



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

ESPECIALIDAD EN FLORICULTURA

PROYECTO TERMINAL

Determinación de aspectos biológicos y parasitoides relacionados con el picudo de la espina del nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. en la parte central de México

Presenta:

Ing. Nancy Corral Alanis

Asesor:

Dr. Álvaro Castañeda Vildózola

Campus Universitario "El Cerrillo", El Cerrillo Piedras Blancas, Municipio de Toluca, Méx., enero 2023.



CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	3
I. INTRODUCCIÓN	4
II. JUSTIFICACIÓN	6
III. OBJETIVO	7
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
4.1. Importancia de las cactáceas	8
4.2. Género <i>Opuntia</i>	9
4.3 Importancia de <i>Opuntia</i> como ornamental	10
4.4. Plagas de <i>Opuntia</i>	12
4.5. Picudos como plagas del nopal.....	12
4.5.1. Picudo del nopal <i>Cactophagus spinolae</i>	13
4.5.2 Picudo de la espina del nopal <i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ	14
V. MATERIALES Y METODOS	16
5.1. Ubicación del área de estudio.....	16
5.2. Sitios de muestreo.....	16
5.3. Determinación específica de los curculiónidos que afectan a las espinas del nopal.....	18
5.4. Fluctuación poblacional de los estados de desarrollo del picudo y/o picudos que dañan las espinas del nopal	19
5.5. Determinación de instares larvarios de los picudos de la espina del nopal	19
5.6. Determinación de especies de parasitoides relacionados con los picudos de la espina del nopal.....	20
5.7. Determinación del porcentaje de parasitismo	22
VI. RESULTADOS.....	23
6.1. Identificación.....	23
6.2. Fluctuación poblacional.....	24
6.3. Parasitismo.....	31
VII. CONCLUSIONES	36
VIII. BIBLIOGRAFÍA	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Opuntia atropes</i>	11
Figura 2. <i>Opuntia excelsa</i>	11
Figura 3. <i>Opuntia microdasys</i>	11
Figura 4. <i>Opuntia leiascheinvariana</i>	11
Figura 5. <i>Opuntia robusta</i>	12
Figura 6. <i>Opuntia perotensis</i>	12
Figura 7. Picudo del nopal (<i>Cactophagus spinolae</i>).....	13
Figura 8. <i>Cylindrocopturus biradiatus</i> en un cladodio maduro.....	15
Figura 9. Parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx....	17
Figura 10. Localidad San Pedro Nextlalpán, Tepetitlan Hidalgo.....	18
Figura 11. Adulto de <i>C. biradiatus</i>	24
Figura 12. Fluctuación poblacional de <i>C. biradiatus</i> en Toluca, Estado de México en 2022.....	25
Figura 13. Fluctuación poblacional de <i>C. biradiatus</i> en San Pedro Nextlalpán, Tepetitlán, Hidalgo en 2022.....	26
Figura 14. Hembra de <i>C. biradiatus</i> masticando el tejido de la base de la espina para perforar un orificio y después proceder con la oviposición.....	27
Figura 15. Secreción de mucilago en la base de la espina del nopal causado por larva de <i>C. biradiatus</i>	28
Figura 16. Larva del picudo de la espina del nopal (<i>C. biraditus</i>).....	29
Figura 17. Pupa del picudo de la espina del nopal (<i>C. biradiatus</i>).....	30
Figura 18. Emergencia de adulto del picudo de la espina del nopal (<i>C. biradiatus</i>).....	30
Figura 19. Adulto de <i>Eupelmus pulchriceps</i> , encontrado en Toluca 2022.....	31
Figura 20. Presencia de <i>Eupelmus puchriceps</i> en Toluca, Estado de México en 2022..	34
Figura 21. <i>Eurytoma</i> sp (Hymenoptera: Euritomidae).....	35

I. INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae, es nativa de América continental la cual se identifica por sus modificaciones en sus estructuras vegetativas como tallos suculentos y hojas reducidas a espinas. Estas plantas tienen flores increíblemente espectaculares de diversos tamaños, formas y colores que son a la vez un gran atractivo como plantas ornamentales y una fuente de alimento para diversas especies. (Flores y Macías 2008).

El término "cactus" deriva de la palabra griega "káctos", utilizada para describir una especie de cardo espinoso, posiblemente *Cynara cardunculus* (Asteraceae), en 1753 por Carlos Linneo para clasificar plantas que ahora se clasifican como pertenecientes a distintos géneros de la familia Cactaceae. (INEGI 2005).

En la naturaleza, las cactáceas sirven para diversos propósitos. En México, algunos de estos fines incluyen la ornamentación, la alimentación, la investigación botánica y las colecciones, los setos vivos, la restauración ecológica, la medicina, los bienes no comestibles, el sustrato para el crecimiento de hongos comestibles, el forraje y la construcción. El potencial ornamental de los cactus se aprovecha plenamente desde hace cientos de años, las especies del género *Opuntia* usadas como ornamentales destacan *Opuntia excelsa*, *O. tunicata* y *O. microdasys* (Sánchez-Mejorada 1982).

La familia de las cactáceas *Opuntia Mill.*, también conocidas como "nopales", contiene más de 188 especies, de las cuales 104 son autóctonas de México. (Scheinvar et al. 2015, Arreola-Nava et al. 2017). Nopales de las especies como *Opuntia ficus-indica*, *O.*

megacantha, *O. streptacantha*, *O. robusta* var. *larreyi*, y *O. joconostle* son las más apreciadas y cultivadas, sin embargo *O. ficus-indica* es la más conocida por sus frutos (tunas) y cladodios tiernos conocidos como “nopalitos”, a los cuales se les atribuyen propiedades nutracéuticas, medicinales y cosméticas (Casas y Barbera 2002).

De acuerdo con Bravo (1978), *Opuntia* se encuentra en la mayoría de las situaciones ecológicas de México, donde forma colonias con características distintas denominado “matorral crasicaule”, que incluye más de 100 especies, principalmente distribuidas en 11 estados del país (Barros y Buenrostro, 1998).

El ataque atribuido por enfermedades y plagas hacia las cactáceas, reducen significativamente su potencial productivo y minimiza su estética.

Los objetivos principales de este estudio fueron identificar las especies de Curculiónidos y/o especies que pudieran haber causado daño a las espigas de nopal en los municipios de Tepetitlán, Hidalgo y Toluca, Estado de México, así como conocer aspectos de su biología y parasitoides nativos relacionados con sus estados de desarrollo (larvas y pupas), que regulan sus poblaciones.

II. JUSTIFICACIÓN

El género *Opuntia* incluye diversas especies que hoy en día son explotadas como plantas de ornato, para jardines botánicos, cercos vivos, recuperación de suelos, y contribuye a la economía de muchas familias.

Todas las plantas cultivadas enfrentan problemas de tipo fitosanitario causados por diferentes micro y macro organismos. El género *Opuntia* también es susceptible al ataque de diversos fitoparásitos, como lo es la incidencia de daño atribuida por curculiónidos que dañan la areola que origina las espinas del nopal y puede disminuir su productividad, así como minimizar su porte estético. Por tal motivo es necesario determinar la y/o especies involucradas con la severidad de sus daños y su biología que permita generar un proyecto de acciones específicas para su control.

III. OBJETIVO

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la especie o especies de Curculionidae que puede ser responsables de daños a la espina del nopal, sus aspectos biológicos y parasitoides nativos con sus distintos estados de desarrollo (larvas y pupas), en el Estado de México e Hidalgo.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar las especies de picudos (Coleoptera: Curculionidae) que afectan a las espinas del nopal en Toluca, Estado de México y Tepetitlán, Hidalgo.
2. Analizar la estacionalidad de los curculiónidos (presencia de huevos, larvas, pupas y adultos a lo largo del año) involucrados con el daño a las espinas del nopal.
3. Identificar los parasitoides relacionados con las larvas y pupas de los picudos de las espinas del nopal.
4. Cuantificar el porcentaje de parasitismo en las poblaciones de picudos de la espina del nopal durante el ciclo 2022.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Importancia de las cactáceas

Las plantas xerofíticas con tejidos carnosos se denominan cactáceas, que se caracterizan por acumular agua- nutrientes y así adaptarse sin problemas al hábitat en el que se encuentren (Covarrubias, 2005).

Al servir de refugio a numerosas especies, estas plantas son cruciales en entornos secos (áridos). (Sierra, 2011)

Sus ramas y tallos con raíces son utilizados por muchas especies de animales, como aves, reptiles y mamíferos, para construir sus nidos y madrigueras. También evitan que el suelo se erosione, atrapan el agua y la humedad, y proporcionan alimento a una gran variedad de insectos, aves y murciélagos con sus flores y frutos. (CONAP, 2018).

Entre 2.500 y 4.000 especies de la familia Cactaceae son exclusivas del continente americano y se encuentran en todas partes, desde el norte de Canadá hasta la Patagonia argentina. (Nobel, 1998).

En el inventario de cactáceas mexicanas (Guzmán et al., 2003) se reconocen 913 taxones, que incluyen 669 especies y 244 subespecies, divididas en 63 géneros. Del total de taxones mencionados, 25 géneros, que comprenden 518 especies y 206 subespecies, son nativos de México. (Guzmán et al., 2003).

Tres subfamilias: Pereskioideae, Opuntioideae y Cactoideae- componen la familia Cactacea. (Britton y Rose, 1919-1923; Bravo, 1978).

El INEGI (2005) menciona que estas plantas se han convertido en las preferidas por una gran cantidad de personas a nivel mundial y nacional por las características que poseen, su enorme diversidad y una amplia gama de patrones de crecimiento (arbóreo, arbustivo, globoso, rastrero y epífita) que realzan y embellecen cualquier terreno, además de su facilidad en su manejo y su bajo mantenimiento.

Algunos de los principales géneros de las plantas cactáceas son *Corryocactus* Britton & Rose, *Opuntia* Miller, *Stenocereus* (A.Berger) Riccob., *Myrtillocactus* Console, *Ferocactus* Britton & Rose, *Mammillaria* Haw., *Weberbauerocereus* Backeb., *Cephalocereus* Pfeiff., *Astrophytum* Lem., *Echinopsis* Zucc., *Stetsonia* (Salm-Dyck) Britton & Rose, *Cereus* Miller, *Pereskia* Miller, *Carnegia* Britton & Rose, *Pachycereus* (A.Berger) Britton & Rose, *Browningia* Britton & Rose, *Cleistocactus* Lem. (Universidad de Málaga, 2022).

4.2. Género *Opuntia*

Según Anderson (2001), existen entre 15 y 18 géneros en la subfamilia Opuntioideae, siendo *Opuntia* la que presenta la mayor diversidad de especies (200 especies) y la distribución regional y altitudinal más amplia.

El género *Opuntia* sp. se encuentra en bosques, pastizales, selvas tropicales, así como en zonas áridas y semiáridas, sin embargo, Avalos et al.,2013 encontraron que estas zonas

tienen la mayor riqueza de especies. El nopal espinoso tiene 76 especies silvestres conocidas en México (Bellon et al., 2009), y también hay una gran variedad de variedades domesticadas (Nieto et al., 1986).

Las poblaciones prehispánicas de México conocen desde hace mucho tiempo el género *Opuntia* (Sánchez-Mejorada, 1982). El valle de Tehuacán-Cuicatlán, el noroeste, el Bajío, el eje Neovolcánico, el centro y norte del Altiplano son los lugares de México con mayor concentración de nopales. En el trópico seco y los desiertos del norte hay menor riqueza, pero suelen encontrarse especies endémicas de gran importancia (Arriaga et al., 2000).

4.3 Importancia de *Opuntia* como ornamental

Las regiones semiáridas de Morelos, Jalisco, Puebla, Guanajuato, Querétaro e Hidalgo son las que cultivan los cactus más atractivos, con una producción anual conjunta de un millón de plantas. A pesar de que el noreste del país alberga el mayor número de especies endémicas de cactus, los índices de producción de esta zona son insignificantes en comparación con los de los estados donde la tradición ornamental es fuerte. (Villavicencio-Gutiérrez et al., 2010).

Las principales especies del género *Opuntia* utilizadas como ornamentales se mencionan en las figuras 1 a la 6. Estos nopales frecuentemente se comercializan en viveros y son frecuentes en patios de casas habitación o interiores (Sierra, 2011).



Figura 1. *Opuntia atropes*



Figura 2. *Opuntia excelsa*



Figura 3. *Opuntia microdasys*



Figura 4. *Opuntia leiascheinvariana*



Figura 5. *Opuntia robusta*



Figura 6. *Opuntia perotensis*

4.4. Plagas de *Opuntia*

(Mena, 2011) reporta que el nopal espinoso está plagado principalmente por ocho insectos. Entre las plagas de mayor importancia sobresalen los picudos *Cactophagus spinolae* Gyllenhall, *Cylindrocoptorus biradiatus* Champion; a los hemípteros *Narnia femorata* Stal., *Hesperolabops nigriceps* Reuter, *Chelinidia tabulata* Burmeister, y *Dactylopius indica* Green y los lepidópteros *Cactoblastis cactorum* Berc., *Lanifera cyclades* Druce, *Olycella nephelepsa* y *Loxomorpha flavidissimalis* (Grote). Dependiendo de la estacionalidad y la zona del país, pueden convertirse como una plaga primaria, por su abundancia relativa y estacionalidad, ocasionando daños a las estructuras vegetativas o reproductivas del nopal (Bautista-Martínez et al. 2016).

4.5. Picudos como plagas del nopal

Con más de 62 000 especies documentadas, la familia Curculionidae, también conocida como picudos o gorgojos, es un grupo megadiverso de Coleópteros (Oberprieler et al., 2007).

Muchas plantas nativas de México de interés comercial como el nopal tienen como plagas a curculiónidos (Bautista-Martínez *et al.*, 2016; López-Martínez *et al.*, 2016). Las especies *C. spinolae* y *C. biradiatus* están reportadas como las de mayor interés económico por el daño que causan a los componentes vegetativos y reproductivos del nopal.

4.5.1. Picudo del nopal *Cactophagus spinolae*

Este picudo alcanza una longitud de 15 a 25 mm, de coloración negra con dos franjas transversales de color rojo- anaranjado en los élitros. En general rostrum está levemente curvado es grueso, largo y en su ápice presenta mandíbulas con tres dientes; ojos con posición lateral con respecto a la cabeza, de forma oval y separados ventralmente. Las antenas son geniculadas con clava truncada e insertada en la base del rostrum., El pronoto de forma subtriangular; escutelo grande, triangular, más largo que ancho; élitros con base emarginada y el pigidio expuesto por detrás de los élitros (Romo y Morrone 2012). (Figura 7) Debido a que se alimenta de los márgenes de los cladodios jóvenes y pone sus huevos en los cladodios basales, este picudo se considera una plaga de los cactus. Los cladodios son devorados por las larvas, que crean galerías que debilitan la estructura y acaban provocando la caída total o parcial de los cladodios como consecuencia de la desaparición de los tejidos. (Cárdenas-Ramos y Mandujano 2021).

Además, se le asocia con otras cactáceas incluidas en los géneros *Austrocylindropuntia*, *Cereus*, *Cylindropuntia*, *Ferocactus*, *Hylocereus*, *Peniocereus*, *Pereskiopsis* y *Stenocereus*, *Selenicereus* y *Agave* (Cárdenas-Ramos y Mandujano 2021, Sánchez-Pale *et al.* 2022).



Figura 7. Picudo del nopal (*Cactophagus spinolae*)

4.5.2 Picudo de la espina del nopal *Cylindrocopturus biradiatus* Champ

El pronoto es de color naranja, con líneas de color marrón claro paralelas al borde interno de los élitros. También hay líneas marrones cortas y perpendiculares que se cruzan, pero que no sobrepasan el margen exterior de los élitros. Su longitud es de 3,32 mm. (Bautista-Martínez *et al.* 2016).

Para poner un huevo, la hembra perfora con una espina la areola del cladodio maduro. En los cladodios infectados pueden verse de una a cuarenta areolas dañadas. El daño causado por las larvas que corroen el tejido interior de la areola se manifiesta por la liberación de mucílago, que se endurece y cristaliza en la base de las espinas. Bajo la base de la espina, las larvas del último estadio construyen una cámara de pupación. A continuación, los adultos crean un conducto de salida desde la cámara de pupación hasta la superficie antes de

emerger masticando la pared interior. Los cladodios jóvenes son devorados por los adultos, que dejan pequeñas heridas que no afectan a su calidad. (Figura 8)

Cylindrocopturus biridatus es una especie nativa de México que ha sido documentada en *O. ficus-indica*, *O. streptacantha* Lem., *O. tomentosa* Salm-Dyck, *O. robusta*, *O. huajuapensis* y *O. microdasys* (Mann 1969, Castañeda-Vildózola et al. 2021).

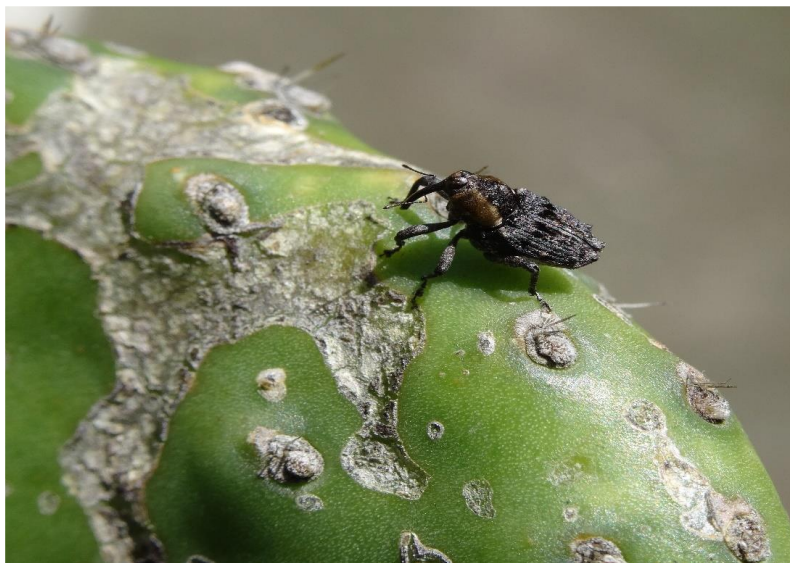


Figura 8. *Cylindrocopturus biradiatus* en un cladodio maduro

V. MATERIALES Y METODOS

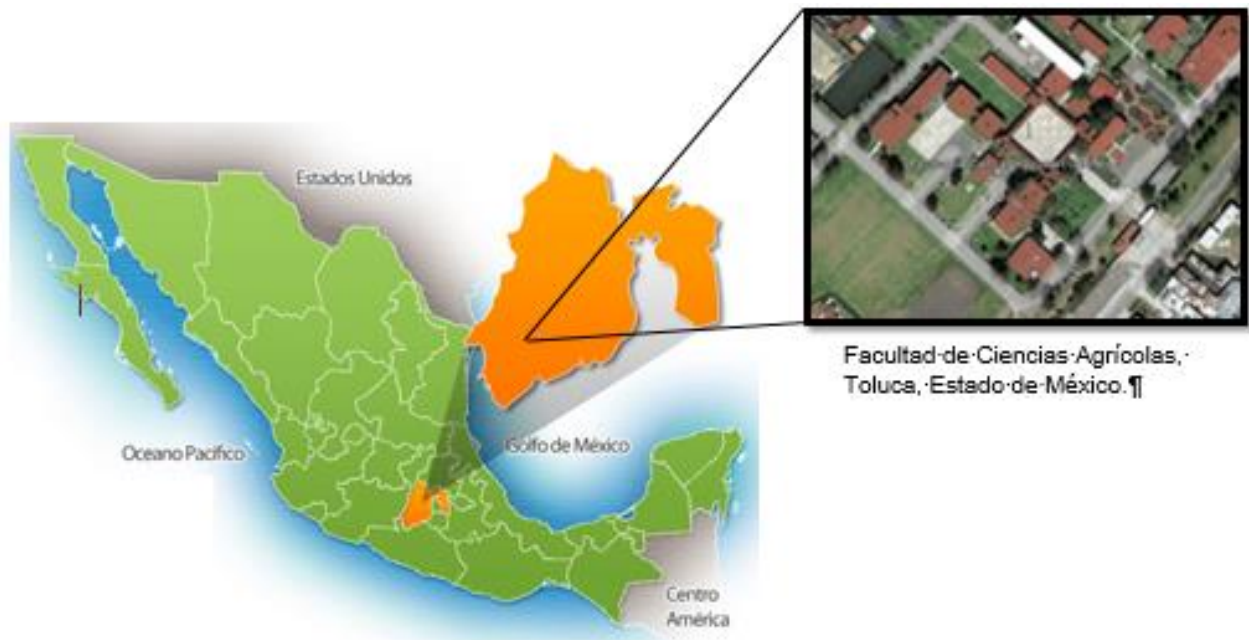
5.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se desarrolló de enero a julio de 2022 en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx que se localizan en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca (19°24'32.49" N, 99°41'20.86" W y 2,612 m), Estado de México y en San Pedro Nextlalpán, Tepetitlán, Hidalgo (20°15'13" N, 99°38'75" W y 2050 m).

El clima del municipio de Toluca se clasifica como C(w2)(w)b, templado subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos, con temperaturas medias anuales entre 5 y 12°C, la temperatura del mes más frío oscila entre 3 y 18°C, la temperatura del mes más caluroso oscila entre 6.5 y 22°C, con veranos frescos y largos, y precipitación media anual de 950 mm, según la clasificación de García (2004). El municipio de Tepetitlán en Hidalgo tiene un clima clasificado como C(w2)(w)b, que es templado subhúmedo con lluvias en verano y templado semiseco con una temperatura media anual de 18°C y 565 milímetros de precipitación (García 2004).

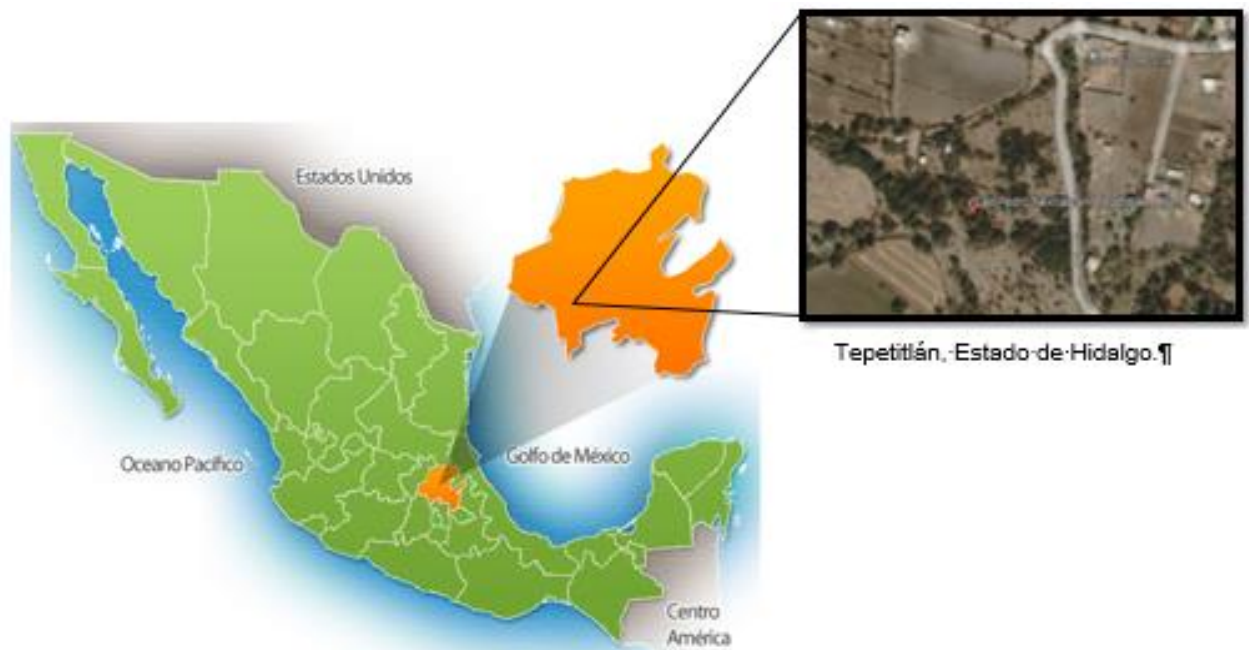
5.2. Sitios de muestreo

Se realizaron observaciones en una plantación integrada por 315 plantas de nopal sin manejo fitosanitario en la parcela de nopales que se encuentra en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx. (Figura 9) y 30 plantas de nopal cultivados en traspatios de la localidad de San Pedro, Nextlalpan (Figura 10). Los muestreos fueron cada 8 días en Toluca y cada 15 días en Tepetitlán, Hidalgo, en ambos lugares, la altura de las plantas de nopal fue de un rango de 1.5 a 2.0 m.



Facultad de Ciencias Agrícolas,
Toluca, Estado de México.¶

Figura 9. Parcela experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEMéx.



Tepetitlán, Estado de Hidalgo.¶

Figura 10. Localidad San Pedro Nextlalpán, Tepetitlan Hidalgo.

5.3. Determinación específica de los curculiónidos que afectan a las espinas del nopal

En la plantación de nopal ubicada en la Facultad de Ciencias Agrícolas, se tomó una muestra de 70 cladodios con daño en la base de las espinas atribuido al picudo de la espina, a cada cladodio, se tomaron los estadios de desarrollo de los curculiónidos del tejido afectado utilizando un bisturí y un cepillo de pelo de camello, y luego se transfirieron a placas Petri (9,0 1,0 cm) y se llevaron al laboratorio. Las larvas y pupas se adicionaron por un minuto en agua hirviendo y se fijaron en alcohol al 70%. Para un análisis preciso, los adultos se colocaron en alfileres entomológicos tras ser sacrificados en una cámara mortal con acetato de etilo.

El estudio morfológico para la determinación de la y/o especies, se realizó de los especímenes recolectados del tejido de nopal afectado, revisándose detenidamente los tagmas cabeza, tórax y abdomen y sus respectivos apéndices bucales y locomotores en un microscopio estereoscópico Nikon modelo C-PSN. La determinación específica se realizó empleando la literatura de Champion (1902), Wibmer y O'Brien (1989) y Bautista-Martínez et al. 2017). La tomada de fotografías se realizó con una cámara Canon 5D acoplada a un microscopio Carl Zeiss modelo SteREO Discovery V20. Después se procedió con el procesamiento de las imágenes y elaboración de figuras con el software GIMP versión 2.10.14.

5.4. Fluctuación poblacional de los estados de desarrollo del picudo y/o picudos que dañan las espinas del nopal

Los muestreos se realizaron cada semana de enero a julio y consistió en la recolección de 10 cladodios afectados y para extraer los estadios de desarrollo de los curculiónidos, se diseccionó el tejido lesionado con un cuchillo y un cepillo de pelo de camello. Cuando se recuperaron los insectos, se colocaron en placas de Petri (9,0 1,0 cm) y se llevaron al laboratorio, donde se contaron larvas, pupas y adultos para cada fecha de muestreo. y determinar los periodos de mayor incidencia de los estados de desarrollo del picudo, se recopilarán datos climáticos, incluida la temperatura y la humedad relativa, utilizando un registrador de datos (EL-USB-2, LASCAR, Electronics, China) para determinar cómo se ven afectadas las poblaciones de curculiónidos en el cultivo del nopal. El número de individuos (larvas y adultos) se expresó en promedios mensuales en un gráfico. La misma metodología se empleó en la comunidad de Tepetitlán, Hidalgo.

5.5. Determinación de instares larvarios de los picudos de la espina del nopal

De las larvas recolectadas del estudio de fluctuación poblacional, se procedió a hervirlas en agua destilada por 1 minuto, después se seleccionaron por tamaño para su posterior preservación en etanol al 70%. Se recolectaron 819 larvas de todos los instares posibles para el estudio. En el laboratorio de morfología de insectos del colegio de posgraduados en Montecillo, Texcoco, Estado de México se realizaron mediciones de las capsulas cefálicas de las larvas. Se aplicó el método de medición de análisis de imágenes informatizado de Hernández-Livera et al. (2005). Se utilizó una cámara de microscopio digital para tomar fotografías de las cápsulas cefálicas mientras se observaban con un fotomicroscopio Carl Zeiss Tessovar. Las imágenes se guardaron como archivos jpg. Del mismo modo, para

calibrar el analizador de imágenes, se tomó una fotografía de una regla micrométrica con una graduación de centésimas de milímetro. Las imágenes de las cápsulas cefálicas se midieron utilizando la aplicación Image Tool 3.0 (Wilcox et al. 2002). El programa se calibró utilizando una imagen de una regla micrométrica, y se eligió la micra como unidad de medida.

A partir del punto más alejado de los bordes laterales de cada cápsula (genas), se determinó la anchura de la cápsula cefálica de cada larva. Utilizando la aplicación Hcap de Logan (1998), se examinaron las medidas.

5.6. Determinación de especies de parasitoides relacionados con los picudos de la espina del nopal

Como parte del estudio de fluctuación poblacional de los curculiónidos, también se determinó la presencia de larvas y pupas de himenópteros parasitoides relacionados con las larvas y pupas de los picudos en dos localidades de estudio en Toluca y Tepetitlán. Las larvas de los picudos, así como las pupas de un himenóptero parasitoide alojadas en las cámaras de pupación en las que se observó restos del curculiónido, se extrajeron con la finalidad de evitar su mortalidad y permitir que continuara su desarrollo. Se trasladaron al laboratorio para depositarlas en cajas de Petri (9.0 × 1.0 cm) a las que se adiciono papel filtro y además se incluyó algodón humedecido con agua destilada para evitar desecación. Se incubaron a una temperatura de 25 ± 2 °C, humedad relativa entre 60-70 % y revisadas diariamente hasta la emergencia de los parasitoides adultos.

Los parasitoides que emergieron fueron recolectados y preservados en etanol al 70 % para su determinación usando la clave taxonómica de Bugbee (1975) y Gibson (2011). Los parasitoides pertenecieron a los géneros *Eupelmus* Dalman (Hymenoptera: Eupelmidae) y *Eurytoma* Illiger (Hymenoptera: Eurytomidae). Se enviaron especímenes de *Eupelmus* al Dr. Gary Gibson, Agriculture and Agri-Food Canada, Canadian National Collection of Insects, Arachnids and Nematodes (CNC), Canadá, para complementar la determinación específica. Complementariamente, se documentó la actividad de los adultos de *Eupelmus* en su búsqueda de larvas huésped para parasitarlas. En este estudio se observó y registró el número de avispas observadas desde las 09:00 hasta las 18:00 h.

Con la finalidad de conocer nuevos sitios de distribución de *Eupelmus* sp. y *Eurytoma* spp. en México, en abril de 2022, también se realizó una búsqueda complementaria en San Pedro Nextlalpán, Tepetitlán Hidalgo en nopales infestados por las larvas del picudo del nopal. El Insectario de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UAEMéx es donde se resguardan los ejemplares.

5.7. Determinación del porcentaje de parasitismo

Se estimó el porcentaje de parasitismo del material recolectado en Toluca Estado de México y San Pedro Nextlalpan municipio de Tepetitlán estado de Hidalgo, se empleó la metodología propuesta por Vanegas-Rico et al. 2015, donde % parasitismo spn= (No. de individuos parasitados spn) (100) / No. de individuos parasitados de todas las especies + No. de individuos no parasitados.

Donde spn = especie de parasitoide x.

VI. RESULTADOS

6.1. Identificación

Los curculiónidos maduros extraídos de los cladodios de nopal de Toluca y los capturados en San Pedro Nextlalpan, Tepetitlán e Hidalgo pertenecen a la especie *Cylindrocopturus biradiatus* Champion (Figura 11). En Toluca y Tepetitlán, se recuperaron y recolectaron en conjunto 143 especímenes adultos. En Toluca se extrajeron 819 larvas y 287 pupas de los estadios inmaduros, mientras que en Hidalgo se extrajeron 357 larvas y 146 pupas de los estadios inmaduros. De acuerdo con Bautista-Martínez *et al.* (2016). Las regiones frontal y lateral del pronoto son de color naranja, *Cylindrocopturus biradiatus* tiene líneas de color marrón claro que corren paralelas al margen interno de los élitros. También hay pequeñas líneas marrones perpendiculares que se cruzan, pero no se extienden hasta el margen externo de los élitros.

Mann (1969) documentó que las larvas de *C. biridatus* tienen como hospederas a nopales, entre estas se reporta a *Opuntia ficus-indica*, *O. streptacantha* Lem., y *O. tomentosa* Salm-Dyck, *O. robusta*, *O. huajuapensis* y *O. microdasys*. En este sentido, tomando como referencia las evidencias señaladas por la literatura, Con su hábito oligofago, *C. biridatus* se adapta a la disponibilidad de *Opuntia* spp. en su entorno inmediato.



Figura 11. Adulto de *C. biradiatus*.

6.2. Fluctuación poblacional

Los adultos de *C. biradiatus* son diurnos, en ambas localidades se documentaron entre finales de marzo y mediados de julio, sin embargo, su mayor incidencia se registró de marzo a mayo. En agosto no se observaron adultos. (Figuras 12 y 13) Los resultados de este estudio tienen similitud con los de Mena-Covarrubias (2011) en Zacatecas, pero difieren con los de Querétaro documentados por de Vargas-Mendoza et al. (2008), quienes observaron a los adultos desde enero hasta septiembre, con la mayor incidencia en marzo y el decline poblacional ocurrió en septiembre.

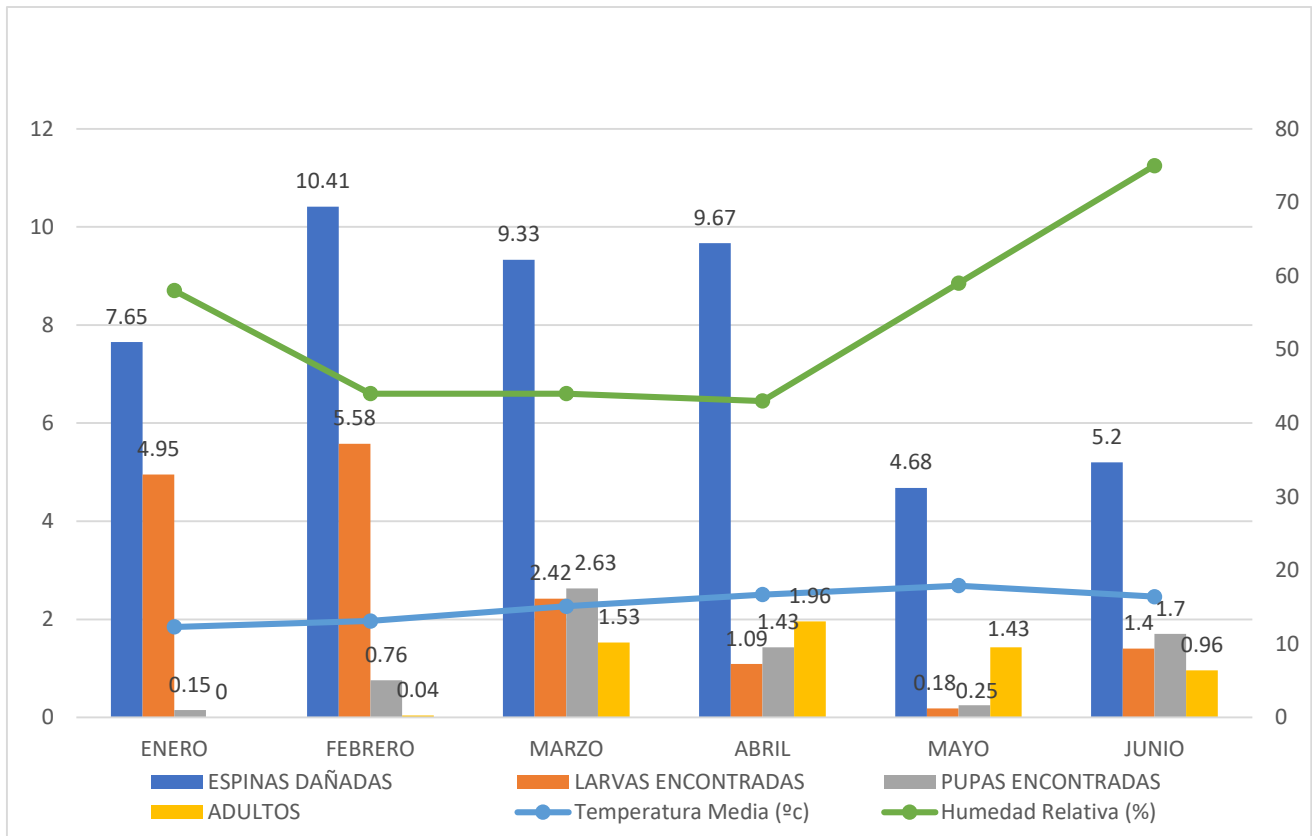


Figura.12. Fluctuación poblacional de *C. biradiatus* en Toluca, Estado de México en 2022.

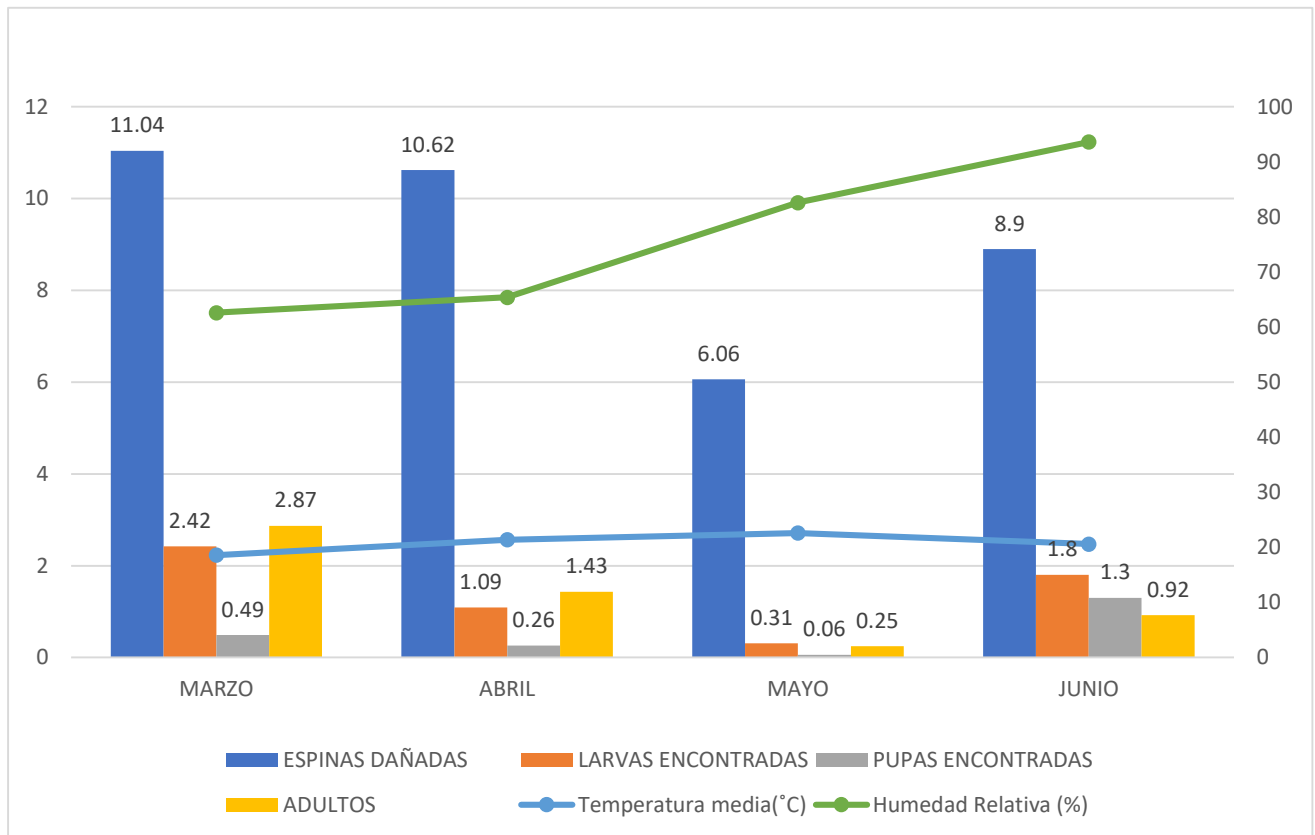


Figura. 13. Fluctuación poblacional de *C. biradiatus* en San Pedro Nextlalpán, Tepetitlán, Hidalgo en 2022.

En cada planta de nopal se contabilizó de uno hasta siete picudos. Su presencia sobre las plantas ocurrió de 09:00 hasta las 17:00 h, mostraron poca actividad de vuelo y se observaron con mayor frecuencia caminando. En este lapso de tiempo se alimentaron sobre los cladodios jóvenes, pero el daño no fue importante. Después de las 17:00 h, disminuyó su actividad, ocultándose en las ranuras de las plantas de nopal. De abril hasta a junio se observó a la hembra masticando el tejido de la base de la espina para perforar un orificio y proceder con la oviposición (Figura 14). En días nublados o con presencia de lluvias la actividad del *C. biradiatus* fue escasa.



Figura. 14. Hembra de *C. biradiatus* masticando el tejido de la base de la espina para perforar un orificio y después proceder con la oviposición

La cantidad de espinas afectadas por cladodio fue variable, cuantificándose desde una hasta 32, con un promedio de siete espinas dañadas por cladodio; los síntomas por oviposición en etapas iniciales no fueron percibidos, la manifestación del daño ocurrió a finales de septiembre, la base de la espina mostró una secreción de mucilago que se acumuló sobre la base de la espina y se cristalizó, formando un grumo que representa el daño típico ocasionado por la larva de *C. biradiatus* (Figura 15).



Figura 15. Secreción de mucilago en la base de la espina del nopal causado por larva de *C. biradiatus*

Con respecto a las mediciones de las 889 capsulas cefálicas, la distribución de frecuencias mostró que las mediciones estuvieron en rangos de 321 a 1221 μ , lo que preliminarmente sugiere que *C. biradiatus* presenta tres estadios larvarios. Eaton (1942), Furniss (1942), Piper (1977) y Charlet (1983) afirmaron que las larvas de *Cylindrocopturus* spp., presentan tres estadios larvarios. Las larvas de primer estadio de *C. biradiatus* ocurrieron en la segunda semana de agosto hasta finales de septiembre. Alcanzaron una longitud de 1.0 a 3.0 mm (N= 7), fueron de difícil localización por su tamaño pequeño y coloración blanco pálido que dificultó su ubicación en el tejido acuoso del nopal.

Las larvas del segundo estadio se documentaron en octubre hasta febrero, midieron 4.0 a 6.0 mm (N=37), de fácil localización en el tejido afectado, además su voracidad contribuyó al consumo del tejido de la areola. La larva de último estadio alcanzó una longitud de 7.0 a 9.0 mm (N= 35 larvas), de complejión robusta y cabeza inmersa en el segmento protorácico

(Figura 16). Ocurrieron en febrero hasta mayo, consumieron la totalidad del tejido de la areola y construyeron una cámara de pupación bajo la espina.



Figura 16. Larva del picudo de la espina del nopal *C. biraditus*

El estado de pupas se registró en febrero hasta mediados de mayo (Figura 17). La duración del estado de pupa hasta alcanzar el estado adulto requirió de 15 días (N=5). Los adultos emergieron a través de un orificio que realizaron con sus mandíbulas desde la cámara de pupación hacia el exterior (Figura 18). El comportamiento endófito de los inmaduros de este picudo, constituyó ser una ventaja biológica, ya que su exposición a enemigos naturales y condiciones naturales adversas no los afectaron drásticamente.



Figura 17. Pupa de *C. biradiatus*



Figura 18. Emergencia de adulto de *C. biradiatus*

C. biradiatus ha sido visto en la Ciudad de México, Estado de México, Guerrero, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Querétaro, Puebla, San Luis Potos y Zacatecas, entre otros lugares. (Champion 1906, Mann 1969, Bautista-Martínez et al. 2018). Además, estos

autores señalan una distribución altitudinal desde los 934 hasta los 2614 msnm; lo que sugieren que este picudo exhibe considerable plasticidad, favoreciendo su adaptación hacia distintos escenarios ecológicos y agroecológicos que le permiten seguir el patrón de distribución natural de los nopales cultivados y silvestre en varias regiones del país.

6.3. Parasitismo

Once larvas de *C. biradiatus* estuvieron parasitadas por *Eupelmus* sp. Además, se extrajeron 28 pupas de Hymenoptera del interior de las cámaras de pupación del curculiónido que correspondieron también a *Eupelmus* sp. En San Pedro Nextlalpán, Tepetitlán ninguna larva y pupa estuvieron parasitadas. En total se obtuvieron 21 avispas hembras, la información del Dr. Gibson indica que todos los especímenes pertenecen a la especie *Eupelmus pulchriceps*. (Figura 19).



Figura 19. Adulto de *Eupelmus pulchriceps*, encontrado en Toluca 2022

El género *Eupelmus* incluye 300 especies, y catorce ocurren en Norteamérica (Gibson 2011, Noyes 2022). En México se tienen reportes de *E. cyaniceps* Ashmead, *E. annulatus* Nees, *E. pulchripes* (Cameron) y *E. cushmani* (Crawford) (Reyes-Villanueva, 1987; Estrada-Virgen et al., 2019; Chaires-Grijalva et al., 2020; Pérez-Benavides et al., 2020). *Eupelmus cushmani* es la especie mejor conocida por ser un parasitoide de *Anthonomus grandis* Cano y *Copturus aguacatae* Kissinger que afectan a los cultivos del chile y aguacate (Estrada-Virgen et al., 2019; Chaires-Grijalva et al., 2020).

Eupelmus pulchriceps está presente en Chiapas, Guerrero, Jalisco, México, Morelos, Oaxaca, Querétaro y Veracruz, a una altitud de 20 hasta 2044 m.s.n.m. (Pérez-Benavides et al., 2020).

En opinión de Gibson (2019, información proporcionada por escrito), existe incertidumbre sobre la veracidad de la especie "*E. pulchriceps*", pues podrían representar por lo menos dos especies, el supuesto se basa en parte por su distribución latitudinal (norte-sur) y altitudinal, son atípicamente amplios en América. Además, existe diferenciación en el patrón de coloración del escapo antenal (negro con naranja) en los especímenes de las diferentes partes de sus sitios de distribución que aún no permite una diferenciación verídica.

En su estudio, Pérez-Benavides et al. (2020), determinaron a *Eupelmus* sp. aff. *pulchriceps* asociada con varias especies de Bruchidae en México. Estos autores también concluyeron que *E. sp. aff. pulchriceps* también podrían tratarse de una especie aun no descrita. En este contexto Gibson (2019 comunicación proporcionada por escrito), la especie *E. pulchripes* presente en México tentativamente puede considerarse como válida.

Eupelmus pulchriceps es un parasitoide que parasita a diversas especies de insectos de los órdenes Orthoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera y Coleoptera (Noyes, 2022). La mayoría de sus huéspedes son coleópteros de las familias Curculionidae y Bruchidae (Noyes, 2022). En Curculionidae parasita a 11 géneros y 17 especies. Este estudio se reporta *E. pulchriceps* asociada con un miembro de la familia Curculionidae en México, siendo *C. biradiatus*, especie de relevancia económica que afecta a *Opuntia* spp. *Cylindrocopturus longulus* LeConte y *C. adspersus* LeConte también son parasitados por *E. pulchriceps* (Charlet 1983; Noyes 2022).

Las larvas de *E. pulchriceps* se observaron en abril y junio; de hábitos solitarios, estuvieron adheridas al dorso y pleura de la larva de *C. biradiatus*. Las pupas ocurrieron en abril y junio. Desde la recolección de las pupas hasta la emergencia de las avispas, transcurrieron 11.27 días (N= 11 pupas, rango= 3-15 días). Los adultos de *E. pulchriceps* emergieron en abril hasta julio.

Estudios reportados por Mar-Gonzales (2017), señalan que la duración del estado de pupa de *E. cushmani* requirió 11.00 días sobre el huésped *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). Este resultado permite concluir tentativamente que existe similitud en la biología de ambas especies, no obstante, a los diferentes huéspedes que parasitan.

En este estudio se contabilizaron 42 hembras desde abril a junio (Figura 20). Su presencia se registró desde las 09:00 hasta las 14:00 h., sin embargo, la mayor actividad se observó de 11:00 a 14:00 h con 37 avistamientos. Arribaron sobre los cladodios de nopal en su

búsqueda de huéspedes y permanecieron activas por 3.88 minutos e inmediatamente iniciaron el vuelo (N=17, 1-7 minutos).

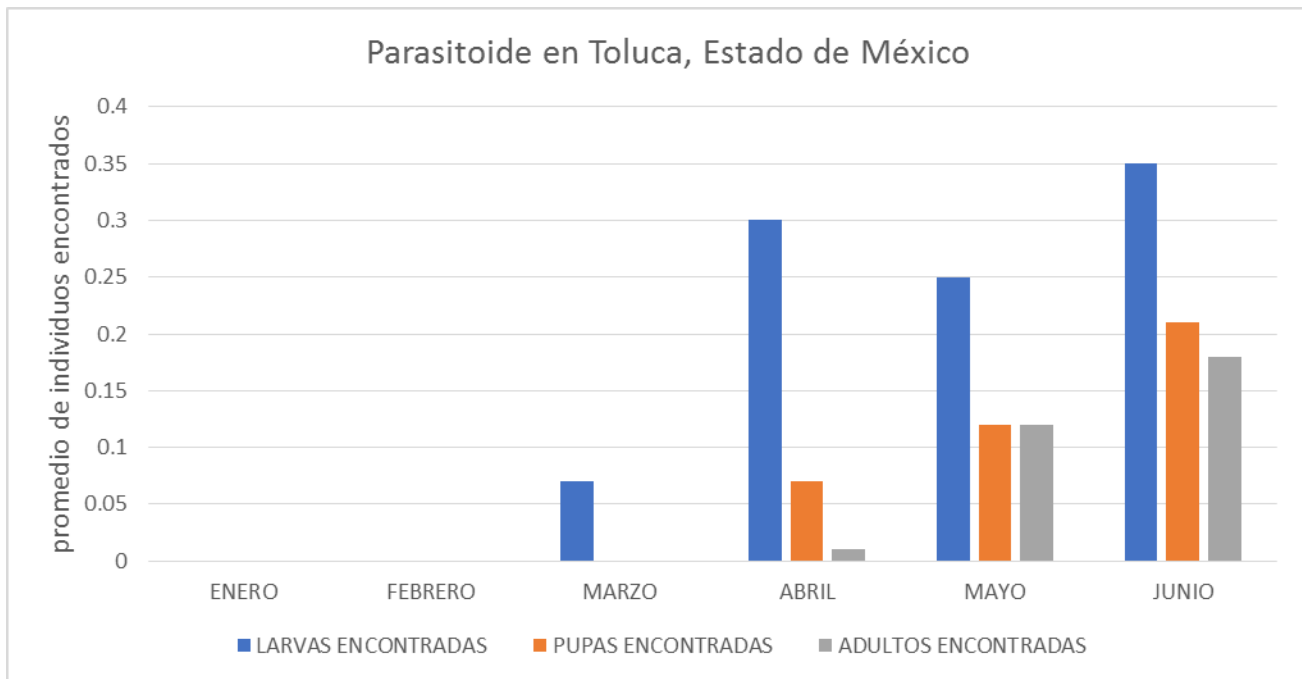


Figura 20. Presencia de *Eupelmus puchriceps* en Toluca, Estado de México en 2022.

El proceso de búsqueda, localización y oviposición requirió de 65 minutos (N=2, 64-66 minutos). Este estudio aporta parte de la biología reproductiva de *E. pulchriceps*, no obstante, se requieren de investigaciones posteriores para ampliar el conocimiento de su bioecología y la interacción con su huésped en las condiciones de cultivo del nopal implementadas en las zonas de estudio.

También registró la presencia de un parasitoide Eurytomidae del género *Eurytoma* spp. (Hymenoptera: Eurytomidae. Se obtuvieron cinco especímenes de los cuales cuatro fueron hembras y dos machos. Este descubrimiento proporciona la primera prueba de que un

parasitoide *Eurytoma* esta asociado con *C. biradiatus* (Figura 21). En México existen reportes de la asociación de euritómidos parasitando larvas de agallas de los encinos, picudos y moscas de la fruta de interés agrícola. Murillo-Hernández (2022) reportó a *E. tylodermatis* en el picudo del chile *Anthonomus eugenii*. *Eurytoma sivinskii* se ha reportado como parasitoide de moscas de la fruta en la región del golfo de México (Mena-Correa et al. 2008). Con respecto a agallas de los encinos se tienen registradas siete especies de *Eurytoma* como sus principales parasitoides (Bugbee 1945).



Figura 21. *Eurytoma* sp (Hymenoptera: Euritomidae)

En *E. pulchriceps* se cuantificó un parasitismo natural de 4.10% y en *Eurytoma* se obtuvo un porcentaje de 2.23, porcentajes relativamente bajos, sin embargo, este estudio contribuye al conocimiento de los parasitoides relacionados con *C. biraditus* en Toluca, Estado de México

VII. CONCLUSIONES

Cylindrocopturus biradiatus es la especie asociada con el daño a las espigas de nopal.

Todos los estados de desarrollo de *C. biradiatus* ocurrieron de enero hasta junio en Toluca, Estado de México y Tepetitlán, Hidalgo.

Los parasitoides *E. pulchriceps* Cameron (Hymenoptera: Eupelmidae) y *Eurytoma* sp. (Hymenoptera: Eurytomidae) estuvieron implicadas en el parasitismo natural de *C. biradiatus*.

El conocimiento *C. biradiatus* en el género *Opuntia*, constituye una gran oportunidad para obtener información biológica que permita su manejo y contribuya a la conservación de los recursos naturales como parasitoides y germoplasma.

Por tanto, el manejo cultural (podas sanitarias) se puede recomendar a inicio o finales de año con la finalidad de reducir las poblaciones de larvas y pupas, ya que si los cladodios dañados no son eliminados pueden provocar una disminución drástica del potencial productivo y estético de la planta.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, E. F. (2001). *The Cactus Family*. Timber Press. Portland. Arias S., Gama S. y Guzmán U. 1997. Cactaceae A.L. Juss. Fascículo 14. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Arreola-Nava, H. J., Cuevas-Guzmán, R., Guzmán-Hernández, L., y González-Durán, A. (2017). *Opuntia setocarpa*, una especie nueva de nopal del occidente de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(4), 792-797.
- Arriaga Cabrera, L., Espinoza Rodríguez, J. M., Aguilar Zuñiga, C., Martínez Romero, E., Gómez Mendoza, L., y Loa Loza, E. (2000). *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Ávalos-Huerta, I., Sánchez-López, D. L., y López-González, C. (2013). Nomenclatura vernácula, uso y manejo de *Opuntia* spp. en Santiago Bayacora, Durango, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(3), 367-380.
- Barros, C., y Buenrostro, I. (1998). El maravilloso nopal: sus propiedades alimenticias y curativas (No. 583.47 B3.).
- Bautista-Martinez, N., Riquelme-Illescas C. P. and Jones, R. W. (2016). Especies de *Cylindrocopturus* (Coleoptera: Curculionidae: Conoderinae) asociadas a especies de *Opuntia* (Caryophyllales: Cactaceae). *Florida Entomologist* 99(1): 126-127.

- Bellon, M. R., Barrientos-Priego, A. F., Colunga-GarcíaMarín, P., Perales, H., Reyes Agüero, J. A., Rosales-Serna, R., & Zizumbo-Villarreal, D. (2009). Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital natural de México*, 2, 355-382.
- Bravo-Hollis, H. (1978). *Las cactáceas de México. Vol. I.* Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 743.
- Britton, N. L., and Rose, J. N. (1919-23). *The Cactaceae. Descriptions and illustrations of Plants of the Cactus Family.* The Carnegie Institute of Washington, Publication 248, Volumes 1-4. Washington. U.S.A.
- Bugbee, R. E. (1945). Eight New Species of the Genus *Eurytoma* from Mexico and Guatemala (Hymenoptera, Eurytomidae) Parts V and VI. Quadrata and Corpulenta Groups. *Annals of the Entomological Society of America* 38(1): 53-69.
- Cárdenas-Ramos, D. and Mandujano C. M. (2021). Cactus weevil (*Metamasius spinolae* Gyllenhal) florivore and frugivore of *Opuntia catabrigiensis* Lynch (Cactaceae). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 20: e2021201. <https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2021.20.1>.
- Casas A. and G. Barbera. (2002). Mesoamerican domestication and diffusion. In Nobel P. S. (Ed). *Cacti, biology and uses*, University of California Press, Los Angeles, USA. 143-162.

Castañeda-Vildózola, Á., Illescas-Riquelme, C. P., Valdez-Carrasco, J., Cazado, L. E., Sánchez-Pale, J. R., and López-Martínez, V. (2019). Recognition of Five Larval Instars in *Conotrachelus perseae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomological Science* 54(2): 1-8.

Castañeda-Vildózola, A., J. R. Sánchez-Pale, O. Franco-Mora y J. Valdez-Carrasco. (2021). Nuevos registros de *Cylindrocopturus* y la asociación con nuevas especies de *Opuntia* en el Estado de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* 12: 151–156.

Chaires-Grijalva, M. P., del Carmen Antonio-Luis, M., Palacios-Torres, R. E., Hernández-Hernández, H., Castañeda-Vildozola, Á., Valenzuela-Escoboza, F. A., y López-Martínez, G. (2021). Nuevos Registros de Parasitoides del Picudo del Chile¹ y Su Parasitismo Natural en Loma Bonita, Oaxaca. *Southwestern Entomologist*, 45(4): 979-984.

Champion, G. C. (1906). *Biologia Centrali-Americana*. Smithsonian Institution. Insecta, Coleoptera, Rhynchophora. Vol 4., Part 5. Taylor and Francis (Ed.). London, U.K. 513.

Charlet, L. D. (1983). Insect stem fauna of native sunflower species in western North Dakota. *Environmental Entomology* 12(4): 1286-1288.
<https://doi.org/10.1093/ee/12.4.1286>.

CONAP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2018), Día Nacional de las Cactáceas [En línea] disponible en <https://www.gob.mx/conanp/articulos/cactaceas> [fecha de consulta: 23 de noviembre de 2022].

Covarrubias-Ordiales. J.P. (2005). Plantas que cuidan el agua (INEGI) <https://cuentame.inegi.org.mx/sabiasque/plantas.aspx?tema=S>

Eaton, C. B. (1942). Biology of the weevil *Cylindrocopturus eatoni* Buchanan, injurious to Ponderosa and Jeffrey pine reproduction. *Journal of Economic Entomology* 35(1), 20-25.

Estrada-Virgen, M. O., De Dios-Ávila, N., Ruíz-Cancino, E., Coronado-Blanco, J. M., Ríos-Velasco, C., y Cambero-Campos, O. J. (2019). Primer registro de *Eupelmus cushmani* (Crawford) (Hymenoptera: Eupelmidae) como parasitoide del barrenador de ramas del aguacate *Copturus aguacatae* Kissinger (Coleoptera: Curculionidae) en México. *Acta Zoológica Mexicana* 35: 1-3.

Flores, G. J. A., y Macías, C. G. V. (2008). Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México. *CIENCIA-UANL*, 11(1), 5-11.

Furniss, R. L. (1942). Biology of *Cylindrocopturus furnissi* Buchanan on Douglas- fir. *Journal of Economic Entomology* 35: 853–859.

Gibson, G.A.P. (2011). The species of *Eupelmus* (*Eupelmus*) Dalman and *Eupelmus*

(*Episolindebia*) Girault (Hymenoptera: Eupelmidae) in North America North of Mexico. Zootaxa 2951: 33–41.

Guzmán, U., & Arias, S. (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. UNAM. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545066004>

Hernández, J. E. M. (2022). Potencial de parasitoides para el control biológico de *Anthonomus eugenii* en diferentes variedades de chile. Avances en Investigación Agropecuaria 26(2): 3-4.

Hernández-Livera R. A., Llanderal-Cázares, C., Castillo-Márquez, L. E., Valdez-Carrasco, J., Nieto-Hernández, R. (2005). Identificación de instares larvales de *Comadia redtenbacheri* Hamm. (Lepidoptera: Cossidae). Agrociencia 39: 539–544.

López-Martínez, V., Pérez-de la O, N. B., Ramírez-Bustos, I. I., Alía-Tejacal, I., and Jiménez-García, D. (2016). Current and potential distribution of the cactus weevil, *Cactophagus spinolae* (Gyllenhal) (Coleoptera: Curculionidae), in Mexico. Coleop. Bull. 70: 327–324.

Mann, J. (1969). Cactus-feeding insects and mites. Bulletin of the United States National Museum. United States National Museum Bulletin 256. Smithsonian Institution Press (Ed.). Washington, D. C, U.S.A. 158.

- Mar González, G. (2017). Biología de *Eupelmus cushmani* (Hymenoptera: Eupelmidae) y parasitismo facultativo sobre *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae) (Tesis: Maestría). Colegio de Posgraduados, Posgrado en Fitosanidad, Entomología y Acarología. Montecillo, Texcoco, Estado de México. México.
- Mena-Correa, J., Sivinski, J., Gates, M., Ramírez-Romero, R., and Aluja, M. (2008). Biology of *Eurytoma Sivinskii*, an Unusual Eurytomid (Hymenoptera) Parasitoid of Fruit fly (Diptera: Tephritidae) Pupae. *Florida Entomologist* 91(4): 598-603.
- Mena-Covarrubias, J. (2011). Insectos plagas del nopal: como tomar decisiones con un enfoque de manejo integrado. *Revista Salud Pública y Nutrición* 12(5): 65-74.
- Murillo-Hernández, J. E. (2022). Potencial de parasitoides para el control biológico de *Anthonomus eugenii* en diferentes variedades de chile. *Avances en investigación Agropecuaria. II Simposio Internacional de Parasitología Agrícola. AIA. 2022. 26 (Suplemento): 3-4.*
- Nieto, C. S., García, A. C., Bustillo, E. F., Colunga, J. M., and Marcos, C. A. (1986). Serum glycoproteins and prognosis in cancer of the head and neck. *Clinical Otolaryngology and Allied Sciences*, 11(1), 41-45.
- Nobel, P. S. (1998). *Los incomparables agaves y cactus*. Trillas. 200.

Noyes, J. S. (2022) Universal Chalcidoidea database. World Wide Web electronic publication.
<http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>.

Oberprieler, R. G., Marvaldi, A. E., and Anderson, R. (2007). Weevils, weevils, weevils everywhere. *Zootaxa* 520(1668):491-520.

Pérez-Benavides, A. L., Hernández-Baz, F., González, J.M., Romero-Nápoles, J., Hanson, P.E., and Zaldívar-Riverón, A. (2020) Integrative taxonomy to assess the species richness of chalcidoid parasitoids (Hymenoptera) associated to Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae) from Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 91(4): e913492.

Pinkava, D. J. (2003). Cactaceae, subfamily Opuntioideae. Vol. 4. Pp. 102–150. En: *Flora of North America* Editorial Committee (Eds). *Flora of North America North of México*. Oxford University. New York.

Piper, G. L. (1977). Biology and immature stages of *Cylindrocopturus quercus* (Say) (Coleoptera: Curculionidae). *The Coleopterists Bulletin* 32(4): 65-72.

Reyes-Villanueva., F. (1987). Insectos parásitos de los lepidópteros plaga del nogal en Nuevo León; análisis de su potencialidad como agentes de control biológico. *Folia Entomológica Mexicana* 72: 111-120.

Romo A., y Morrone J. (2012). Especies mexicanas de Curculionidae (Insecta: Coleoptera) asociadas con agaves (Asparagaceae: Agavoideae). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 1025–1035. <https://doi.org/10.7550/rmb.30633>

Sánchez Mejorada, H. (1982). Algunos usos prehispánicos de las cactáceas entre los indígenas de México (No. F/583.47 S2).

Sánchez-Pale, J. R., Quezada-Salinas, A., Moreno-Velázquez, M. and Oliva-Hurtado, M. (2022). *Peniocereus serpentinus* and *Austrocyllindropuntia subulata*, New Hosts of the Cactus Weevil (*Metamasius spinolae* Gyllenhal) in the State of Mexico. *Agrociencia* DOI: <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i7.2759>

Scheinvar, L., Olalde-Parra, G., and Gallegos-Vázquez, C. (2015). A new species of the genus *Opuntia* (Cactaceae) for the state of Veracruz, Mexico. *Botanical Sciences* 93(1): 33-39.

Sierra, C. L. J. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria* <http://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/index.html> ISSN: 1607-607

Universidad de Málaga (2022). Cactáceas [En línea] disponible en <https://jardinbotanico.uma.es/cactaceas/> [fecha de consulta: 13 de noviembre de 2022].

Universitaria, pp. 2–23. Logan, J. A., Bentz, B. J., Van Dygriff, J. C., Turner, D. L. (1998). General program for determining instar distribution from head capsule widths:

example analysis of mountain pine beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 27: 332–340.

Vanegas-Rico, J. M., Lomeli-Flores, J. R., Rodríguez-Leyva, E., Mora-Aguilera, G., y Valdez, J. M. (2010). Enemigos naturales de *Dactylopius opuntiae* (Cockerell) en *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller en el centro de México. *Acta zoológica mexicana*, 26(2), 415-433.

Vargas-Mendoza, A., Flores-Hernández, A., y Basaldúa-Suárez, J. F. (2008). Dinámica poblacional de las principales plagas de nopal *Opuntia* spp. en la zona semiárida de Querétaro. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 7: 21–27.

Villavicencio-Gutiérrez, E. E. (2010). Cactáceas Ornamentales del Desierto Chihuahuense que se distribuyen en Coahuila, San Luis Potosí y Nuevo León, México. INIFAP. México. 344.