles y arbustos de *Baccharis* L. y *Acacia*. Semejante a otros individuos del mismo género, las larvas se alimentan de abono y madera en descomposición (Micó *et al.*, 2001).

Familia Cerambycidae: De esta familia se identificaron cinco especies; *Trachyderes dendrobias mandibulares* (Fig. 2. 3. F y C) y *L. flavocinctus* (Fig. 2. 3. D y E) se encontraron de manera frecuente pero no abundante durante cinco meses del año, de agosto a diciembre, y no se consideró que causen daño de importancia económica en pitahaya. La especie *T. elegans* se encontró en dos meses del año, septiembre y octubre con abundancia baja. Mientras que *O. mexicana* y *P. erythropus* sólo se encontraron en pocos meses del año con poca abundancia, septiembre y noviembre y diciembre, respectivamente (Cuadro 2. 3) (Fig. 2. 3. F y G). Los adultos de estas cinco especies se observaron alimentándose de la savia de tallos maduros que provenía de heridas causadas por otros insectos o daños mecánicos.

De manera general, los adultos de los cerambícidos en la mayoría de sus especies se alimentan de plantas diferentes a las de sus larvas; estos, al igual que las larvas, presentan una amplia gama de hábitos alimenticios (aunque existen especies que

se alimentan pocos días) y en algunos casos su alimentación es un prerrequisito para la maduración de los huevos y su oviposición. Existen especies que se alimentan de flores, corteza, hojas, agujas y conos de pinos, savia, frutos, raíces y hongos (Chemsak *et al.*, 1992).

Cuadro 2. 3. Fluctuación poblacional de especies de Cerambycidae asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008.

Género y especie	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Trachyderes dendrobias mandibularis</i>	--	--	--	--	--	--	--	B	M	M	B	B
<i>Trachyderes elegans</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	B	B	--	--
<i>Lissonotus flavocinctus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	B	M	M	B
<i>Ornhitia mexicana</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	B	--	--	--
<i>Placosternus erythropus</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	M	B

Abreviaturas: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 20 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

La actividad como adultos parece ser corta, oscilando entre una semana y un mes, ya que se observaron poblaciones en un periodo muy corto (dos meses) restringiéndose prácticamente al apareamiento y la oviposición. Sus especies son exclusivamente fitófagas en estado larval, encontrándose toda una variedad de hábitos alimenticios. La mayoría se alimenta de madera muerta o en descomposición, algunos de árboles o arbustos vivos y otros de madera podrida (Chemsak *et al.*, 1992). Existen algunos adultos que se alimentan de la savia de tallos maduros e inmaduros derivada de heridas causadas por otros insectos o daño mecánico de algunas cactáceas, como sucedió en esta investigación.

De manera particular, los adultos de *T. mandibulares* se alimentan de la savia de varias especies de árboles dañados (Navarrete *et al.*, 2008), son activos durante el día y se encuentran de junio a septiembre (Martínez, 2000). Esto concuerda con los resultados de este trabajo, ya que se encontró a la especie con abundancia media en septiembre y octubre. *P. erythropus* se ha encontrado en fresnos con muerte

descendente y en ataque severo a otras hojosas, como *Ulmus parvifolia* Jacq. (Anónimo. s/a).



Figura 2. 3. Planta de *Hylocereus undatus*. (A). Insectos del orden Coleóptera: (Cerambycidae y Lycidae): Adultos de *Trachyderes dendrobias mandibulares* (B) y (C), *Lissonotus flavocinctus* (D) y (E), *Placosternus erythropus* (F) y (G) y del género *Calopteron* sp. (H) alimentándose de la savia de tallos maduros e inmaduros derivada de heridas por daño mecánico o de otros insectos.

Familia Lycidae: De esta familia sólo de identifico al género *Calopteron* sp. de manera recurrente y abundante durante todo el año. Los adultos se observaron alimentándose de la savia de los tallos maduros y presentaron una abundancia alta durante cinco meses, de abril a agosto (Cuadro 2. 4) (Fig. 2. 3. H). Según Borrer *et al.*, (1989) y Triplehorn y Jonson (2005), los adultos de esta familia viven en el follaje y en los troncos de los árboles, normalmente en áreas arboladas; se alimentan de

los jugos del material vegetal en descomposición y ocasionalmente de otros insectos.

Cuadro 2. 4. Fluctuación poblacional del género *Calopteron* sp. asociado a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008.

Género y especie	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Calopteron</i> sp.	B	B	M	A	MA	A	A	A	M	M	B	B

Abreviaturas: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 20 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

De manera general, los adultos de las especies encontradas de las familias Scarabaeidea, Cerambycidae y el género de Lycidae se observaron provocando daño en tallos maduros, inmaduros y en frutos de pitahaya. Pero en muchos casos el primer daño fue ocasionado por otros insectos, particularmente por larvas de *M. spinolae* en tallos maduros y por las larvas de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar en tallos inmaduros y en frutos, debido a que dichas especies fueron frecuentes y con abundancia alta durante gran parte del año.

ii) Orden Hemiptera:

Familia Coreidae: De esta familia se encontraron e identificaron las siguientes especies: *Narnia femorata* Stal, *Leptoglossus lineosus* (Stal), *L. zonatus* (Dallas), *L. concolor* (Walker), *Acanthocephala femorata* (Fab), *Chelinidie tabulata* (Burmeister), *Mozena nestor* (Stal), *M. ventralis* (Mayr), *Mozena* sp. Amyot & Serville y *Piezogaster odiosus* (Stal) (Cuadro 2. 5).

N. femorata se encontró de manera frecuente y abundante durante casi todo el año. Los adultos se alimentaron directamente de los tallos inmaduros, de las brácteas de los botones florales, de las flores y de los frutos inmaduros y maduros; estos presentaron una abundancia alta a extremadamente alta en seis meses, de mayo a octubre (Cuadro 2. 5). Es probable que esa abundancia esté relacionada con la fenología de la planta, debido a la mayor disponibilidad de esos recursos de mayo a octubre. Esta especie es gregaria en sus etapas ninfales y se alimenta de tallos

maduros (de dos a tres años) e inmaduros, lo que provoca una coloración amarillenta del tallo, y un aspecto esponjoso del tejido interno. Cuando el daño es severo, existe pudrición del tejido (Fig. 2. 4. B y C).

De acuerdo con Brailovsky *et al.* (1994), en la etapa adulta *N. femorata* se alimenta de tallos, botones florales y frutos; y en este estudio se encontró que el daño más frecuente fue de adultos alimentándose de los frutos, provocando heridas que al secarse generan pequeñas cicatrices de color café claro que disminuye su calidad. Esta especie ha sido reportada en otras cactáceas, específicamente en *Opuntia pelifera* Weber alimentándose de pencas, flores y, principalmente, de frutos. Mena y Rosas (2004), mencionaron que tanto adultos como estados inmaduros prefieren alimentarse de los frutos, aunque a veces lo hacen de las pencas jóvenes y de los sitios de unión entre ellas.

Las especies de chinches conocidas como “patas de hoja”, *Leptoglossus zonatus* y *L. lineosus* se encontraron de manera recurrente y abundante durante siete meses del año; presentaron una abundancia alta en julio y agosto. Esto coincide con la etapa final de formación de botones florales, plenitud de la floración y fructificación de la pitahaya en Tepoztlán. Mientras que *L. concolor* sólo se encontró en tres meses del año, de junio a agosto con abundancia media en el mes de agosto (Cuadro 2. 5) (Fig. 2. 4. D, G y H). Los adultos de estas tres especies se alimentaron de tallos, botones florales y frutos en crecimiento; en sus primeras etapas ninfales son gregarias, al igual que *N. femorata*, y se alimentan de tallos maduros e inmaduros.

De las especies antes mencionadas destaca *L. zonatus*, que ya se ha mencionado como plaga importante en pitahaya (Romero, 1994; Rodríguez, 1997; Anónimo, 1999; Ortiz y Livera, 2000; Anónimo, 2000; Rodríguez, 2000). Los adultos y las

ninfas dañan a los frutos en desarrollo provocándoles manchas al succionar los jugos. Las ninfas se encontraron en agregados localizados en tallos tiernos succionando la savia y a los frutos les producen un aspecto corchoso (cicatrices); además, pueden secar al tallo por el consumo de savia (Anónimo, 2000; Le Bellec *et al.*, 2006).

Cuadro 2. 5. Fluctuación poblacional de especies de Coreidae asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008.

Género y especie	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Narnia femorata</i>	--	B	B	M	A	MA	EA	EA	MA	A	M	M
<i>Leptoglossus zonatus</i>	--	--	--	B	--	M	A	A	M	B	--	--
<i>Leptoglossus lineosus</i>	--	--	--	B	--	M	A	A	M	B	B	--
<i>Leptoglossus concolor</i>	--	--	--	--	--	B	B	M	--	--	--	--
<i>Acanthocephala femorata</i>	--	B	B	--	M	A	MA	MA	--	--	B	B
<i>Chelinidie tabulata</i>	--	--	--	B	M	B	--	--	M	M	--	--
<i>Mozena nestor</i>	--	B	B	--	--	M	A	A	M	--	--	--
<i>Mozena ventralis</i>	--	B	B	--	--	M	A	A	M	--	--	--
<i>Mozena</i> sp.	--	B	B	--	--	M	A	A	M	--	--	--
<i>Piezogaster odiosus</i>	--	--	--	M	M	--	--	B	M	M	--	--

Abreviaturas: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 20 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

De acuerdo con Aguirre (2002), los estadios ninfales y los adultos de *Leptoglossus* sp. se presentaron en el periodo de junio a octubre perforando tallos de pitahaya. En Yucatán, México, esta especie es conocida como "X'kisay" o barrenador de tallos y frutos (Rodríguez, 1997 y 2000). En lo que respecta a *L. concolor*, se le ha encontrado atacando a *Parmentiera edulis* D.C. (Bignoniaceae) provocando aborto de frutos, disminución del peso de la semilla y reducción del contenido de aceite; dicho insecto al causar daño con su estilete permite la entrada de patógenos (Anónimo, 2007).

La especie *Acanthocephala femorata* se encontró de manera frecuente y abundante durante casi todo el año. Los adultos se alimentaron de tallos, botones florales y frutos inmaduros, presentando una abundancia media a muy alta durante cuatro

meses, de mayo a agosto (Cuadro 2. 5) (Fig. 2. 4. E). Las etapas ninfales y gregarias de esta especie se encuentran en malezas y arbustos cercanos y/o dentro del cultivo; lo cual se corrobora por Brailovsky (1995) quién menciona que esta especie fitófaga se ha encontrado en las familias Asteraceae, Chenopodiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Meliaceae, Oleaceae, Pedaliaceae, Poaceae, Rubiaceae y Solanaceae, tanto de especies silvestres como cultivadas. La etapa adulta es la más frecuente sobre la planta de pitahaya alimentándose de tallos inmaduros, botones florales y frutos en desarrollo. Se encontró una mayor cantidad de individuos en los frutos provocándoles áreas circulares cloróticas al succionar la savia, que posteriormente se convierten en pequeñas cicatrices de color café claro. Otra especie identificada fue *C. tabulata* la cual se encontró durante cinco meses del año. Los adultos se encontraron alimentándose de tallos inmaduros (de uno y dos años), botones florales de pitahaya y presentaron una abundancia media en dos meses, septiembre y octubre (Cuadro 2. 5) (Fig. 2. 4. F). Esta especie se asocia a nopal en sus etapas ninfales y como adulto, ya que se ha encontrado alimentándose de los cladodios tiernos y del año anterior de nopaleras nativas.

A *Chelinidea* generalmente se ha encontrado en *Opuntia crassicaule* y *O. imbricata* Haw (D. C.) alimentándose de las pencas. El adulto se encuentra distribuido prácticamente en todo el país. En el periodo de abril a julio el porcentaje de individuos de los diferentes estadios es alto y corresponde a la época primavera-verano que es cuando la planta hospedera tiene pencas tiernas y jugosas (Brailovsky *et al.*, 1994). En este trabajo se encontraron poblaciones medias de la chinche gris en los meses antes citados, alimentándose de tallos inmaduros y botones florales de pitahaya. De manera específica, *C. tabulata* presenta una reproducción activa durante todo el año, principalmente en julio y agosto. Además

se ha reportado que en el periodo ninfal son altamente gregarios y que las ninfas y adultos succionan la savia de las pencas (Méndez, 1994; Anónimo, 2007) y de los frutos formando manchas circulares que debilitan la penca en un grado que depende del número de sitios de alimentación (Mena y Rosas, 2004). La chinche gris se ha encontrado en Tehuacan Puebla, en donde se han capturado a *C. staffilesi* Herring y *C. tabulata*, ambas coexisten con *N. femorata* y comparten a *O. pelifera* como recurso trófico; sin embargo la distribución del recurso difiere dado que *N. femorata* suele encontrarse sobre la flor y el fruto y eventualmente sobre la penca a la cual succiona (Brailovsky *et al.*, 1994).

Las especies del género *Mozena* se encontraron de manera frecuente y abundante durante seis meses del año. Los adultos se encontraron alimentándose de tallos y frutos en desarrollo de la pitahaya; y presentaron una abundancia de media a alta en cuatro meses, de junio a septiembre. Mientras que los adultos de *P. odiosus* se encontraron durante cinco meses del año en plantas de pitahaya, de algunas plantas de hoja ancha y de leguminosas arbustivas que son malezas en la huerta y no se tienen evidencia directa de su alimentación en pitahaya; esta insecto tuvo una abundancia media en abril a mayo y de septiembre a octubre (Cuadro 2. 5). En general, los periodos de mayor abundancia de estas especies coinciden con las etapas fenológicas de floración y plenitud de fructificación de la pitahaya. El género *Mozena* esta asociado a leguminosas y árboles, en particular se ha colectado en mezquite (*Prosopis* sp. L.) alimentándose de hojas y frutos; también se le reporta en acacia (*Acacia* spp. Mill.) y en fabaceas (Brailovsky *et al.*, 1995).

Los adultos de *P. odiosus* se presentaron de forma semifrecuente y con abundancia media en dos periodos del año, abril-mayo y septiembre-octubre (Cuadro 2. 5). Esta especie se distribuye en México y Centroamérica; es un insecto fitófago de:

Euphorbiaceae (*Jatropha curcas* L.) y Mimosaceae (*Acacia* sp., *Lysiloma* sp. Benth. y *Prosopis* sp.) (Brailovsky & Maes, s/a), y existen escasos reportes de ataque o daño en la familia Cactaceae. Sin embargo, en este estudio *P. odiosus* casi siempre se observó sobre malezas de hoja ancha y leguminosas arbustivas en la huerta. En general, los coreidos son chinches fitófagas que se alimentan principalmente de savia y frutos (Brailovsky & Maes, s/a). Los adultos de la mayoría de las especies de chinches encontradas en este estudio se alimentaron de la savia de los tallos, de brácteas de botones florales, flores y frutos en desarrollo.



Figura 2. 4. Planta de *Hylocereus undatus* subsp. *luteocarpus* Cáliz de Dios (A). Insectos del orden Hemiptera (Coreidae): Ninfa(s) y adulto(s) de *Narnia femorata* (B) y (C), *Leptoglossus zonatus* (D), *Acanthocephala femorata* (E), *Chelinidie tabulata* (F) y ninfa(s) y adulto(s) de *L. lineosus* (G), (H) alimentándose de la savia de las estructuras vegetativas y reproductoras de la pitahaya.

iii) Orden Lepidoptera:

En este orden se identificaron tres familias; en Phycitidae se encontraron sólo larvas de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar (Cuadro 2. 6); en Gelechiidae se encontraron larvas del género *Metapleura* sp. Busck y en Tortricidae al género *Platynota* sp. (Cuadro 2. 6). Dichos géneros fueron identificados por comparación con otros especímenes de referencia de plagas del nopal.

Cuadro 2. 6. Fluctuación poblacional de larvas del orden Lepidoptera asociadas a *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, durante el 2008.

Género y especie	Meses del año											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Ozamia fuscomaculella clarefacta</i>	--	--	B	M	EA	EA	EA	MA	B	--	--	--
<i>Metapleura</i> sp.*	--	--	B	--	B	--	B	B	B	B	B	--
<i>Platynota</i> sp.*	--	--	--	--	B	B	B	--	--	--	--	--

Abreviaturas: B= Población baja (1 a 5 individuos), M= Población media (6 a 10 individuos), A= Población alta (11 a 15 individuos), MA= Población muy alta (16 a 20 individuos) y EA= Población extremadamente alta (>25 individuos).

*No se logró identificar el género por especialista debido a que hubo pocos ejemplares, pero se está en espera de coleccionar más material para corroborarlos.

Familia Phycitidae: De esta familia se identificó a la especie *O. fuscomaculella clarefacta* en pitahaya, las larvas fueron frecuentes y abundantes durante siete meses del año. Dichas larvas se alimentaron directamente de los ápices en los tallos inmaduros, botones florales, flores y frutos formando galerías. Los estados inmaduros de este insecto presentaron una abundancia de media a extremadamente alta durante cuatro meses, de mayo a agosto (Cuadro 2. 6) (Fig. 2. 6. B, C, E, D y F). Es muy probable que dicha abundancia esté relacionada con la fenología de la pitahaya, debido a que existe una mayor cantidad y disponibilidad de alimento y de sitios de oviposición. Además, durante ese periodo del año las temperaturas fueron las más elevadas, y la disponibilidad de recursos, pudiera favorecer la cópula y oviposición del insecto.



Figura 2. 5. Planta de *Hylocereus ocamponis* (A). Insectos del orden Lepidoptera (Phycitidae, Tortricidae y Gelechiidae): Larva y daño de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* (B), (C), (D), (E) y (F) dañando estructuras vegetativas y reproductoras. Larvas de *Platynota* sp. (G) y *Metapleura* sp. (H) dañando estructuras vegetativas.

Las larvas de *O. fuscomaculella clarefacta* dañaron tallos inmaduros, botones florales, flores y frutos. Este comportamiento ya había sido reportado por Ramírez-Delgadillo *et al.* (datos sin publicar), en donde este lepidóptero se alimentó de estructuras vegetativas (tallos inmaduros) y reproductoras (botones florales, flores y frutos) de 21 genotipos de *Hylocereus*; además, Mann (1969) menciona que todos los miembros de los géneros *Ozamia* Ragonot y *Sigelgaita* Heinrich, así como las únicas especies del género *Noctuella* (Denis & Schiffermüller) en la familia Pyraustidae, se alimentan principalmente de frutos y ocasionalmente destruyen grandes proporciones del fruto. La mayoría de las especies atacan frutos de *Opuntia* spp. y de otras cactáceas, pero dos especies en Argentina son barrenadores de

tallos del género *Cereus* Mill. (Mann, 1969). En Nicaragua se reportó a *Maracayia chlorisalis* Walter (Lepidoptera: Pyralidae) como plaga que ataca tallos de pitahaya, pero su principal daño es en flores y frutos (Anónimo, 1999).

Familia Gelechiidae: De esta familia se identificó al género *Metapleura* sp., está fue frecuente pero con abundancia baja durante siete meses de año. Las larvas de este insecto se encontraron alimentándose y haciendo galerías en tallos maduros de pitahaya (Cuadro 2. 6) (Fig. 2. 6. H). Las larvas de *M. potosi* Busck barrenan las pencas del nopal haciendo túneles individuales, especialmente aquellas con menos de un año de edad (Delgadillo *et al.*, 2008). Mena y Rosas (2004) mencionan que las larvas *M. potosí* barrenan las pencas del nopal de un año de edad haciendo túneles individuales.

Familia Tortricidae: De esta familia se identificó al género *Platynota* sp., este presentó abundancia baja durante tres meses de año, mayo a julio. Las larvas de este insecto se encontraron alimentándose de tallos inmaduros de la planta (Cuadro 2. 6) (Fig. 2. 6. G). La larva de este género se alimenta de tejido joven, en *Opuntia* sp. causa daño al alimentarse de cladodios inmaduros, además afecta la estética al enrollar los bordes de las pencas con seda (Anónimo. s/a). En Nicaragua, se ha reportado que *P. rostrana* (Walker) afecta a 13 familias botánicas (Maes, 2004) pero no en cactáceas. Según Nava *et al.* (2006), los enrolladores de las hojas producen seda que utilizan para unir las hojas entre sí o unirlas con la fruta en donde se resguardan y alimentan; esto mismo se observó en los tallos de pitahaya evaluados en este trabajo donde formó su refugio y se alimentó de ellos. Los adultos de estas tres familias no se observaron en campo, probablemente por sus hábitos crepusculares o nocturnos y porque no se colocaron de trampas de luz en el cultivo.

2. 4 CONCLUSIONES

En el patosistema pitahaya-insectos se encontraron a tres órdenes alimentándose y dañando estructuras vegetativas y reproductoras. De Coleóptera se encontraron cuatro familias que comprendieron ocho géneros y 12 especies; de Hemiptera una familia que comprendió seis géneros y nueve especies; y de Lepidoptera a tres familias que comprendieron tres géneros y una especie. Por la abundancia e intensidad de daño causado y observado en pitahaya en campo, se menciona que las especies *M. espinolae*, *O. fuscomaculella clarefacta*, *N. femorata* y *E. leucographa* deberán ser consideradas como plagas primarias de la pitahaya.

2. 5 LITERATURA CITADA

Anónimo. s/a. Proyecto ejecutivo para la implementación del manejo integral y desarrollo autosostenible del BCH. Diagnóstico. Ed. DGUBUEA-UNAM. México, D. F. 142 p. En línea:

<http://www.tierradeideas.com/centro/local/puec/informe.pdf> (Consultado: 12/ diciembre / 2010).

Anónimo. s/a. Principales plagas y enfermedades que se presentan en la región de milpa alta. Ed. CESAVE-DF. En línea:

<http://api.ning.com/files/MesKdz69JWv0BN9V7R94q0faPYL-F8dzNkkUnlx38EGsdO-6rl537i5mTodZnftzUbJZ59zRsQy7wtGFX7kMKIPr16m9Md-5/folletonopal.pdf>

(Revisado: 12 diciembre del 2010).

Anónimo. 1988. Enciclopedia: Los municipios del estado de Morelos. Ed. CNEM de la Secretaria de Gobernación. México, D. F. 137 p.

- Anónimo. 1999. Manual técnico- Fitosanidad en Pitahaya. Ed. APENN, MAG-FOR y OIRSA. 118 p. En línea: <http://www.apenn.org.ni/html/pitahya.ing.html> (Revisado: 15 de enero del 2007).
- Anónimo. 2000. Manual técnico: buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Ed. OIRSA. 54 p. En línea: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALPITAHAYA.pdf> (Revisado: 10 Enero del 2010).
- Aguirre, P. K. E. 2002. Caracterización morfológica y fitosanitaria de clones selectos de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Tesis de Maestría. IREGEP-Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 80 p.
- Anónimo, 2007. Plagas y enfermedades. Ed. Instituto nacional de ecología. En línea: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/70/plagas.html> (Consultado: 12/ diciembre / 2010).
- Borror, D. J., C. A. Triplehorn and N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. 6^{ta} edition. Ed. Saunders Collage Publishing. New York, EE. UU. 875 p.
- Brailovsky, H. y J. M. Maes. s/a. Fauna entomológica de Nicaragua. Familia Coreidae. En línea: <http://www.bio-nica.info/Ento/Heterop/coreidae/COREIDAE.htm> (Revisado: 13 Diciembre del 2010).
- Brailovsky, H., E. Barrera, C. Mayorga y G. Ortega L. 1994. Estadios ninfales de los coreídos del valle de Tehuacán, Puebla (Hemiptera-Heteroptera) I. *Chelinidea staffilesi*, *C. tabulata* y *Narnia femorata*. Anales Instituto de Biología, UNAM. Ser. Zool. 65: 241-264.

- Brailovsky, H., C. Mayorga, G. Ortega L. y E. Barrera. 1995. Estadios ninfales de los coreídos del valle de Tehuacán, Puebla, México (Hemiptera-Heteroptera) II. Especies asociadas a huizacheras (*Acacia* spp.) y mezquiteras (*Prosopis* spp.): *Mozena lunata*, *Pachylis hector*, *Savius jurgiosus* y *Thasus gigas*. Anales Instituto de Biología, UNAM. Ser. Zool. 66: 57-80
- Bravo, H. H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. 2^{da} edición. Ed. UNAM. México, D. F. 743 p.
- Castillo, M. R., H. Cáliz de Dios y A. Rodríguez C. 1996. Guía técnica para el cultivo de pitahaya. Ed. CONACYT-Universidad de Q. Roo-INIFAP y UACH. 158 p.
- Castillo, M. R., M. Livera M., A. E. Brechú F. y J. Márquez G. 2003. Compatibilidad sexual entre dos tipos de *Hylocereus* (Cactaceae). Rev. Biol. Trop. 51: 699-705.
- Castillo, M. R., M. Livera M. y G. J. Márquez G. 2005. Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Agrociencia 39: 183-194.
- Chemsak, J. A., E. Gorton L. y F. A. Noguera. 1992. Listados faunísticos de México. II Los Cerambycidae y Disteniidae de Norteamérica, Centroamérica y las indias occidentales (Coleóptera). Ed. UNAM. México, D. F. s/p. En línea: <http://www.ibiologia.unam.mx/BIBLIO68/fulltext/lf2.html> (Consultado: 12/diciembre/2010).
- Delgadillo, V. I., M. A. González R. y R. Rivera H. 2008. Manejo fitosanitario del nopal verdura en Milpa alta, Distrito Federal. Folleto Técnico Núm. 2. Ed. CESAVE-DF. México, D. F. 64 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4^a edición. Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 132 p.

- Gibson, C. A. and P. S. Nobel. 1986. The Cactus Primer. Ed. Harvard University Press. London, England. 286 p.
- Le Bellec F., F. Vaillant & E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits* 61: 237–250.
- Livera-Muñoz, M., Y. D. Ortiz-Hernández, R. Castillo-Martínez, F. Castillo-González, R. Martínez-Chávez, J. J. Ramírez-Delgadillo, A. J. Valencia-Botín y J. A. Carrillo-Salazar. 2010. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): problemas, logros y perspectivas. *En*: Cruz-Izquierdo S, A. Muratalla L. y A. T. Kato Y. (comps.). La investigación al servicio del campo mexicano. Ed. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética. Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México pp: 69-71.
- Maes, J. M. 2004. Insectos asociados a algunos cultivos tropicales en el atlántico de Nicaragua. Parte XIII. Piña (*Ananas comosus*, Bromeliaceae). *Revista Nicaragüense de Entomología*. Suplemento 1: 1-107.
- Mann, J. 1969. Cactus-feeding insects and mites. Museum of natural history. Bulletin 256. Ed. Smithsonian Institution. Washington, D. C. 158 p.
- Martínez, C. 2000. Escarabajos Longicornios (Coleóptera: Cerambycidae) de Colombia. *Biota Colombiana*. 1: 76-105.
- Mena, C. J. y S. Rosas G. 2004. Guía para el manejo integrado de las plagas del nopal tunero. Publicación especial Núm. 14. Ed. SAGARPA-INIFAP-CESAVEZ. Calera de Víctor de Rosales, Zacatecas. 34 p.
- Méndez, A. W. 1999. Identificación y fluctuación poblacional de los principales insectos plaga del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en plantaciones comerciales en Yucatán. Tesis de Licenciatura. Zonas

- Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 89 p.
- Méndez, G. S. de J. 1994. Principales plagas del nopal. *En*: Esparza, F. G. y S. de J. Méndez G. (eds.). Memorias. Aportaciones técnicas y experiencias de la producción de tuna en Zacatecas. Ed. CREZOS-CP, CECCAM, INCA Rural, SARH, UACH, UAZ. Morelos, Zacatecas. pp: 49-57.
- Micó, E., W. E. Hall and B. C. Ratcliffe. 2001. Descriptions of the larvae of *Hoplopyga singularis* (Gory & Percheron) and *Hologymnetis cinerea* (Gory & Percheron) with a revised key to the larvae of new world gymnetini (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). *The Coleopterists Bulletin*, 55: 205-217.
- Nava, D. E., P. Fortes, D. G. de Oliveira, F. T. Vieira, T. M. Ibelli, J. V. C. Guedes and J. R. P. Parra. 2006. *Platynota rostrana* (Walker) (Tortricidae) and *Phidotricha erigens* Raganot (Pyralidae): artificial diet effects on biological cycle. *Brazilian Journal of Biology*. 66: 1037-1043.
- Navarrete, H. J. L., E. Arriaga V., A. L. González H., R. López Velásquez y J. Cortés A. 2008. Guía de Artrópodos de Arcediano. Ed. Grafimex Impresores, S.A. de C. V. México, D. F. 174 p.
- Ortiz, H. Y. D. 1999. Pitahaya: un nuevo cultivo para México. Ed. Limusa-Grupo Noriega. México, D. F. 111 p.
- Ortiz, H. Y. D. 2000. Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus spp.*). Ed. IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN. Oaxaca, México. 124 p.
- Ortiz, H. Y. D. y M. Livera M. 1995. La pitahaya (*Hylocereus spp.*): Recurso genético de América. *En*: E. Pimienta B. *et al.* (eds.). Memorias del 6^{to} congreso

- nacional y la 4^{ta} Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. Guadalajara, México. pp: 191-194.
- Ortiz, H. Y. D. y M. Livera M. 2000. Manual para la propagación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) Ed. CP-IPN-CONACYT-SEMARNAP. México, D. F. 36 p.
- Ramírez, M. F. de J. 2007. Manual para la producción y paquete tecnológico de pitahaya en el estado de Puebla. Ed. SEDEREP. Puebla. 32 p. En línea: <http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/450148.235.138.1330-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20DE%20PITAHAYA.pdf> (Revisado: 15 Junio del 2008).
- Rodríguez, C. A., J.C. García A., MA. G. González S., C. Jiménez R., M. C. Moreno G., L. J. Pallares H., V. Ramírez L., L. Rosas M., R. Rueda R., E. Trejo T., S. Velazco G., y E. Zárate E. 1993. El cultivo de la pitahaya en Yucatán. Ed. CRUPY-UACH y Gobierno de estado de Yucatán. Yucatán, México. 53 p.
- Rodríguez, C. A. 1997. Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros. Estado mundial de su cultivo y comercialización. Ed. FONAES y CRUPY-UACH. Yucatán, México. 70 p.
- Rodríguez, C. A. 2000. Pitahayas. Estado mundial de su cultivo y comercialización. Ed. Fundación Yucatán Produce, A. C. y CRUPY-UACH. Yucatán, México. 153 p.
- Romero, M. A. 1994. Manejo fitosanitario de la pitahaya en Nicaragua. Insectos. *En: Memoria del primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya.* Managua, Nicaragua. pp: 86-98.

- Triplehorn, C. A. and N. F. Jonson. 2005. Borror and Delong's Introduction to the study of Insects. 7^{ma} edition. Ed. THOMSON, Brooks/Cole. California, USA. 864 p.
- Trucios, C. H. 2005. Identificación de plagas de la pitahaya *Hylocereus undatus* Howarth en el valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 62 p.
- Zimmermann, H. G. and G. Granata. 2002. Insects pests and diseases. *In*: P S Nobel (ed.) Cacti: Biology and Uses. Ed. University California Press. California, USA. pp: 235-254.

CAPITULO III.

BIOLOGÍA Y DAÑO DE *Metamasius spinolae* GYLLENHAL (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELO

RESUMEN

En campo se observó daño en tallos y botones florales de tres especies de *Hylocereus* (Cactaceae) ocasionado por un insecto en Tepoztlán, Morelos. El objetivo de este estudio fue identificarlo, caracterizar el daño y determinar su biología. A finales del 2006 mediante un recorrido preliminar se detectó la principal plaga insectil y el daño causado en pitahaya. Durante 2007 y 2008 se realizaron observaciones y recorridos mensuales para recolectar larvas, pupas y adultos en estructuras de plantas dañadas, los especímenes fueron trasladados al laboratorio. El insecto se identificó como *Metamasius spinolae* Gyllenhal; además se reporta el daño del adulto es en tallos inmaduros y el de las larvas en tallos maduros. En 2009 y 2010, se determinó el ciclo biológico del adulto y la longevidad de las hembras en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y un fotoperiodo 14:10 (L:O)), el huevo presentó en promedio una viabilidad de 93.0 % y un periodo de incubación de 5.8 ± 1.1 días (d). Las hembras tuvieron valores promedios de oviposición de 180.9 ± 86.3 huevos; el estado larval fue 41.3 ± 12.6 d y 49.0 ± 11.0 d con cuatro instares, para pupa fue de 61.1 ± 11.3 d y 93.6 ± 32.3 d y el ciclo de vida fue de 99.8 ± 13.3 y 143.6 ± 36.6 d con y sin manipulación, respectivamente. El promedio de vida para las hembras fue de 413.3 ± 90.1 d y el de preoviposición de 47.7 ± 38.7 d.

Palabras clave: Pitahaya, plaga, curculiónido, biología.

3. 1 INTRODUCCIÓN

En México se distribuyen de manera natural tres especies de *Hylocereus* (Cactaceae), *H. undatus* (Haworth) Britton & Rose y su subespecie *luteocarpus* Cálix de Dios, *H. purpussi* (Weing) Britton & Rose, *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Britton & Rose (Bravo, 1978; Ortiz, 2000; Cálix De Dios, 2005; Guzmán *et al.*, 2007) y tres tienen importancia como frutales (Livera *et al.*, 2010). Éstas se cultivan en México (Ortiz y Livera, 2000; Castillo, *et al.*, 2003) y otras regiones del mundo por sus características visuales y organolépticas (Anónimo, 1999; Ortiz, 2000; Le Bellec *et al.*, 2006). La planta se utiliza desde tiempos prehispánicos en México, pero el establecimiento de plantaciones comerciales se ha realizado en los últimos 20 años (Ortiz, 1999), principalmente en la Península de Yucatán, donde se llegaron a cultivar más de 1,000 ha y que se redujeron a menos de 350 ha (Rodríguez, 2002, Castillo *et al.*, 2003) debido a diversos factores, entre ellos la falta de variedades mejoradas y daño de plagas y enfermedades. Se ha identificado el daño que ocasionan varios insectos plaga de *Hylocereus* en México (Ortiz y Livera, 2000) y otros países (Anónimo, 1999; Rodríguez, 2002; Le Bellec *et al.*, 2006) pero en la mayoría de los casos no se ha establecido su biología sobre esta especie aún cuando pueden considerarse plagas de importancia primaria.

En México, no existen reportes de insectos plaga de *Hylocereus* spp. Con el propósito de minimizar pérdidas y tomar acciones apropiadas de manejo del cultivo, se planteó el objetivo de determinar la biología y caracterizar el daño de *M. spinolae* (Coleoptera: Curculionidae) especie que barrena órganos vegetativos de la pitahaya.

3. 2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en una huerta experimental cercana a Tepoztlán, Morelos; está se encuentra ubicada a 18° 59' latitud norte y 99° 07' longitud oeste, a una altitud de 1,541 m. El clima es templado con verano cálido, poca oscilación térmica y se clasifica como (A)Ca(w2)(w)(i)g (García, 1988). Los meses más calurosos son de marzo a mayo con vientos dominantes de norte a sur. Registra una temperatura media anual de 28 °C con un periodo de lluvias de junio a octubre y precipitación de 1,384 mm anuales (Anónimo, 1988).

Genotipos de pitahaya

La huerta experimental de pitahaya de la Orientación en Genética del Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados (CP) cuenta con una superficie aproximada de 1.8 ha, la cual fue establecida en el 2003 en un terreno pedregoso con pequeños lomeríos y pendiente menor al 5 %. En este estudio se evaluó una población de 478 plantas con espaciamiento de 5 m entre líneas y 4 m entre plantas, que comprendió a 17 genotipos de *H. undatus* (Haworth) Britton & Rose, dos de *H. undatus* subsp. *luteocarpus* Cáliz de Dios, uno de *H. purpussi* (Weing) Britton & Rose y uno de *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Britton & Rose sobre tutores vivos de *Erythrina* sp. y/o *Spondias* sp. La evaluación del daño en los órganos vegetativos y reproductores de la pitahaya se realizó mediante muestreo y observación directa mensual durante las diferentes fases fenológicas de las plantas.

Muestreo y recolecta del coleóptero en tallos de pitahaya

De octubre a diciembre del 2006 se realizó un recorrido preliminar con el objeto de identificar la principal plaga insectil en el cultivo de pitahaya. Una vez detectado el insecto y el daño causado, en 2007 y 2008 se realizaron observaciones y recorridos

mensuales en campo para recolectar de forma manual larvas, pupas y adultos en estructuras vegetativas (tallos maduros e inmaduros) de plantas dañadas. Larvas y adultos se trasladaron al laboratorio de Control Biológico del Colegio de Postgraduados (CP) y por separado, se mantuvieron en recipientes de plástico cerrados de 20x20x9 cm, con ventilación lateral de malla ciclónica y se alimentaron con tallos maduros de pitahaya; las pupas se colocaron en vasos de plástico de 207 mL. Todos se colocaron en cámara de cría a 25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y un fotoperiodo de 14:10 (luz: oscuridad) hasta obtener adultos (Fig. 3. 1. A y B). Algunas larvas se hirvieron en agua caliente y adultos se colocaron en cámara letal, ambos se conservaron en alcohol al 70 %; estos últimos se montaron, etiquetaron e identificaron a nivel de familia.

Identificación taxonómica

Diez adultos, cinco hembras y cinco machos, del coleóptero de la familia Curculionidae que daña a la pitahaya se enviaron al especialista M.C. Raúl Muñoz Vélez[†], de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional para su identificación. Otros especímenes se resguardaron en la colección de referencia de Entomología Agrícola del CP en Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Determinación del ciclo biológico

A partir del material biológico estudiado en laboratorio (adultos de ambos sexos) y confinado en recipientes de plástico cerrados, se obtuvieron huevos que se colocaron en una cámara húmeda para la emergencia de larvas. Cada 24 h se extrajeron huevos con la ayuda de una aguja de disección y un pincel de pelo fino; los huevos se colocaron en cajas Petri con papel absorbente humedecido, cada 24 o 48 h, con agua destilada (Figs. 3. 1. C y 3. 2 A, B y C). Las cajas se revisaron

diariamente para detectar la emergencia de larvas; una vez emergidas estas se colocaron en tallos de pitahaya de aproximadamente 15 cm de largo, que fueron previamente perforados para facilitar la entrada de la larva recién emergida (Fig. 3. 2. C). Esta actividad se realizó durante el 2008 y 2009, lo anterior se realizó con el fin de medir tiempo de incubación y de desarrollo de cada estadio en días (d).

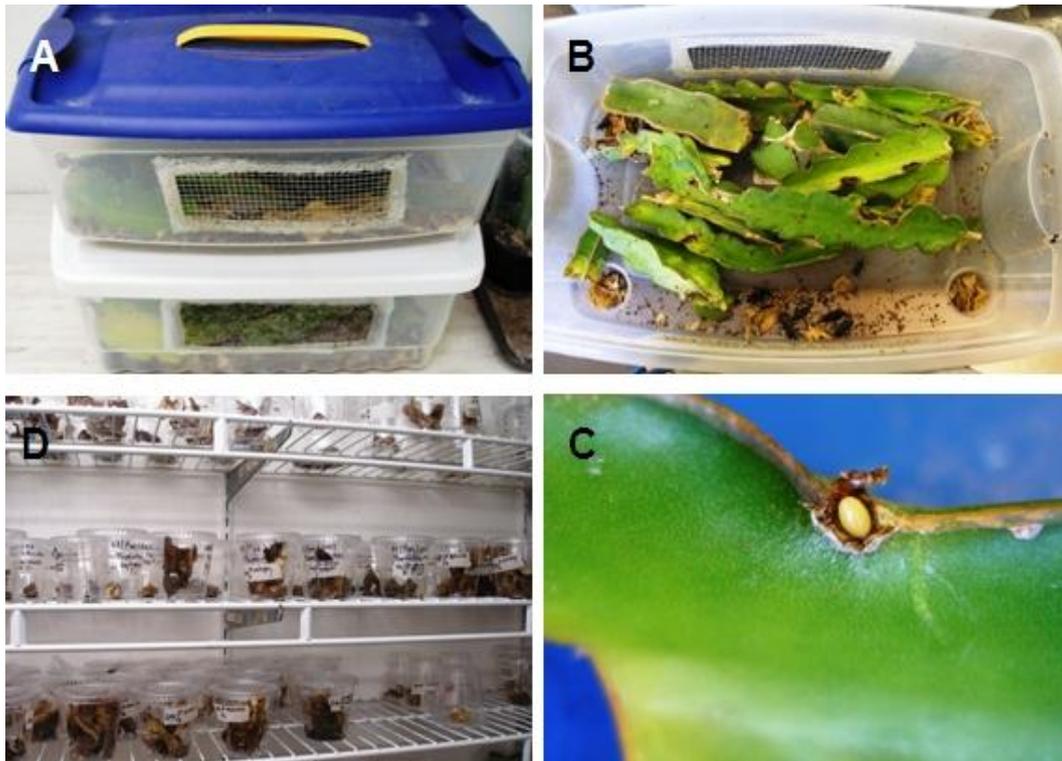


Figura 3. 1. Metodología. Adultos confinados en contenedores y alimentados con tallos de *Hylocereus* spp. (A) y (B), pupas en cámara de cría (C) y extracción de huevos (D) de *Metamasius spinolae*.

Para la determinación de la duración del periodo pupal se emplearon tanto larvas recolectadas en campo como aquellas obtenidas en laboratorio. Este periodo comenzó en el momento en que cerraban su capullo, los cuales fueron colocados en vasos de plástico de 207 mL con tapas perforadas. Cada pupa se consideró como una unidad experimental y se determinó el tiempo de duración hasta la emergencia del adulto (Fig. 3. 1. C).

Determinación de instares larvales

Para la determinación de instares larvales de esta especie en laboratorio durante el 2009 se obtuvieron larvas recién emergidas. Estas fueron colocadas en tallos de pitahaya de aproximadamente 15 cm de largo, que fueron previamente perforados en la base con un aguja de disección para facilitar la entrada de la larva (el alimento se cambiaba cada 12 o 15 días) (Fig. 3.2. C y D). Posteriormente, con la ayuda de un microscopio estereoscópico (Nikon) y una aguja de disección se checó la parte dañada del tallo cada 24 h para detectar la exuvia o la cápsula cefálica y cuantificar el número de estadios.

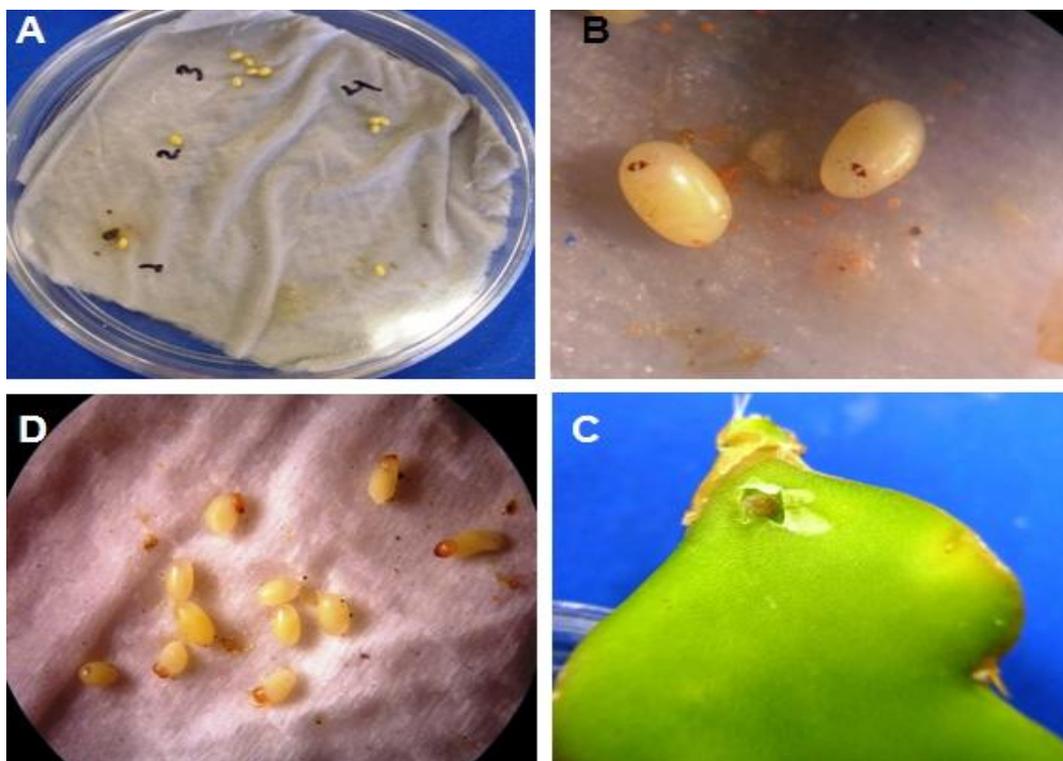


Figura 3. 2. Metodología. Huevos en cámara húmeda (A), huevos maduros (B), larvas recién emergidas (L_1) y colocada en tallos de *Hylocereus* spp. (C) y (D) de *Metamasius spinolae*, respectivamente.

Determinación de la fecundidad y longevidad de adultos

Del material recolectado y obtenido en laboratorio en el 2008 y 2009, se confinaron 40 hembras en vasos de plástico de 1 L y 40 machos en vasos de 207 mL, ambos

vasos con tapas perforadas para permitir la ventilación. Las hembras se alimentaban cada seis días con dos trozos frescos de tallos de pitahaya de aproximadamente 12 cm de largo y que además servía como sustrato para la oviposición; mientras que a los machos se les proporcionaba tallos de 5 cm para su alimentación. Los tallos de los vasos de las hembras se revisaron cada 24 h para la remoción de los huevos; mientras que los tallos en donde estaban los machos se revisaban cada tercer día y se cambiaba el alimento cada ocho días.

En los primeros seis días de cada mes se colocaban a los machos en los recipientes de las hembras, aquellos emergidos en fechas cercanas (edad similar, con ± 3 días de diferencia) para asegurar el apareo. Cada hembra fue considerada una unidad experimental y se realizaron cuantificaciones del número y tiempo de oviposición cada 24 h, además de longevidad de las hembras. La primera hembra de *M. spinolae* se confinó el 02 de junio del 2008 y la última el 29 de enero del 2009.

3. 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identidad taxonómica

Los especímenes adultos que se recolectaron en estructuras vegetativas (tallos inmaduros y maduros) se identificaron como *Metamasius spinolae* Gyllenhal (Fig. 3. C y D). *M. spinolae* es una plaga conocida del nopal y se distribuye desde Centroamérica hasta el suroeste de Estados Unidos y ataca un gran número de especies de *Opuntia* Mill. y *Nopalea* Salm-Dyck. En México se encuentra desde Chihuahua y Tamaulipas hasta Michoacán y Veracruz, con mayor abundancia en el centro del país y el altiplano (Mann 1969, Tafoya *et al.*, 2003; Méndez, 1994) donde se produce la mayor cantidad de nopal verdura y tunero.

De acuerdo con Mann (1969) y Zimmermann y Granata (2002) este picudo ha sido reportado y estudiado como plaga en varias especies de *Opuntia*; y estos últimos autores mencionan que hay pocas plagas en los géneros *Cereus*, *Hylocereus*, *Selenicereus* y *Stenocereus* cultivados comercialmente, pero no indican cuales son las plagas de *Hylocereus* o si existe una descripción de su biología en este cultivo.



Figura 3. 3. Daño causado por *Metamasius spinolae* sobre *Hylocereus* spp. en: tallo maduro y larva de primer instar (A), larva en cilindro vascular y galería (B), botón floral (C) y tallo inmaduro (D).

Ciclo biológico del picudo de la pitahaya

En condiciones de laboratorio, se obtuvo una viabilidad promedio del 93.0 % de eclosión en una muestra de 493 huevos. A pesar de que es un alto porcentaje, es probable que existan factores como el proceso de manipulación que influya ligeramente en que no se lograra una mayor eclosión. Aquellos huevos que no eclosionaron se tornaron café-oscuros y con apariencia de deshidratación. Para *M. spinolae* en el cultivo de nopal se ha reportado una viabilidad de 58.3 % en

condiciones de laboratorio a 26 ± 2 °C y fotoperiodo 12:12 h (luz/oscuridad) (Hernández, datos sin publicar); *M. hemipterus* L se ha reportado como una especie fecunda con 81.3 % (Weissling *et al.* 2003). Los resultados reportados en este trabajo de *M. spinolae* en pitahaya muestran que presenta un alto porcentaje de viabilidad.

El periodo de incubación promedio fue 5.8 ± 1.1 días en condiciones de laboratorio (Cuadro 3.1), similar a los reportado Hernández (datos sin publicar), quien menciona que para esta misma especie el periodo de incubación es 6.5 ± 1.1 d en nopal. En la familia Curculionidae se ha observado que el periodo de incubación es variable, muestra de ello es *Premnotrypes vorax* (Hustache) en papa, con un periodo de 32 ± 2 d (Niño *et al.*, 2004) y de 3.9 ± 0.6 d en *Conotrachelus psidii* Marshall en Guayaba (Bailez *et. al.*, 2003). Algunas especies del género *Metamasius* (*M. quadrilineatus* Champion y *M. callizona* (Chevrolat)) presentan un periodo de incubación muy similar que va de 8.0 ± 3.4 d (Pú, 2005) y de 8.4 ± 1.0 d (Salas y Frank, 2001), respectivamente. No obstante, hace falta su determinación en campo.

Cuadro 3. 1. Ciclo biológico de *Metamasius spinolae* en *Hylocereus* spp en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y 14:10 (luz: oscuridad)).

Estado de desarrollo	Individuos observados (número)		Tiempo (días) Promedio \pm DS
Huevo	204		5.85 ± 1.10
Larva	130		
	Con manipulación*	50	41.7 ± 12.6
	Sin manipulación*	80	49.0 ± 11.0
Pupa	130		
	Con manipulación*	50	61.1 ± 11.3
	Sin manipulación*	80	93.6 ± 32.3
Ciclo Biológico	130		
	Con manipulación*	50	99.8 ± 13.3
	Sin manipulación*	80	143.6 ± 36.6

Abreviaturas: *La manipulación o perturbación diaria de las larvas para revisar y determinar el número de instares larvales.

De 130 larvas de *M. spinolae* obtenidas en laboratorio, 50 fueron manipuladas para la revisión de la capsula cefálica y en 80 no hubo manipulación. De las primeras el periodo promedio larval fue 41.7 ± 12.6 y de las segundas fue 49.0 ± 11.0 d, es

decir, aproximadamente dos meses (Cuadros 3.1 y 3. 2). Se cuantificaron cuatro instares larvarios para esta especie; en L₁ se tuvo una duración promedio de 4.8 ± 0.7 d, en L₂ fue de 9.3 ± 1.2 d, para L₃ fue 13. 4 ± 1.1 d y para L₄ 20.2 ± 1.4 d (Cuadro 3. 2). Cabe hacer mención que de estas 50 larvas, sólo 41 llegaron a capullo y 34 se convirtieron en adulto.

Según Frank *et. al.* (2006), mencionan que todos los picudos de las familias Curculionidae y Dryophthoridae presentan cinco instares larvarios; *M. callizona* tiene una duración promedio de 37.4 ± 5.8 d con cinco instares larvales (Salas y Frank, 2001), *M. mosieri* Barber requiere 59.6 d y presenta cinco instares larvales (Cave *et al.* 2006), *Cosmopolites sordidus* Germar presenta cinco instares larvales (Pantoja, *et al.* ,2006) pero Gold *et. al.* (1999) mencionan que presenta de 5 a 7 instares; sin embargo, otros Curculionidos presentan cuatro instares larvales como *Heilipus lauri* Boheman con una duración de 48.5 ± 2.3 d (Castañeda, 2008) y *C. psidii* con un periodo de 16 ± 3.8 d (Bailez *et. al.*, 2003). De lo anterior, se puede observar que el periodo larval en ambas familias es similar; no obstante Hernández (2009; datos sin publicar) menciona que esta especie en nopal tiene un periodo promedio de 114.9 ± 13.9 d con cinco instares larvales en laboratorio que comparado con los resultados de este trabajo es muy alto, tampoco existe similitud en el número de instares larvales.

Cuadro 3. 2. Número de capsulas cefálicas de *Metamasius spinolae* en *Hylocereus* spp en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y 14:10 (luz: oscuridad)).

Individuos observados (número)	Instares larvales	Tiempo (días) Promedio ± DS
50	1 ^{ero}	4.8 ± 0.7
50	2 ^{do}	9.3 ± 1.2
47	3 ^{ero}	13.4 ± 1.1
43	4 ^{to}	20.2 ± 1.4
41		41.7 ± 12.6

Para determinar el número de instares larvales, en la mayoría de estudios han medido el ancho de la capsula cefálica (Salas y Frank, 2001; Bailez *et al.*, 2003; Guerrero *et al.*, 2004; Pantoja, *et al.*, 1999 y 2006; Cave *et al.*, 2006); el análisis se basa en la regla de Dyar (1890) que consiste en que la cápsula cefálica una vez esclerosada, permanece más o menos constante durante cada instar, con una progresión geométrica regular entre mudas. Es fácil diferenciarlos por este método presenta la inconveniencia de que pueda haber traslajos entre instares que causen incertidumbre en la determinación apropiada de un instar en particular (García y Haro, 1987).

De 130 pupas de *M. spinolae* obtenidas en laboratorio, 50 fueron manipuladas para la revisión de la cápsula cefálica y en 80 no hubo manipulación; de las primeras el periodo promedio pupal fue 61.1 ± 11.3 d y de las segundas fue 93.6 ± 32.3 d, es decir, dos a tres meses (Cuadro 3.1). Como se puede observar, las larvas sin manipuleo presentan un periodo de tiempo mayor en reposo, y posiblemente esto influya en su etapa adulta (longevidad y fecundidad de hembras, entre otros); pero esto deberá ser corroborado en estudios posteriores.

De los pocos trabajos realizados en esta especie pero en cultivo de nopal está el de Hernández (datos sin publicar) quién obtuvo un periodo de 124.3 ± 32.6 d (aprox. cuatro meses) en condiciones de laboratorio. Otros trabajos realizados con otras especies muestran que en *M. hemipterus* tuvo un periodo de 15.3 ± 1.1 d (León-Brito *et al.*, 2005), en *M. callizona* el periodo fue 11.8 ± 1.5 d (Salas y Frank, 2001), *M. mosieri* requiere 9.7 d (Cave *et al.*, 2006), en *H. lauri* el periodo fue 15.3 ± 1.6 d (Castañeda, 2008) y para *C. sordidus* el periodo pupal fue de 7 d (Gold *et al.*, 1999); al comparar las especies citadas con los resultados de este trabajo se

observa que la mayoría tienen un periodo pupal corto. Solamente en el trabajo de Hernández (datos sin publicar) el periodo pupal del picudo del nopal fue largo.

En condiciones de laboratorio el ciclo promedio de vida del picudo de la pitahaya es de 99.8 ± 13.3 d a 143.6 ± 36.6 d con y sin manipulación de larvas, respectivamente (Cuadro 3.1). Esto indica que su ciclo es de 3 a 4 meses y que bajo las condiciones de Tepoztlán, Morelos y en pitahaya se pueden tener de dos a tres generaciones por año; lo que implica que se deben tomar las medidas adecuadas de prevención y control para evitar que se convierta plaga, como ha sucedido en el caso del nopal. Esto fue observado por Gold *et. al.* (1999) quienes mencionan que los métodos de crianza pueden influir en el número de instares y en la longitud del periodo larval.

Fecundidad y fertilidad de hembras de *Metamasius spinolae*

En *M. spinolae* se obtuvo un periodo promedio de preoviposición de 47.7 ± 38.7 d, es decir aproximadamente 1.5 meses en el que las hembras recién emergidas alcanzaron su madurez sexual; presentando un periodo promedio de oviposición de 354.9 ± 88.3 d y un periodo promedio de tiempo antes de morir de 12.5 ± 16.4 d por hembra (Cuadro 3. 3). Weissling *et al.* (2003) mencionan que las hembras recién emergidas de *M. hemipterus sericeus* (Olivier) ovipositan en promedio a los 27 d, que en *M. callizona* la oviposición inicia los 28.9 d y continuaron ovipositando toda la vida (Frank *et al.*, 2006) y que las hembras de *M. quadrilineatus* ovipositan a los 23.3 ± 3.6 d (Pú, 2005). Quizá este periodo este influido por el proceso de confinamiento de la hembra a espacio reducido, la calidad del alimento y de los sitios de oviposición.

En laboratorio para *M. spinolae* se cuantificó un total de 3,979 huevos/ 22 hembras en 59 semanas promedio de oviposición y 180.9 ± 86.3 huevos/ hembra como promedio, lo que equivale a 0.4 ± 0.2 huevos/ hembra/ d; la hembra con mayor

oviposición presentó 332 huevos en 416 d y la menor con 35 huevos en 461 d. Hernández (2009, datos sin publicar) en condiciones de laboratorio cuantificó un total de 1,013 huevos/ 16 hembras/ 29 semanas de oviposición en invernadero (27 ± 3 °C) con un promedio 63.3 ± 30.3 huevos/ hembra, equivalente a 0.4 ± 0.7 huevos/ hembra/ d. En otras especies de *Metamasius* se observan valores bajos de fecundidad. Por ejemplo, Frank *et al.* (2006) reportaron que *M. callizona* 2,973 huevos/75 hembras pero no indicaron el tiempo, con promedio de oviposición de 39.6 huevos/ hembra; Pú (2005) señala a *M. quadrilineatus* con un total de 593 huevos/ 30 hembras/ 30 semanas con un promedio de 0.1 huevos/hembra/ d y Cave *et al.* (2006) reportaron un promedio de 39.2 ± 3 huevos/ hembra de *M. Mosieri*. Otra especie de la familia Curculionidae muestra que para *H. lauri* un total de 8,482 huevos/ 17 hembras/ 56 semanas de oviposición y un promedio de 498.5 ± 208.8 huevos/ hembra a 26 ± 2 °C (Castañeda, 2008).

Cuadro 3. 3. Fecundidad y longevidad promedio de hembras de *Metamasius spinolae* en *Hylocereus* spp. en laboratorio (25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y 14:10 (luz: oscuridad)).

Etapa	Individuos observados (número)	Tiempo (días)
		Promedio \pm DS
Preoviposición	40	47.7 ± 38.7
Oviposición	22	354.9 ± 88.3
Tiempo promedio antes de morir	22	12.5 ± 16.4
Longevidad	22	413.3 ± 90.1

En este estudio los resultados muestran que los valores promedios de oviposición por hembra son altos si son comparados con los promedios de las especies mencionadas anteriormente, incluida *M. spinolae* en nopal (Hernández, 2009, datos sin publicar). Por el contrario, si comparamos los resultados del picudo de la pitahaya de este estudio con lo realizado por Castañeda (2008), se puede observar que presenta valores cercanos a su promedio. Posiblemente el número bajo se

deba a que el número de hembras, el tiempo de evaluación y las condiciones brindadas no fueron las más adecuadas para que expresaran su potencial.

La fertilidad y fecundidad son parámetros importantes como herramienta básica para el conocimiento del potencial de una especie insectil en particular; porque al conocer el número de huevos y el tiempo de oviposición sirven para el pronóstico de la magnitud del daño que puede causar dicha población de insectos en un lugar y cultivo determinados (Castañeda, 2008).

Longevidad de adultos

Las hembras adultas de *M. spinolae* llegaron a sobrevivir en promedio 413.3 ± 90.1 d (1.13 años), la hembra con mayor longevidad fue 598 d (1.6 años) y la menor con 163 (0.45 años) en condiciones de laboratorio (Cuadro 3. 2). Estos resultados sugieren que si conjuntamos la longevidad, que es larga, y alta fecundidad de *M. spinolae* en pitahaya dará como resultado un insecto destructivo si no se le controla oportunamente. Aunque es necesario realizar evaluaciones de estos parámetros en campo. Estos resultados son altos al compararlos con los obtenidos en otros estudios realizados en especies de este género, por ejemplo adultos de *M. hemipterus* tienen una longevidad de 73.4 ± 1.7 d (León-Brito *et al.*, 2005); *M. quadrilineatus* presenta una longevidad promedio en hembras de 209 d (Pú, 2005); *M. Mosieri* presenta una longevidad promedio en hembras de 252.7 d y de 351.4 d en machos (Cave *et al.*, 2006). Sin embargo, son similares a los reportados por Monroy e Insuasty (2006) quienes mencionan que los adultos de *C. psidii* sobreviven 435 d en laboratorio.

Hábitos y daño de *Metamasius spinolae*

En campo se observaron adultos de *M. spinolae* los cuales fueron recurrentes y abundantes durante todo el año, dañando al cultivo de pitahaya. Estos se

alimentaron directamente de los tallos de cualquier edad, pero fueron frecuentes en los menores de 12 meses (inmaduros); además se encontraron alimentándose de botones florales (Fig. 3. 3. C y D). Con respecto a su hábitos se pudo observar que prefieren alimentarse por las mañanas (hasta las 12:00 h) y por las tardes (después de las 5:00 pm), y cuando las insolación es mayor se refugian debajo de piedras, en las hendiduras de los troncos (tutores muertos), en la hojarasca y en espacios protegidos por los tallos en la base de las plantas de pitahaya. Se observaron de manera abundante en los meses de abril a septiembre, la cual está relacionada con la fenología de la planta, por la mayor disponibilidad de tallos inmaduros en el año para alimento.

Las larvas de primer instar se alimentan de tallos maduros y provocan que la planta produzca una secreción blanca. El principal daño a las plantas de pitahaya lo causan las larvas de tercer y cuarto instar al alimentarse de los tallos en los dos tercios inferiores de la planta, debido a que los perforan y forman galerías al alimentarse del parénquima, y de esta forma afectan el cilindro vascular y la médula central (Fig. 3. 3. A y B). Dicho daño afecta el transporte del xilema, floema y el soporte mecánico, lo que provoca la pérdida de la rama, o planta, cuando es ocasionado en la base; ya que estas especies se caracterizan porque los caracteres de la madera muestran mayor especialización en la eficiencia del transporte de agua que en el soporte mecánico (García *et al.*, 2009). En Nicaragua se reportan daños similares en pitahaya ocasionados por adultos de *Metamasius* sp. (Anónimo, 2000) y por *M. fareih striatoforatus* Galli (Anónimo, 1999; Pohlen *et al.*, 2007) perforando tallos, botones florales, flores, provocando su caída, causando pudrición y deformación en frutos.

Las larvas del cuarto instar dejan de alimentar y hacen su capullo o cámara pupal con las fibras del cilindro vascular, así como con los desechos derivados del tejido parenquimatoso de los tallos después de completar su desarrollo. Dichas larvas hacen los capullos pegados a los restos de la médula central pero algunas se introducen en la médula para formar su capullo; esto como una medida posible de escape a los parasitoides. Del tallo afectado solamente queda la cutícula que tiene una apariencia de papel translucido y que resguarda al capullo.

La mayor emergencia de adultos ocurrió durante marzo-abril, probablemente porque las condiciones de humedad y temperatura son favorables para esta parte del ciclo. Con frecuencia se puede observar la cópula antes del medio día; es importante mencionar que la hembra busca los sitios más adecuados para la oviposición. Esta la realiza en hendiduras, daño mecánico viejo, areolas sanas y dañadas de los tallos que mimetizan al huevo; que es depositado generalmente en los dos tercios inferiores de la planta y cubierto con una sustancia de color marrón secretada por la hembra; esta sustancia se endurece al contacto con el aire (en aprox. 30 min) y cambia de color (gris a oscuro). Esta es una medida de protección a los huevos contra la deshidratación del embrión; y probablemente contra enemigos naturales. Generalmente, la hembra oviposita un huevo por sitio pero en laboratorio se observó hasta dos huevos por sitio de oviposición; esto probablemente ocurrió por el tamaño del tallo (< 15 cm), la escasa disponibilidad de sitios de oviposición y el espacio reducido de confinamiento.

3. 4 CONCLUSIONES

En este estudio se reporta a la especie *M. spinolae* alimentándose y dañando tallos, brácteas y tépalos en botones florales de *H. undatus* y de su subespecie *luteocarpus*, *H. purpussi* y *H. ocamponis* en Tepoztlán, Morelos. Los valores promedio del ciclo biológico son 99.8 ± 13.3 d y 143.6 ± 36.6 d con y sin manipulación, respectivamente; una oviposición de 354.9 ± 88.3 d (180.9 ± 86.3 huevos/ hembra) y una longevidad de hembras de 413.3 ± 90.1 d. Por la alta incidencia, alta fecundidad y largo periodo de longevidad deberá ser considerada como un peligro potencial en plantaciones actuales y futuras en México, y realizar estudios complementarios de su biología en pitahaya para proponer estrategias de manejo.

3. 5 LITERATURA CITADA

- Anónimo. 1999. Manual técnico: Fitosanidad en pitahaya. Ed. APENN, MAG-FOR y OIRSA. 118p. En línea: <http://www.apenn.org.ni/html/pitahya.ing.html> (Revisado: 15 Enero del 2007).
- Anónimo. 2000. Manual técnico: Buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Ed. OIRSA. 54 p. En línea: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALPITAHAYA.pdf> (Revisado: 10 Enero del 2010).
- Bravo H. 1978. Las cactáceas de México. Vol I. Ed. UNAM. México, D. F. 743 p.
- Bailez, O. E., A. M. Viana-Bailez, J. O. G. de Lima and D. D. O. Moreira. 2003. Life-history of the guava weevil, *Conotrachelus psidii* Marshall (Coleoptera: Curculionidae). Under laboratory conditions. Neotropical Entomology. 32: 203-207.
- Cáliz de Dios H. 2005. A new subspecies of *Hylocereus undatus* (Cactaceae) from southeastern Mexico. Haseltonia 11: 11-17.

- Castañeda, V. A. 2008. Bioecología del barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la región central de México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 83 p.
- Castillo M. R., M. Livera-Muñoz, A. E. Brechú F. y J. Márquez-Guzmán. 2003. Compatibilidad sexual entre dos tipos de *Hylocereus* (Cactaceae). Rev. Biol. Trop. 51: 699- 706.
- Cave, D. R., P. S. Duetting, O. R. Creel and C. L. Branch. 2006. Biology of *Metamasius mosieri* (Coleoptera: Dryophthoridae), with a description of larval and pupal stages. Annals of the Entomological Society of America 99: 1146-1153.
- Frank, J. H., T. M. Cooper and C. Larson. 2006. *Metamasius callizona* (Coleoptera: Dryophthoridae): longevity and fecundity in the laboratory. Florida Entomologist 89: 208-211.
- García A. Ma. de los A, T. Terrazas y S .Arias. 2009. Anatomía caular de tres especies de *Hylocereus* (Berger) Britton & Rose (CACTACEAE) en México. Rev. Fitotec. Mex. 32: 201-208.
- García, P. F. y A. Haro. 1987. Determinación y caracterización de los estadios larvales de *Zeuzera pyrina* (Lepidoptera: Cossidae) en un cultivo de laboratorio. Boletín de la Asociación Española de Entomología 11: 43-56.
- Gold, C. S., P. S. Nemeje and R. Coe. 1999. Recognition and duration of the larval instars of banana weevil, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera: Curculionidae), in Uganda. African Entomology 7: 49-62.

- Guerrero, R. E., J. A. Lezcano B., V. M. Sánchez V., J. Corrales R. y J. Landeros F. 2004. Biología del picudo de la yema del manzano *Amphidees latifrons* (Sharp) (Coleoptera: Curculionidae). *Acta Zoologica Mexicana* 20: 265-272.
- Guzmán U., S. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Ed. UNAM-CONABIO. México, D.F. 315 p.
- Hernández, O. C. E. 2009. Biología del picudo del nopal *Metamasius spinolae* (Gyllenhal), (Coleoptera: Curculionidae). Tesis de Licenciatura. ENCB-IPN. México, D. F. 45 p.
- Le Bellec F., F. Vaillant & E. Imbert. 2006. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. *Fruits* 61: 237-250.
- León-Brito, O., L. N. Vásquez, C. Lárez y R. Silva-Acuña. 2005. Ciclo de vida y longevidad de *Metamasius hemipterus* L. (Coleoptera: Curculionidae), una plaga de la palma aceitera en el estado de Monagas, Venezuela. *Bioagro* 17: 115-118.
- Livera-Muñoz, M., Y. D. Ortiz-Hernández, R. Castillo-Martínez, F. Castillo-González, R. Martínez-Chávez, J. J. Ramírez-Delgadillo, A. J. Valencia-Botín y J. A. Carrillo-Salazar. 2010. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): problemas, logros y perspectivas. *En*: Cruz-Izquierdo S, A. Muratalla L. y A. T. Kato Y. (comps.). La investigación al servicio del campo mexicano. Ed. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética. Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México pp: 69-71.
- Mann J. 1969. Cactus-feeding insects and mites. Museum of natural history. Bulletin 256. Ed. Smithsonian Institution. Washington, D.C. 158 p.
- Méndez G. S. de J. 1994. Principales plagas del nopal. *En*: G Esparza F. y S. de J. Méndez G. (eds.) Memorias: Aportaciones Técnicas y Experiencias de la

- Producción de Tuna en Zacatecas. Ed. CECCAM, CP, UACH, UAZ, SARH. Morelos, Zacatecas. pp: 49-57.
- Monroy, R. A. y O. I. Insuasty. 2006. Biología del Picudo de la guayaba *Conotrachelus psidii* (Marshall) (Coleoptera: Curculionidae). Ciencia y Tecnología Agropecuaria 7: 73-79.
- Niño, L., E. Acevedo, F. Becerra y M. Guerrero. 2004. Aspectos de la biología y fluctuación poblacional del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) en Mucuchíes, estado Mérida, Venezuela. Entomotropica 19: 15-19.
- Ortiz H. Y. D. 1999. Pitahaya: un nuevo cultivo para México. Ed. Limusa-Grupo Noriega. México, D. F. 111 p.
- Ortiz H. Y. D. y M. Livera M. 2000. Manual para la propagación de la Pitahaya (*Hylocereus* spp.). Ed. CIIDIR- Oaxaca, IPN. Oaxaca, México. 36 p.
- Pantoja, A., A. Salazar and R. Macchiavelli. 2006. Recognition of instars and adult trap catches of *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera: Curculionidae) from plantains in Puerto Rico. Annals of the Entomological Society of America 99: 875-878.
- Pantoja, A., L. M. Ramírez, L. E. Escalona, H. Bastidas and M. C. Duque. 1999. Number of instars of *Lissorhoptrus kuschelidus* (Coleoptera: Curculionidae) from rice in Venezuela. Annals of the Entomological Society of America 92: 236-238.
- Pohlan H. A. J., W. G. Gamboa, D. J. Salazar, F. Marroquín, M. J. J. Janssens, A. Leyva, E. Guzmán, E. Toledo y R. Gómez. 2007. Fruticultura orgánica en el trópico: Situación y ejemplos en Mesoamérica. Journal of Agriculture and rural development in the tropics and subtropics 108: 123-148.

- Pú, P. D. E. A. 2005. Biología reproductiva de *Metamasius quadrilineatus* (Coleoptera: Driophthoridae) y parasitismo por su agente de control biológico cf. *Lixophaga* (Diptera: Tachinidae) en condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura. Honduras.
- Rodríguez C. A. 2002. Pitahaya (*Hylocereus undatus* y *Selenicereus megalanthus*). Producción y comercialización en el mundo y en México. En: Flores, V. C. (ed.) Pitayas y Pitahayas, producción, poscosecha, industrialización y comercialización. Ed. CIESTAAM-UACH. Chapingo, Edo. de México. pp: 63-95.
- Salas, J. and J. H. Frank. 2001. Development of *Metamasius callizona* (Coleoptera: Curculionidae) on pineapple stems. Florida Entomologist 84: 123-126.
- Suazo, A., D. Pú P., R. D. Cave and J. H. Frank. 2006. Longevity and fecundity of *Metamasius quadrilineatus* Champion (Coleoptera: Dryophthoridae) on natural bromeliad host in the laboratory. The Coleopterist Bulletin 60: 264-270.
- Tafoya, F., J. Lopez-Collado, D. Stanley, J. C. Rojas and J. Cibrián-Tovar. Evidence of an aggregation pheromone in males of *Metamasius spinolae* (Coleoptera: Curculionidae). Environmental Entomology 32: 484-487.
- Weissling, T., R. Giblin-Davis, B. Center, R. Heath and J. Peña. 2003. Oviposition by *Metamasius hemipterus sericeus* (Coleoptera: Dryophthoridae: Rhynchophorinae). Florida Entomologist 86: 174-177.
- Zimmermann H. G. y G. Granata. 2002. Insects pests and diseases. In: P S Nobel (ed.) Cacti: Biology and Uses. Ed. University California Press. California, USA. pp: 235-254.

CAPITULO IV.

***Ozamia fuscomaculella clarefacta* (LEPIDOPTERA: PHYCITIDAE) COMO PLAGA DE *Hylocereus* spp. (A. BERGER, BRITTON & ROSE) EN TEPOZTLÁN, MORELOS, MÉXICO**

RESUMEN

En una huerta experimental de pitahaya (*Hylocereus* spp.) en Tepoztlán, Morelos, durante el 2007 y 2008 se encontraron plantas de *H. undatus* (subsp. *luteocarpus*), *H. purpussi* y *H. ocamponis* dañadas por larvas de un lepidóptero. El objetivo de este estudio fue determinar la identidad taxonómica y dinámica poblacional de la especie que barrena órganos vegetativos y reproductores. De mayo a agosto del 2007 se realizaron observaciones y recolectas mensuales de tallos, flores y frutos dañados. El material se mantuvo en laboratorio hasta obtener adultos. Además, de enero a diciembre del 2008 se determinó la severidad del ataque de la plaga. El insecto se identificó como *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar; las larvas se alimentaron de botones florales y flores. En frutos barrenó el interior y formó galerías provocando oxidación y descomposición, se presentó una infestación promedio de 70 % en 2007 y de 67.4 % en 2008. El mayor daño e infestación de órganos vegetativos y reproductores se presentó a los 171 y 200 días acumulados del año. El genotipo CP-113 presentó el mayor número de tallos inmaduros dañados (NTID) y número de larvas en tallos inmaduros (NLTI). Este es el primer reporte de *O. fuscomaculella clarefacta* dañando a las especies mencionadas.

Palabras clave: Plaga nativa, larva barrenadora, *Hylocereus undatus*, *H. purpussi*, *H. ocamponis*.

4. 1 INTRODUCCIÓN

En México existen cuatro especies de *Hylocereus* (A. Berger, Britton & Rose) (Cactaceae) distribuidas en zonas con clima tropical, subtropical y semiárido; tres tienen importancia económica como frutales (Bravo, 1978; Ortiz, 2000; Guzmán *et al.*, 2007). Los frutos se consumen en fresco o procesados, por su apariencia y sabor tienen potencial para el mercado nacional e internacional. El fruto es una baya visualmente atractiva por el color de su cáscara, que puede ser roja, rosa, púrpura o amarilla, con brácteas verdes; la pulpa puede ser blanca, rosa, roja o púrpura (Ortiz, 2000; Rodríguez, 2000; Castillo *et al.*, 2003 y 2005; Cáliz de Dios, 2005).

En México, el fruto de la pitahaya se utiliza desde tiempos prehispánicos pero las plantaciones comerciales se iniciaron hace 20 años en la Península de Yucatán, en donde se cultivaron más de 1,000 ha (Ortiz, 2000; Rodríguez, 2000; Castillo *et al.*, 2003 y 2005); no obstante, la superficie se redujo a menos de 300 ha debido a factores como el genotipo, nutrición, falta de polinización (Castillo *et al.*, 2003), autoincompatibilidad genética (Weiss y Mizrahi, 1994; Ramírez, 1999; Lichtenzveig *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2003 y 2005), bajo porcentaje de amarre de frutos (50 %) (Centurión *et al.*, 2008), plagas y enfermedades (Ortiz y Livera, 2000; Rodríguez, 2000; Aguirre, 2002, Valencia *et al.*, 2005).

En la actualidad se han reportado al menos 12 insectos asociados a la pitahaya, entre estos están los picudos barrenadores de tallo (Coleóptera: Curculionidae) (Trucios, 2005; Ramírez, 2007), chinches (Hemiptera: Coreidae), hormigas (Hymenoptera: Formicidae), escamas (Homoptera: Diaspididae) y moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae) (Rodríguez *et al.*, 1993; Castillo *et al.*, 1996; Rodríguez, 1997 y 2000; Méndez, 1999; Ortiz y Livera, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005). No obstante, los más importantes son unos barrenadores de fruto y tallo que

pertenecen a la familia Pyralidae (Lepidoptera: Pyralidae) (Méndez, 1999; Rodríguez, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005; Ramírez, 2007).

Debido al potencial económico de algunas especies de pitahaya en México (*H. undatus* (Haworth) Britton & Rose, *H. undatus* subsp. *luteocarpus* Cáliz de Dios, *H. purpussi* (Weing) Britton & Rose y *H. ocamponis* (Salm-Dyck) Britton & Rose), y por la importancia del daño de los lepidópteros barrenadores de este frutal -no ha sido identificado ni se ha descrito su daño- los objetivos de esta investigación fueron determinar la identidad taxonómica del insecto que barrena órganos vegetativos (tallos inmaduros) y reproductores (botones florales, flores y frutos) de pitahaya, y conocer su dinámica poblacional en Tepoztlán, Morelos.

4. 2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la zona de estudio

El estudio se desarrolló en una huerta experimental ubicada en Tepoztlán, Morelos, a 18° 57' 15.5' latitud norte y 99° 03' 20.5' longitud oeste, con altitud de 1,541 m. El clima es templado con verano cálido, poca oscilación térmica y se clasifica como (A)Ca(w2)(w)(i)g (García, 1988). Los meses más calurosos son de marzo a mayo, con vientos dominantes de norte a sur. La temperatura media anual es de 28 °C, con periodo de lluvias de junio a octubre y precipitación anual de 1,384 mm (Anónimo, 1988).

Genotipos de pitahaya

La huerta experimental de pitahaya de la Orientación en Genética del Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados (CP) cuenta con una superficie aproximada de 1.8 ha, la cual fue establecida en el 2003 en un terreno pedregoso con pequeños lomeríos y pendiente menor al 5 %. En este

estudio se evaluó una población de 478 plantas con espaciamento de 5 m entre líneas y 4 m entre plantas, que comprendió a 17 genotipos de *H. undatus*, dos de *H. undatus* subsp. *luteocarpus*, uno de *H. purpussi* y uno de *H. ocamponis* sobre tutores vivos de *Erythrina* sp. L. y/o *Spondias* sp. L.

Muestreo en campo

De mayo a agosto del 2007 se realizaron observaciones y recolectas mensuales de tallos, flores y frutos de pitahaya dañados por larvas de lepidópteros. El material se mantuvo en laboratorio a temperatura ambiente (22 ± 1.5 °C) hasta obtener adultos. De enero a diciembre del 2008 mediante observaciones y recolectas mensuales se determinó la severidad de la plaga, se evaluaron las variables número de tallos inmaduros dañados (NTID), número de larvas en tallos inmaduros (NLTI), número de larvas en botón floral (NLBF), número de larvas en flor (NLFL) y número de larvas en fruto (NLFR). De una población de 478 plantas se registró el número de estructuras (vegetativas y reproductoras) dañadas y número de larvas por estructura.

Adicionalmente, la evaluación del daño en los órganos vegetativos y reproductores de la pitahaya se realizó mediante muestreo y observación directa mensual en las plantas, durante las diferentes fases fenológicas. En ambos años de evaluación, los frutos se revisaron al momento de la cosecha para cuantificar frutos con daño por larvas y el número de larvas por fruto.

Actividades de laboratorio

Todas las larvas recolectadas de estructuras vegetativas y reproductoras de pitahaya en el 2007 y 2008 se mantuvieron en recipientes de plástico cerrados de 20x20x9 cm, con ventilación lateral de malla ciclónica, en una cámara de cría a 25 ± 1.5 °C, 55 % de HR y un fotoperiodo de 14:10 (luz: oscuridad). Éstas se alimentaron

con tallos inmaduros y con el pericarpio de los frutos hasta obtener adultos. Algunos de estos adultos se mantuvieron en grupo y se les proporciono alimento para favorecer su apareamiento y realizar observaciones complementarias de esta especie y cuantificar los días por estado de desarrollo.

Identificación taxonómica

Los adultos obtenidos en laboratorio, de larvas del lepidóptero barrenador de frutos en ambos años, se montaron en alfileres entomológicos y se enviaron para su identificación al Dr. Geoffrey White de la Systematic Entomology Laboratory Communications & Taxonomic Services Unit, en Estados Unidos. Otros se resguardaron en la colección de referencia de Entomología Agrícola del CP en Montecillo, Texcoco, Edo. de México.

Análisis estadístico

Los datos de cinco variables NTID, NLTI, NLBF, NLFL y NLFR de los 21 genotipos de *Hylocereus* registrados en el 2008, se analizaron con mediciones repetidas en el tiempo. Con la finalidad de cumplir los supuestos de normalidad de la estadística paramétrica, se procedió a transformar los valores de estas variables al arcoseno raíz cuadrada. Una vez hecho esto, se realizó un análisis de varianza (ANVA) y una prueba de rango múltiple de medias (Tukey, Prob.=0.05=), teniendo como factor de variación a las fechas de evaluación. Para el análisis estadístico se usó el paquete SAS versión 9.0 (2002).

4. 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identidad taxonómica

Los adultos del barrenador de *Hylocereus* spp. obtenidos en 2007 y 2008 se identificaron como *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae); este lepidóptero se alimentó y dañó estructuras vegetativas (tallos inmaduros) y reproductoras (botones florales, flores y frutos) de los 21 genotipos de *Hylocereus* (Fig. 4. 1). Esta es la primera vez que se reporta la especie en pitahaya en Tepoztlán, Morelos.

La literatura reporta que los miembros de los géneros *Ozamia* y *Sigelgaita*, así como las especies de *Noctuella* en la familia Pyraustidae (palomilla perla) se alimentan principalmente de frutos y destruyen grandes proporciones del fruto (Mann, 1969). El género *Ozamia* incluye ocho especies distribuidas desde Estados Unidos hasta Argentina. La mayoría de las especies atacan frutos de *Opuntia* spp. y de otras cactáceas, pero dos especies en Argentina son barrenadores de tallos del género *Cereus* (Mann, 1969). *O. fuscomaculella clarefacta* se distribuye desde Texas, en Estados Unidos hasta Veracruz en México; en Texas la especie se asocia con *Opuntia lindheimeri* (Engelm.) Parfitt & Pinkava y *O. cacanapa* Griffiths & Hare. En México se ha encontrado en Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Veracruz, también se han observado larvas de *Ozamia* en la costa de Sinaloa (Mann, 1969). Estos resultados muestran que ahora está presente en Morelos.

Según Zimmermann & Granata (2002), poco se conoce de las plagas de *Cereus*, *Hylocereus*, *Selenicereus* y *Stenocereus* cultivados comercialmente; y que por grande que sea el número de plagas, estas se encuentran registradas en México, debido que este país es la refugio de más de 150 insectos nativos que se alimentan

de cactus y es el centro de origen de muchas especies de *Opuntia* cultivadas ampliamente.

Presencia de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en relación a la fenología de *Hylocereus* spp.

En las condiciones climáticas de Tepoztlán, Morelos, los clones de pitahaya presentaron un periodo de crecimiento vegetativo bien definido que inició en noviembre del 2007 y terminó a finales de mayo de 2008. Además, de tres floraciones al año con tres periodos de fructificación en el 2008. Los botones florales aparecieron a inicios de febrero y terminaron a mediados de julio; las flores brotaron a finales de marzo y terminaron en los últimos días de agosto; la fructificación comenzó a finales de mayo y terminó a mediados de octubre. Cabe señalar la presencia de *Ozamia* estuvo estrechamente relacionada con la fenología del cultivo. De acuerdo con los eventos fenológicos de los genotipos de pitahaya, las primeras larvas de *O. fuscomaculella clarefacta* se recolectaron en algunas flores y en frutos a finales de junio del 2007. Sin embargo, en julio y primera quincena de agosto se observó la presencia constante de larvas en los 21 genotipos durante la floración y fructificación. En las observaciones realizadas durante el 2008 las larvas del barrenador se presentaron en tallos inmaduros (Figs. 4. 1B y 4. 3B), en la apertura de las primeras flores (tercer semana de abril), en botones florales mayores a 6 cm de longitud y en aquellos próximos a convertirse en flor, predominando en los mayores de 12 cm de longitud (Figs. 4. 1C y 4. 3C). También se encontró en flores y frutos en crecimiento y madurez fisiológica (Figs. 4. 1D, E; 4. 2B, C, D y 4. 3D, F).

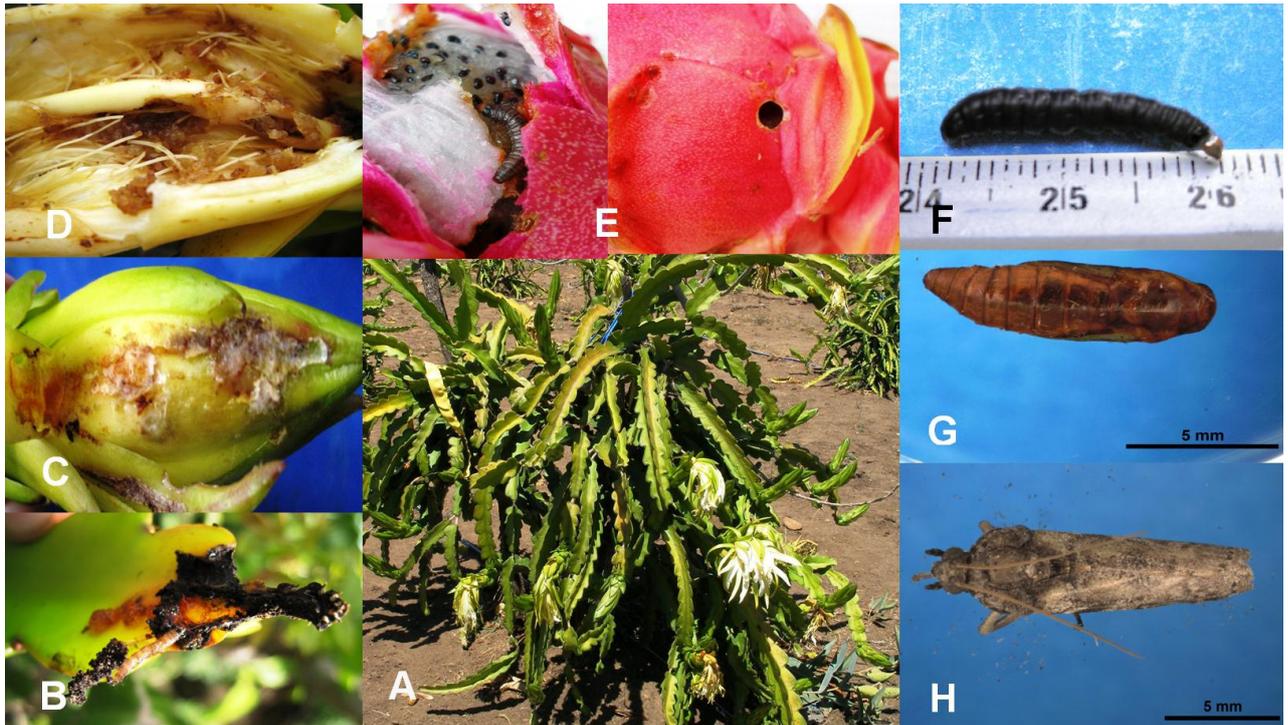


Figura 4. 1. Planta de *Hylocereus undatus* de pulpa blanca, rosa y roja (A). Daño causado por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en: tallo inmaduro (B), botón floral (C) y flor (D). Galería y orificio de entrada en fruto (E), larva (F), pupa (G) y adulto (H).

Existen referencias de plagas y enfermedades de la pitahaya con carácter divulgativo pero en varias de estas no se establecen identificaciones taxonómicas. En Nicaragua se reportó *Maracayia chlorisalis* Walter (Lepidoptera: Pyralidae) como plaga que ataca tallos de pitahaya, pero su principal daño es en flores y frutos (Anónimo, 1999). En México se han reportado daños similares en pitahaya a los descritos aquí, incluso se identificó que los insectos pertenecían a la familia Pyralidae, pero nadie registró la especie ni refirió material de referencia en alguna colección para su corroboración (Méndez 1999; Rodríguez, 2000; Aguirre, 2002; Trucios, 2005). Por otra parte, Ramírez (2007) indica que los barrenadores de pitahaya más comunes son de la familia Pyralidae, encontrando con mayor frecuencia a *M. chlorisalis* atacando tallos, y *Ozamia odiosilla* dañando flores y frutos. Mann (1969), menciona que *O. fuscomaculella clarefacta* ataca

principalmente flores y frutos de *Opuntia lindheimeri* en Texas. Los resultados de esta investigación muestran que *O. fuscomaculella clarefacta* daña tallos inmaduros, botones, flores y frutos (Figs. 4. 1B, C y 4. 3B, C) de 21 genotipos de *Hylocereus* spp.

Daño de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en pitahaya

Durante 2007 y 2008 se observó que la larva en su primer instar fue de color blanco, con la cabeza café oscura y una franja negra en el protórax; conforme se desarrolló, se tornó de color rosa o vino hasta cambiar al café claro (Fig. 4. 1E); posteriormente en un periodo de 12 a 15 días adquirió una tonalidad negra opaca, y en sus últimos instares fue negro brillante (Fig. 4. 1F). La larva se alimentó de botones florales y flores -dañó tépalos, androceo y gineceo- y ocasionó necrosis y provocó su caída (Figs. 4. 1C, D; 4. 2B y 4. 3C, D); cuando estas estructuras se quedaron atrapadas entre los tallos de la planta, la larva se alimentó de éstas hasta completar su desarrollo. En botones y flores generalmente se encontró una larva por órgano pero en julio del 2008, durante el pico máximo de floración del cultivo en algunas ocasiones se encontraron de cinco hasta 10 larvas por órgano.

En tallos inmaduros generalmente se encontró una larva por rama, ocasionalmente se encontraron dos. En *Opuntia aurantiaca* y *O. discolor* se ha reportado que una larva del lepidóptero *Tucumania tapiacola* Dyar puede destruir varios cladodios (Mann, 1969). En Nicaragua se ha reportado que el adulto de *M. chlorisalis* oviposita en los tallos y pedúnculos de los frutos de la pitahaya; al nacer las larvas producen pequeñas galerías en los tallos, penetrando al interior y alimentándose del tejido carnoso, formando cavidades o túneles; posteriormente, perforan el tejido leñoso de los tallos en donde pupan (Anónimo, 1999; Anónimo, 2000).



Figura 4. 2. Planta de *Hylocereus undatus* subsp. *luteocarpus* de pulpa blanca (A). Daño causado por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en: flores (B), frutos de cáscara amarilla (C). Orificio de entrada (D), larva y galería en fruto (E), larva y galería en cáscara (F).



Figura 4. 3. Planta de *Hylocereus ocamponis* de pulpa roja (A). Daño causado por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en: tallo en desarrollo o tierno (B), botones florales (C), flor (D) y fruto inmaduro (F). Orificio de entrada y excremento de larva (E).

En los frutos no se observaron huevos de la palomilla pero la mayoría de los orificios de entrada se encontraron en la parte basal. Con menor frecuencia se observaron sitios de entrada en las axilas de las brácteas y en el orificio que queda después de desprenderse el perianto. Una vez que penetró el pericarpio del fruto, barrenó y formó galerías entre la pulpa y la cáscara, esto provocó oxidación y pérdida del fruto (Figs. 4. 1E; 4. 2D, E, F y 4. 3E, F). La larvas observadas en campo completaron su desarrollo en un periodo de 25 a 35 días (d) y alcanzaron una longitud de 1.5 a 2.0 cm (Fig. 4. 1F).

Una vez concluida la etapa larval, abandonó el fruto y/o el tallo y buscó lugares para protegerse (como grietas en los tallos de la planta, leña u hojarasca, piedras, entre otras) para continuar con la pupación. Mann (1969), menciona que *O. fuscomaculella clarefacta* hila sus capullos entre la basura, el suelo y de vez en cuando en las cabezas de las flores muertas de *Opuntia*.

Intensidad del daño de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en frutos de pitahaya

En ambos años de observación (2007 y 2008) la fructificación de la mayoría de los genotipos se registró en los meses de junio, julio y agosto. En junio de 2007, el daño de *O. fuscomaculella clarefacta* en los frutos fue de 16.7 % y en julio varió de 35.4 a 70.4 %. La máxima fructificación en ese año se registró en la segunda quincena de julio y la primera de agosto; y la infestación promedio de frutos fue de 70 % (Cuadro 4. 1A). En junio de 2008, el daño en frutos fue de 18.2 a 36 % y para el mes de julio varió de 37.3 a 46.4 %; los picos de fructificación se registraron en junio, julio y en la segunda quincena de agosto. En promedio la infestación de frutos fue de 67.4 %. En ambos años se encontraron de una a tres larvas por fruto (Cuadro 4. 1B). El nivel de daño que ocasiona el género *Ozamia* en cactáceas es elevado, como lo señaló Mann (1969) en Jamaica, donde las larvas de *O. lucidalis* (Walker) atacaron y

destruyeron el 90 % de los frutos de *O. spinosissima*; también indicó que larvas de *O. fuscomaculella clarefacta* destruyeron un alto porcentaje de frutos de *O. lindheimeri*.

Debido a la intensidad del ataque de *O. fuscomaculella clarefacta* en los 21 genotipos de *Hylocereus* spp., está debe considerarse da plaga de importancia para dicho cultivo. Particularmente porque su mayor daño lo ocasiona en floración y fructificación, y porque se puede presentar varias generaciones del insecto al año. Según Mann (1969), cuando *O. fuscomaculella clarefacta* infesta a *Opuntia* tiene cuatro generaciones al año (Mann, 1969).

Cuadro 4. 1. Porcentaje de frutos de *Hylocereus* spp. dañados por *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en Tepoztlán, Morelos.

Fecha de muestreo	A) Evaluación de Frutos de pitahaya, 2007					
	Inspeccionados	Dañados	% de frutos dañados ^a	Con larvas	% de frutos con larvas ^b	Con otro daño ^c
20/06/07	30	5	16.7	5	100.0	nc
02/07/07	27	19	70.4	5	26.3	nc
05/07/07	370	131	35.4	∅	∅	2
07/07/07	70	33	47.1	22	66.7	10
16/07/07	40	23	57.5	20	86.9	5
28/07/07	150	80	53.3	∅	∅	nc
Total	687	291	--	52	--	17
Promedio	--	--	42.35	--	69.97	--
B) Evaluación de Frutos de pitahaya, 2008						
14/06/08	44	8	18.2	6	75.0	5
20/06/08	135	45	33.4	31	68.9	7
27/06/08	164	59	36.0	42	71.2	5
11/07/08	112	52	46.4	38	73.1	4
20/07/08	51	19	37.3	11	57.9	5
27/07/08	32	12	37.5	7	58.3	3
Total	538	195	--	135	--	29
Promedio	--	--	34.8	--	67.4	--

^aEl porcentaje de frutos dañados fue obtenido con el número de los inspeccionados con respecto al número de los dañados.

^bEl porcentaje de frutos con larvas (1, 2 o más) fue calculado de los dañados con respecto a los frutos con larvas. ^cFrutos dañados por pájaros (parámetro parcialmente cuantificado). nc = Dato no cuantificado. ∅Frutos cosechados sin revisar la presencia de larvas.

Observaciones complementarias de biología de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en pitahaya

En los meses de junio a agosto de 2007 se recolectaron en campo más de 40 larvas y de mayo a agosto de 2008 más de 80, que se mantuvieron en condiciones de laboratorio hasta alcanzar el último instar. En éste dejaron de alimentarse, empezaron a cubrirse con hilos de seda blanca dispersos, que le sirven como protección y anclaje, y continuaron envolviéndose con más seda hasta formar el capullo; en las primeras capas de seda se observaron pequeñas esferas de color rosa. La fase de prepupa duró aproximadamente de 3 a 5 d. Mann (1969), observó en los capullos de *O. fuscomaculella clarefacta* pequeños glóbulos rosas parecidos a burbujas de aire entremezclados con la seda.

De las larvas recolectadas, se obtuvieron 70 pupas en condiciones de laboratorio, ocho no emergieron y cinco estaban parasitadas. Las pupas (Fig. 4. 1G) requirieron un promedio de 20.5 d para la emergencia de los adultos (Fig. 4. 1H). Se ha señalado que en *O. fuscomaculella clarefacta* la fase pupal dura 10 d en el mes de mayo en *Opuntia*. En Australia en otros insectos de la familia Pyralidae como *T. tapiacola* se observó un periodo pupal de 15 d. En Jamaica *Ozamia lucidalis* se encontró que las larvas pupan en *Opuntia spinosissima* y que los adultos emergen después de 17 d; en Haití en frutos de *Opuntia dillenii* el periodo pupal fue de 10 d; y para *Minorista flavidissimalis* los periodos prepupal y pupal fueron de 7 a 16 d (Mann, 1969).

De 70 pupas se obtuvieron 57 adultos que mostraron una longevidad menor a 10 d. A pesar de que los adultos copularon no se observaron huevos ni larvas de primer instar, lo que probablemente se debió a que los intervalos de observación fueron largos (de 12 h) o que las condiciones fueron inadecuadas. Otros miembros de la

familia Pyralidae como *C. cactorum* tienen una longevidad promedio de 9 d; adultos de *T. tapiacola* en condiciones controladas sobreviven de 3 a 9 d; y adultos de *M. flavidissimalis* permanecen vivos de 12 a 20 d (Mann, 1969).

Severidad y daño de *Ozamia fuscomaculella clarefacta* en pitahaya

a) En diferentes fechas de muestreo

Los resultados del análisis de varianza de las observaciones en campo mostraron que las variables número de tallos inmaduros dañados (NTID) ($F= 6.75$; $gl= 251$; $P< 0.0001$), número de larvas en tallos inmaduros (NLTI) ($F= 3.02$; $gl= 251$; $P= 0.0009$), número de larvas en flor (NLFL) ($F= 3.21$; $gl= 251$; $P= 0.0004$) y número de larvas en fruto (NLFR) ($F= 4.36$; $gl= 251$; $P< 0.0001$) tuvieron diferencias altamente significativas. En contraste, no hubo diferencias significativas en el número de larvas en botón floral (NLBF) ($F= 1.48$; $gl= 251$; $P= 0.1406$).

Con relación a los resultados por fecha de muestreo (Cuadro 4. 2), donde un menor valor indica mayor daño y grado de infestación de la plaga, se encontró el mayor daño en NTID de la planta a los 171 (20 de Junio) y 200 (19 de Julio) días acumulados del año (DAA); pero en la variable NLFL la mayor infestación ocurrió a los 140 (20 de mayo) y 171 DAA; y para NLFR fue significativamente más alta a los 171, 200 y 233 (21 de agosto) DAA. En estos periodos se presentaron varias etapas fenológicas de la pitahaya relacionadas con la brotación de nuevos tallos (inmaduros) y estructuras reproductoras (abundancia de flores y frutos), lo que generó mayor disponibilidad de sitios de oviposición, alimento y refugio del insecto favoreciendo su reproducción. En las variables NLTI y NLBF no hubo variación en el período de muestreo, es decir, el daño y la infestación del insecto fue el mismo en el año.

Cuadro 4. 2. Evaluación de seis variables por fecha de muestreo para *O. fuscomaculella clarefacta* en *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, 2008.

Días acumulados del año (DAA) ⁺	Núm. de tallos inmaduros dañados (NTID)	Núm. de larvas en tallos inmaduros (NLTI)	Núm. de larvas en botón floral (NLBF)	Núm. de larvas en flor (NLFL)	Núm. de larvas en fruto (NLFR)
14	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
50	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
80	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
109	1.2527 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
140	1.2518 a	1. 2520 a	1. 2523 a	1. 2497 b	1.2525 a
171	1.2246 bc	1.2448 a	1.2473 a	1.2441 ab	1.2483 b
200	1.2125 c	1.2442 a	1.2475 a	1.2512 a	1.2493 ab
233	1.2312 abc	1.2452 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2506 ab
263	1.2333 abc	1.2475 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
295	1.2417 ab	1.2484 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
319	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
347	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a

Prueba de Tukey ($P \geq 0.05$). Valores con la misma letra dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes. ⁺ = Promedio de las fechas de muestreo mensual en días acumulados del año.

b) En diferentes genotipos de pitahaya

En cuanto a la observación de los 21 genotipos, las variables número de tallos inmaduros dañados (NTID) ($F = 3.38$; $gl = 251$; $P < 0.0001$) y número de larvas en tallos inmaduros (NLTI) ($F = 3.06$; $gl = 251$; $P < 0.0001$) tuvieron diferencias altamente significativas. Es decir, al menos algún material presentó mayor daño e infestación por las larvas de *O. fuscomaculella clarefacta* en estructuras vegetativas. Para el resto de las variables (número de larvas en botón floral (NLBF) ($F = 0.87$; $gl = 251$; $P = 0.1610$), número de larvas en flor (NLFL) ($F = 1.33$; $gl = 251$; $P = 0.1406$) y número de larvas en fruto (NLFR) ($F = 1.36$; $gl = 251$; $P = 0.1458$) no hubo diferencias significativas.

En cuanto a los resultados considerando genotipos (Cuadro 4. 3), donde un menor valor indica mayor daño y grado de infestación de la plaga, se encontró que el genotipo CP-113 presentó el mayor de número tallos dañados (NTID) y el número de larvas en tallos inmaduros (NLTI), es decir, mayor infestación de tallos correspondió una mayor cantidad de daño. Los genotipos CP-119, CP-120, CP-138,

CP-139 y CP-152 mostraron un nivel de infestación similar al del clon CP-113 para la variable NLTI; esto probablemente debido a que estos clones tienen características morfológicas del tallo similares. En el resto de las variables (NLBF, NLFL y NLFR) los clones tuvieron un comportamiento similar.

Cuadro 4. 3. Evaluación de seis variables por genotipo para *O. fuscomaculella clarefacta* en *Hylocereus* spp. en Tepoztlán, Morelos, 2008.

Genotipo ⁺	Núm. de tallos inmaduros dañados (NTID)	Núm. de larvas en tallos inmaduros (NLTI)	Núm. de larvas en botón floral (NLBF)	Núm. de larvas en flor (NLFL)	Núm. de larvas en fruto (NLFR)
111	1.2438 a	1.2509 a	1.2529 a	1.2526 a	1.2529 a
113	1.1899 b	1.2349 b	1.2529 a	1.2502 a	1.2485 a
119	1.2410 a	1.2434 ab	1.2526 a	1.2499 a	1.2516 a
120	1.2345 a	1.2485 ab	1.2522 a	1.2519 a	1.2529 a
138	1.2458 a	1. 2440 ab	1. 2526 a	1. 2522 a	1. 2529 a
139	1.2431 a	1.2455 ab	1.2529 a	1.2526 a	1.2529 a
140	1.2516 a	1.2526 a	1.2529 a	1.2492 a	1.2519 a
141	1.2516 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2526 a	1.2529 a
149	1.2499 a	1.2526 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
152	1.2339 a	1.2458 ab	1.2529 a	1.2522 a	1.2519 a
154	1.2478 a	1.2526 a	1.2529 a	1.2429 a	1.2519 a
162	1.2526 a	1.2529 a	1.2516 a	1.2529 a	1.2502 a
164	1.2522 a	1.2529 a	1.2522 a	1.2529 a	1.2529 a
165	1.2448 a	1.2519 a	1.2526 a	1.2526 a	1.2516 a
168	1.2472 a	1.2522 a	1.2526 a	1.2526 a	1.2492 a
171	1.2495 a	1.2526 a	1.2512 a	1.2522 a	1.2519 a
175	1.2409 a	1.2522 a	1.2485 a	1.2529 a	1.2529 a
178	1.2328 a	1.2522 a	1.2434 a	1.2529 a	1.2512 a
182	1.2447 a	1.2526 a	1.2526 a	1.2529 a	1.2529 a
183	1.2512 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a	1.2529 a
195	1.2475 a	1.2529 a	1.2526 a	1.2529 a	1.2529 a

Prueba de Tukey (P≥0.05). Valores con la misma letra dentro de una misma columna no son estadísticamente diferentes. ⁺ = Genotipos de pitahaya caracterizados y mejorados por el CP.

4. 4 CONCLUSIONES

Se concluye que por primera vez se ha identificado a *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar (Lepidoptera: Phycitidae) como plaga de *H. undatus* (subsp. *luteocarpus*), *H. purpussi* y *H. Ocamponis*, insecto causante de daño en la pitahaya en Tepoztlán, Morelos. Es el primer reporte de esta especie de plaga en este cultivo, al menos para el caso de México. El mayor daño y número de larvas se presentaron

a los 171 (20 de Junio) y 200 (19 de Julio) días acumulados del año (DAA). El genotipo CP-113 presentó la mayor infestación y daño en tallos inmaduros.

4. 5 LITERATURA CITADA

Aguirre, P. K. E. 2002. Caracterización morfológica y fitosanitaria de clones selectos de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Tesis de Maestría. IREGEP, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 80 p.

Anónimo. 1988. Enciclopedia: Los municipios del estado de Morelos. Ed. CNEM de la Secretaria de Gobernación. México, D. F. 137 p.

Anónimo. 1999. Manual técnico- Fitosanidad en Pitahaya. Ed. APENN, MAG-FOR y OIRSA. 118 p. En línea: <http://www.apenn.org.ni/html/pitahya.ing.html> (Revisado: 15 de enero del 2007).

Anónimo. 2000. Manual técnico: Buenas prácticas de cultivo en pitahaya. Ed. OIRSA. 54 p. En línea: <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/MANUALPITAHAYA.pdf> (Revisado: 10 Enero del 2010).

Bravo, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol I. Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 743 p.

Britton N. L. and J. N. Rose. 1963. The Cactaceae: Descriptions and illustrations of plants of the cactus Family. Vol I. Ed. Devor Publications. New York, USA. pp: 183-195.

Cálix de Dios, H. 2005. A new subspecies of *Hylocereus undatus* (Cactaceae) from southeastern Mexico. *Haseltonia* 11: 11-17.

- Castillo, M. R., H. Cáliz de Dios y A. Rodríguez C. 1996. Guía técnica para el cultivo de pitahaya. Ed. CONACYT, Universidad de Quintana Roo, INIFAP y UACH. 158 p.
- Castillo, M. R., M. Livera M., A. E. Brechú F. y J. Márquez G. 2003. Compatibilidad sexual entre dos tipos de *Hylocereus* (Cactaceae). Rev. Biol. Trop. 51: 699-705.
- Castillo, M. R., M. Livera M. y G. J. Márquez G. 2005. Caracterización morfológica y compatibilidad sexual de cinco genotipos de pitahaya (*Hylocereus undatus*). Agrociencia 39: 183-194.
- Centurión, Y. A. R., S. Solís P., C. Saucedo V., R. Báez S. y E. Sauri D. 2008. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. Revista Fitotecnia Mexicana. 31: 1-5.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª edición. Ed. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 132 p.
- Guzmán U., S. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Ed. UNAM- CONABIO. México, D. F. 315 p.
- Lichtenzweig, J., S. Abbo, A. Nerd, N. Tel-zur, and Y. Mizrahi. 2000. Cytology and mating systems in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. Am. J. Bot. 87:1058-1065.
- Mann, J. 1969. Cactus-feeding insects and mites. Museum of natural history. Bulletin 256. Ed. Smithsonian Institution. Washington, D. C. 158 p.
- Méndez, A. W. 1999. Identificación y fluctuación poblacional de los principales insectos plaga del cultivo de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en plantaciones comerciales en Yucatán. Tesis de Licenciatura. Zonas

- Tropicales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 89 p.
- Ortiz, H. Y. D. y M. Livera M. 2000. Manual para la propagación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) Ed. CP-IPN- CONACYT-SEMARNAP. México, D. F. 36 p.
- Ortiz, H. Y. D. 2000. Hacia el conocimiento y conservación de la pitahaya (*Hylocereus* spp.). Ed. IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN. Oaxaca, México. 124 p.
- Ramírez, M. F. de J. 1999. Caracterización y compatibilidad en pitahaya *Hylocereus* sp. Tesis de Maestría en Horticultura. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 108 p.
- Ramírez, M. F. de J. 2007. Manual para la producción y paquete tecnológico de pitahaya en el estado de Puebla. Ed. Secretaría de Desarrollo Rural del Edo. de Puebla. Puebla. 32 p. En línea: <http://www.sdr.gob.mx/beta1/contenidos/CadenasAgropecuarias/docs/450148.235.138.1330-07-2007MANUAL%20DE%20PRODUCCION%20DE%20PITAHAYA.pdf>
- (Revisado: 15 Junio del 2008).
- Rodríguez, C. A., J.C. García A., MA. G. González S., C. Jiménez R., M. C. Moreno G., L. J. Pallares H., V. Ramírez L., L. Rosas M., R. Rueda R., E. Trejo T., S. Velazco G. y E. Zárate E. 1993. El cultivo de la pitahaya en Yucatán. Ed. Centro Regional Universitario Península de Yucatán CRUPY-UACH y Gobierno de estado de Yucatán. Yucatán, México. 53 p.
- Rodríguez, C. A. 1997. Guía técnica para la producción de plantas de pitahaya en viveros. Estado mundial de su cultivo y comercialización. Ed. FONAES y CRUPY-UACH. Yucatán, México. 70 p.

- Rodríguez, C. A. 2000. Pitahayas. Estado mundial de su cultivo y comercialización. Ed. Fundación Yucatán Produce, A.C. y Centro Regional Universitario Península de Yucatán CRUPY-UACH. Yucatán, México. 153 p.
- Trucios, C. H. 2005. Identificación de plagas de la pitahaya *Hylocereus undatus* Howarth en el valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Licenciatura. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 62 p.
- Sas. 2002. Statistical Analysis System for Windows. Ver. 9.0. Cary, N.C. USA.
- Valencia B. A. J., M. Livera M. y J. S. Sandoval I. 2005. Caracterización de una cepa de *Fusicoccum* sp. anamorfo de *Botryosphaeria dothidea* Moug.:Fr (Ces and De Not.) aislada de pitahaya [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose] cactaceae. Revista Mexicana de Fitopatología. 23: 157-161.
- Weiss J., A. Nerd and Y. Mizrahi. 1994. Flowering behavior and pollination requirements in climbing cacti with fruit crop potential. Hort. Sci. 29:1487-1492.
- Zimmermann, H. G. and G. Granata. 2002. Insects pests and diseases. *In*: P S Nobel (ed.) Cacti: Biology and Uses. Ed. University California Press. California, USA. pp: 235-254.

CONCLUSIONES GENERALES

En el patosistema pitahaya:

Se identificaron los géneros *Glomerella* sp., *Colletotrichum* sp. y *Colletotrichum* del grupo dematium, como hongos asociados y tres ordenes de insectos: Coleóptera (cuatro familias con ocho géneros y 12 especies), Hemiptera (una familia con seis géneros y nueve especies) y Lepidoptera (tres familias con tres géneros y una especie) alimentándose y dañando estructuras vegetativas y reproductoras.

Por la abundancia e intensidad del daño causado *M. espinolae*, *O. fuscomaculella clarefacta*, *N. femorata* y *E. leucographa*, deben ser consideradas como plagas.

Esta es la primera vez que se identifican a dos especies de insectos plaga en *Hylocereus* spp. y que por su abundancia e infestación en pitahaya deben ser consideradas plagas primarias: *Metamasius spinolae* Gyllenhal y *Ozamia fuscomaculella clarefacta* Dyar.

RECOMENDACIONES GENERALES

Se recomienda que la investigación y desarrollo de tecnología para el cultivo de la pitahaya se lleven a cabo con enfoque holista, para obtener mejores rendimientos, productos de calidad e inocuos. De esta forma se coadyuvará a mejorar la economía de los productores de zonas marginadas donde se produzca pitahaya. Sin embargo, es necesario reconocer que se deberán realizar estudios puntuales en tópicos como: estrategias de manejo y control, tanto de enfermedades como de insectos plaga, de enfermedades en postcosecha y de viabilidad de mercado.

Con respecto a las enfermedades es necesario identificar la especie de los géneros encontrados en campo, para conocer los agentes causales, el ciclo patológico en el hospedante y proponer un plan de manejo.

En lo que respecta a los insectos asociados es necesario estudiar a detalle su biología, conocer sus hospederas, su comportamiento y en que etapa de desarrollo es más susceptibles o vulnerable.

Con respecto a las plagas primarias comenzar a estudiar estrategias de manejo y control, enemigos naturales, umbrales de daño y mantener siempre poblaciones bajas para su daño que no repercuta en el rendimiento y tener buena calidad.