



**COORDINACIÓN GENERAL DE UNIVERSIDAD TECNOLÓGICAS
Y POLITÉCNICAS**

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEHUACÁN

PROGRAMA EDUCATIVO

AGRICULTURA SUSTENTABLE Y PROTEGIDA

“Identificación de la especie del picudo que afecta a la espina del nopal
(*Opuntia-ficus indica*) en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México”

TESINA

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
TÉCNICO SUPERIOR UNIVERSITARIO EN AGRICULTURA
SUSTENTABLE Y PROTEGIDA**

PRESENTA:

MARIA FERNANDA HERNÁNDEZ GÓMEZ

MODALIDAD: TESINA INDIVIDUAL

ASESOR:

DR. ALEJANDRO MORALES RUIZ

DR. ÁLVARO CASTAÑEDA VILDÓZOLA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA, SAN PABLO TEPETZINGO,
TEHUACÁN, PUEBLA.**

AGOSTO 2017

ÍNDICE GENERAL

| | Pág |
|---|-----|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Objetivos..... | 3 |
| 1.2 Justificación..... | 4 |
| 1.3. Hipótesis..... | 5 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 6 |
| 2.1 Taxonomía del Nopal Verdura..... | 6 |
| 2.2 Morfología del nopal O. ficus indica..... | 6 |
| 2.2.1 Raíz..... | 7 |
| 2.2.2 Tallo..... | 8 |
| 2.2.3 Hoja..... | 8 |
| 2.2.5 Fruto..... | 8 |
| 2.3 Descripción general del cultivo nopal verdura..... | 10 |
| 2.4 Variedades especializadas de Opuntia en México..... | 11 |
| 2.4.1 Variedad Tlacopenal (Opuntia inermis)..... | 11 |
| 2.4.2 Variedad Italiana..... | 11 |
| 2.4.3 Milpa Alta..... | 11 |
| 2.4.4 Copena VI y Copena..... | 12 |
| 2.4.5 Blanco y Negro..... | 12 |
| 2.4.6 Tamazunchale..... | 12 |
| 2.5 Superficie cultivada y producción en México. | 13 |

| | |
|---|----|
| 2.6. Componentes químicos del nopal..... | 17 |
| 2.6.1 Agua..... | 17 |
| 2.6.2 Contenido mineral..... | 18 |
| 2.6.3 Glúcidos (Carbohidratos) | 18 |
| 2.6.4 Componentes Nitrogenados..... | 18 |
| 2.6.5 Vitaminas..... | 19 |
| 2.7 Plagas más importantes en el cultivo del nopal (Opuntia ficus-indica) en México.. | 20 |
| 2.7.1 Gallina ciega <i>Phillophaga</i> spp (Coleoptera: Scarabaeidae) | 20 |
| 2.7.2 Gusano de alambre <i>Melanotus</i> spp (Coleoptera: Beetles)..... | 21 |
| 2.7.3 Picudo barrenador <i>Cactophagus (Metamasius) spinolae</i> Gyllenhal..... | 22 |
| 2.7.4 Chinche roja <i>Hesperolabops gelastops</i> Kirkaldy (Hemiptera: Miridae)..... | 23 |
| 2.7.5 Gusano Blanco <i>Laniifera cyclades</i> Druce (Lepidoptera : Pyralidae)..... | 24 |
| 2.7.6 Chinche gris: <i>Chelinidea tabulatus</i> Burmesiter (Hemiptera: Coreidae)..... | 25 |
| 2.7.7 Grana o cochinilla <i>Dactulopius indicus</i> Green (Homoptera: Dactylopiidae)..... | 26 |
| 2.7.7 Trips del nopal <i>Sericothrips opuntiae</i> Hood (Thysanoptera: Thripidae)..... | 27 |
| 2.7.8 Caracol <i>Helix aspersa</i> Muller..... | 28 |
| 2.8 Picudo de la espina del nopal <i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ..... | 29 |
| 2.8.1.1 Descripción & Biología: | 29 |
| 2.8.2 Larva: | 29 |
| 2.8.3 Pupa: | 29 |
| 2.8.4 Adulto: | 29 |
| 2.8.5 Daño del picudo de la espina..... | 29 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 31 |

| | |
|---|----|
| 3.1 LUGAR DE ESTABLECIMIENTO..... | 31 |
| 3.2 MUESTREO ESTADÍSTICO..... | 31 |
| IV. RESULTADOS..... | 34 |
| 4.1 Perforaciones del picudo de la espina..... | 34 |
| 4.2 Larvas del picudo de la espina del nopal..... | 36 |
| 4.3 Pupas de picudo de la espina del nopal..... | 38 |
| 4.4 Adultos del picudo de la espina..... | 40 |
| 4.5 Parasitoide..... | 44 |
| 4.6 Larvas de Parasitoide..... | 45 |
| 4.7 Pupas de Parasitoide..... | 46 |
| 4.8 Adultos de Parasitoide..... | 47 |
| V. Conclusiòn..... | 49 |
| VI. Bibliografias..... | 50 |
| VII. Mesografias..... | 53 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1 Superficie cultivada de nopal verdura por entidad federativa..... | 27 |
| Cuadro 2 Valor nutritivo del nopal O. ficus-indica | 30 |
| Cuadro 3 Aminoácidos encontrados en el nopal O. ficus-indica..... | 30 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1 Superficie cultivada de nopal verdura por entidad federativa..... | 27 |
| Figura 2 Se muestras gráficamente las perforaciones del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto | 46 |
| Figura 3 Se muestras gráficamente las larvas del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto..... | 48 |
| Figura 4 Se muestras gráficamente las pupas del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto..... | 50 |
| Figura 5 Se muestras gráficamente los adultos del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto..... | 52 |
| Figura 6 Se muestras gráficamente la presencia de larva del parasitoide durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto..... | 57 |

| | | |
|----------|---|----|
| Figura 7 | Se muestras gráficamente la presencia de pupas del parasitoide durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto..... | 58 |
| Figura 8 | Se muestras gráficamente la presencia de adultos del parasitoide durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto..... | 59 |

ÍNDICE DE IMÁGENES.

| | | Pág. |
|------------|---|------|
| Imagen 1. | Nopal verdura (<i>O. ficus-indica</i>) | 18 |
| Imagen 2. | Gallina ciega (<i>Phillophoga spp</i>) | 32 |
| Imagen 3. | Gusano de alambre (<i>Melanotus spp</i>) en su etapa adulta | 33 |
| Imagen 4. | Adultos de <i>C spinolae</i> alimentándose y copulando | 34 |
| Imagen 5. | Vista dorsal de <i>Hesperolabops gelastops</i> . 1mm..... | 35 |
| Imagen 6. | Chiche gris (<i>Chelinidea tabulatus</i> Burmesiter)..... | 37 |
| Imagen 7. | Daños a cladodios jóvenes de <i>Dactulopius indicus</i> Green en <i>O. ficus indica</i> | 38 |
| Imagen 8. | Caracol <i>Helix aspersa</i> Muller..... | 40 |
| Imagen 9. | Picudo de la espina del nopal (<i>Cylindrocopturus</i> <i>biradiatus</i> Champ) en su etapa adulto..... | 42 |
| Imagen 10. | Área de estudio, Facultad de Ciencias Agrícolas..... | 43 |
| Imagen 11. | Parcela experimental del nopal <i>O. ficus</i> | 44 |
| Imagen 12. | Caja de materiales para realizar el respectivo muestreo | 45 |
| Imagen 13. | Extracción de muestra en una penca dañada por el picudo (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ)..... | 45 |
| Imagen 14. | Cuadrante extraído de una penca muestreada..... | 45 |
| Imagen 15. | Perforaciones causadas por el picudo (<i>Cylindrocopturus</i> <i>biradiatus</i> Champ) en la penca del nopal (<i>O. ficus-</i> <i>indica</i>)..... | 47 |

| | | |
|------------|---|----|
| Imagen 16. | Escurrimiento que ocasiona la larva cuando comienza a alientarse del tejido de la planta..... | 49 |
| Imagen 17. | Estado larval del picudo de la espina del nopal (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ) depositado en la base de una espina..... | 49 |
| Imagen 18. | Pupa del picudo de la espina del nopal (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ) dentro de una celdilla en la penca (<i>O. ficus-indica</i>)..... | 51 |
| Imagen 19. | Estado adulto del picudo de la espina del nopal (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ) inmóvil en la base de un cladodio (<i>O. ficus-indica</i>)..... | 53 |
| Imagen 20. | Salida del picudo de la espinal del nopal (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ) desde la areola de una espiña dañada..... | 53 |
| Imagen 21. | Picudo de la espina del nopal (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ), perforando con su aparato bucal una raqueta joven (<i>O. ficus-indica</i>)..... | 54 |
| Imagen 22. | Perforación del picudo (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ) en la espinal del nopal al completar su holometabolismo..... | 54 |
| Imagen 23. | Estado adulto del picudo de la espina del nopal (<i>Cylindrocopturus biradiatus</i> Champ)..... | 55 |

| | | |
|------------|---|----|
| Imagen 24. | Adulto parasitoide..... | 56 |
| Imagen 25. | <i>Eupelmus</i> vista dorsal y lateral..... | 60 |

RESUMEN

Determinación de la especie del picudo del nopal (*Opuntia ficus-indica*) en el Valle de Toluca.

María Fernanda Hernández Gómez, Técnico Superior Universitario en Agricultura Sustentable y Protegida, Universidad Tecnológica de Tehuacán.

Asesor: Álvaro Castañeda Vildózola – Dr. Alejandro Morales Ruíz

¹Universidad Tecnológica de Tehuacán. Prolongación del 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo. Tehuacán, Puebla. C.P. 75859. Tel. (fax) 01(238) 3803100. & Autor para correspondencia

El Nopal es endémico de América y existen 258 especies reconocidas, 100 de las cuáles se encuentran en México, quien cuenta con una superficie aproximada de 10,000 Ha. de plantaciones especializadas en Nopal para consumo humano. Los "nopales" pertenecen al género llamado Opuntia. Estas plantas fueron utilizadas desde épocas prehispánicas, su propio y antiguo nombre es Tenochtitlán, que significa fruta de piedra (porque está compuesto de Tetl, que es piedra, y de Nochtli, fruta); los aztecas, que fueron los que más lo emplearon, le dieron el nombre de "Nochtli" o "Nopalli" que es la fruta, llamada tuna. Actualmente, se han identificado propiedades funcionales en dichos componentes, de manera que el nopal se ha convertido en materia prima para las industrias alimentarias, medicinal, cosmética, y artesanal, entre otras. En Nopal Verdura existe un complejo de plagas y enfermedades que afectan al cultivo y la calidad de la producción, que, de no ser atendidas de manera oportuna, causan pérdidas económicas considerables. Para implementar un manejo integrado de estas plagas en general, es básico en primer lugar identificar y saber las alternativas de control. El presente trabajo tuvo por objeto el identificar el tipo de picudo que daña la espina del nopal en el cultivo de nopal en Valle de Toluca, bajo condiciones de cielo abierto, realizando muestreos semanales para evaluar el ciclo biológico patógeno y el número de semillas dañadas en el nopal, basándole en un intervalo de M e histogramas. Los resultados indicaron que la severidad ocasionada por este picudo es de 6 a 7 espinas dañadas por nopal.

ABSTRACT

Determination of the nopal weevil species (*Opuntia ficus-indica*) in the Toluca Valley.

María Fernanda Hernández Gómez, Técnico Superior Universitario en Agricultura Sustentable y Protegida, Universidad Tecnológica de Tehuacán.

Asesor: Dr. Álvaro Castañeda Vildózola – Dr. Alejandro Morales Ruíz

Universidad Tecnológica de Tehuacán. Prolongación del 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo. Tehuacán, Puebla. C.P. 75859. Tel. (fax) 01(238) 3803100

Nopal is endemic to the Americas and there are 258 recognized species, 100 of which are in Mexico, with an area of approximately 10,000 hectares. Special plantations in Nopal for human consumption. The "nopales" belong to the genus called *Opuntia*. These plants have been used since pre-Hispanic times, their own and ancient name is Tenochtitlán, which means stone fruit (because it is composed of Tetl, which is stone, and Nochtli, fruit); The Aztecs, who were the most used, gave the name of "Nochtli" or "Nopalli" which is the fruit, called tuna. Currently, functional properties have been identified in the components, so that the knot has become a raw material for the food, medicinal, cosmetic, and craft industries, among others. In Nopal Verdura there is a complex of pests and diseases that affect the cultivation and quality of production, which of no service in the right way, cause considerable economic losses. To implement an integrated management of these pests in general, it is essential to first identify and know the control alternatives. The present work aimed to identify the type of weevil that damages the spine of the nopal in the cultivation of nopal in Valle de Toluca, under open sky conditions, performing weekly sampling to evaluate the pathogenic biological cycle and the number of seeds damaged is El Nopal, based on an interval of M and histograms. The results indicated that the severity caused by this weevil is 6 to 7 spines damaged by nopal.

I. INTRODUCCIÓN

La familia Cactaceae se encuentra constituida por alrededor de 2000 especies en el mundo, siendo México el principal centro de diversidad de la familia con aproximadamente 850, destacando los géneros *Opuntia*, *Hylocereus* y *Selenicereus*. Las Opuntias se han adaptado perfectamente a zonas áridas caracterizadas por condiciones secas, lluvias erráticas y suelos pobres expuestos a la erosión. Algunas especies son inclusive consideradas como plantas naturalizadas en países como Sudáfrica y Australia, donde las condiciones ambientales son particularmente favorables.., (Guzmán *et al.*, 2007)

Los nopales pertenecen al género *Opuntia*, de cual se reconocen mundialmente alrededor de 190 especies, de las cuales 83 se localizan en México (Callejas-Juárez *et al.*, 2009; Blanco-Macías *et al.*, 2008; SE, 2006). A nivel mundial existe la tendencia a incrementar la superficie de este cultivo (Nerd *et al.*, 1989). Aunque hay información abundante sobre el establecimiento y manejo de las plantaciones (Barbera, 1984; Cruz, 1982; Granados y Castañeda, 1992; Vessel, 1988), los productores están interesados en obtener fruta y brote tierno en épocas fuera de temporada de producción (fuera del mes de agosto para el caso de la tuna y en los meses de otoño-invierno para brote tierno, en el caso de México) debido a los altos precios que adquiere el producto en el mercado (Nerd *et al.*, 1989; Mizrahi y Nerd, 1999). En México la superficie cultivada de nopal tunero y de verdura (*Opuntia ficus-indica*) es de 90 000 ha. Se le reconoce como el mayor productor, consumidor y líder en el comercio mundial de nopal verdura en el mundo. (Callejas-Juárez *et al.*, 2009; Blanco-Macías *et al.*, 2008; SE, 2006). Además, que el nopal es la sexta hortaliza consumida en territorio nacional sólo después del jitomate, papa, chile verde, cebolla, sandía y tomate.

El nopal ha sido objeto de múltiples estudios científicos, por sus fines terapéuticos dentro de sus contenidos naturales se presenta fibras de lignina, celulosa, hemicelulosa, pectina y mucilago, calcio, vitamina A y C, complejo B, etc. Entre sus usos medicinales se encuentra como cura para estreñimiento, amibiasis, abortivo, elimina fiebre, equilibra el sistema digestivo, reduce los niveles de azúcar, etc. Además, contribuye con la restauración de suelos, para su conservación de humedad y se mantengan fértiles y ser utilizado para la recuperación de suelos erosionados. En nopal verdura existe un complejo de plagas y enfermedades que afectan al cultivo y la calidad de la producción que, de no ser atendida de manera oportuna, causan pérdidas económicas considerables. Para implementar un manejo integrado de estas plagas y enfermedades es básico en primer lugar identificar y saber las alternativas de control a implementar en etapas tempranas de su presencia. Por otro lado, las plantaciones de Opuntia se utilizan para la producción de forraje, en México no son comunes, debido a las poblaciones silvestres que actúan como reservas naturales de forraje para el ganado. Por otra parte, los frutos son empleados como alimento humano y en ocasiones si la planta tiene una belleza particular es utiliza como planta de ornato. Es necesario continuar con los esfuerzos para implementar su monocultivo, y colaborar con los científicos mexicanos para que continúen investigando las propiedades de esta maravillosa cactácea y sea nuestro país quien reciba los beneficios que brinda. Por esta razón la siguiente investigación tiene como objetivo determinar el picudo asociado a la espina del nopal, en Toluca, Estado de México.

7.1.OBJETIVOS

7.2.Objetivo general

Identificar el insecto plaga que afecta a la espina del nopal (*Opuntia-ficus indica*) en el Valle de Toluca, Estado de México.

7.3.Objetivos específicos

- 1) Determinar el insecto que afecta a las espinas del nopal.
- 2) Estudiar la fluctuación poblacional del insecto que daña a la espina del nopal.
- 3) Cuantificar el daño que causa el insecto plaga de la espina del nopal.
- 4) Determinación del parasitoide asociado al insecto plaga que afecta a la espina del nopal.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Debido a la gran demanda de consumo y competencia en el mercado del nopal verdura (*Opuntia-ficus indica*), una de las grandes problemáticas que se presentan en la producción es la incidencia de plagas y enfermedades como el picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus birradddiatus Champ*), interrumpiendo el ciclo, ocasionando merma en la producción. Por consiguiente, la presente investigación se realizó con la finalidad de generar un material de apoyo para el productor de nopal verdura, para facilitarle la identificación del insecto plaga presente en el Valle de Toluca desde su ciclo biológico y su posible control, diseñando estrategias de control.

1.5 HIPÓTESIS

La Incidencia del insecto plaga, se podría considerar una plaga primaria en el cultivo del nopal, afectando considerablemente el rendimiento y calidad los cladodios tiernos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Taxonomía del Nopal Verdura

La siguiente es la taxonomía del nopal verdura más comúnmente aceptada.

| | |
|-------------|-------------------|
| Reino: | Vegetal |
| Subreino: | Embryophyta |
| División: | Angioserma |
| Clase: | Dicotiledoneae |
| Subclase: | Dialipetalas |
| Orden: | Opuntiales |
| Familia: | Cactaceae |
| Tribu: | Opuntiae |
| Subfamilia: | Opuntioideae |
| Género : | Opuntia y Nopalea |
| Subgénero: | Platyopuntia |
| Especie: | Opuntia spp. |



Imagen 1. Nopal verdura (*O. ficus-indica*)

Bravo-Hollis, 1978.

2.2 Morfología del nopal *O. ficus indica*

Todas las especies de nopal (*Opuntia spp.*) han desarrollado a través de la evolución, características morfológicas adaptadas a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de temperatura y, en general, a las diversas condiciones de las zonas áridas y semiáridas del país, a pesar de que algunas de estas especies han colonizado ambientes con mayor provisión de agua.

La succulencia es la principal característica morfológica de los nopales y de la mayoría de las cactáceas. Esta puede considerarse como el sello distintivo de su parte aérea (tallo, flores y frutos) y resulta de la proliferación celular masiva de ciertos tejidos parenquimatosos, asociada a un aumento en el tamaño de las vacuolas y a una disminución de los espacios intercelulares.

Este fenómeno permite a los órganos de estas plantas acumular grandes cantidades de agua en forma muy rápida durante los breves períodos de humedad y, por otra parte, las formas esféricas o suculentas representan los cuerpos más eficientes para evitar la evapotranspiración.

A continuación, se redacta en forma breve por Ramos,2004 las características morfológicas de cada uno de los órganos del género *Opuntia ficus- indica*.

2.2.1 Raíz

No obstante que son semejantes a las de otras dicotiledóneas, las raíces de los nopales tienen ciertas peculiaridades entre las cuales cabe mencionar Por su origen, derivan de la radícula, aunque en ocasiones puede estimularse el desarrollo de raíz a partir de tallo Por su forma, son raíces típicas o pivotantes con ejes primarios que sirven para fijar a la planta.

Generalmente son gruesas, pero no suculentas; de tamaño y ancho variables; en general, su tamaño es proporcional al tamaño del tallo o de la parte aérea. Por su duración, el sistema radicular de los nopales es perenne o permanente. Otras características de la raíz es la ausencia de pelos absorbentes mientras el medio edáfico (suelo) se encuentre con escasa humedad. En cambio, cuando existe agua disponible en el suelo, se estimula el desarrollo de estos pelos y la velocidad de absorción de agua y nutrientes se torna sorprendentemente alta.

2.2.2 Tallo

El tallo es craso, erecto (en algunas especies rastrero), ramificado y multiarticulado. Se compone de un tronco cilíndrico y de ramas aplanadas y discoideas (cladodios o pencas), posee cutícula gruesa y está adaptado para almacenar agua en sus tejidos. Cada uno de sus artículos recibe el nombre particular de penca; su aspecto es comprimido, tiene forma de raqueta y botánicamente reciben el nombre de cladodios, son de color verde y tienen función fotosintética, ya que presentan abundante parénquima clorofílico. Los efectos de las intensas y prolongadas sequías, así como las abrasadoras ondas cálidas a que están expuestas las plantas, afectan el tamaño y forma de sus tallos

2.2.3 Hoja

En el nopal solamente existe en los renuevos de pencas (cladodios) cuando están tiernas. Son hojitas cilíndricas, y caducas, en forma de cuernitos; herbáceas, en cuyas axilas se hallan las areolas de las cuales brotan las espinas. Las hojas desaparecen completamente al alcanzar la penca cierto grado de desarrollo, o sea en unos cuantos días, en cuyo lugar quedan las espinas.

2.2.4 Flor

La flor de la planta se produce en las areolas (homólogas de las yemas en otras dicotiledóneas), localizadas en la parte superior de las pencas. Cada areola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, y a que algunas pueden brotar al primer año y en otras al segundo o al tercero. Sus pétalos poseen colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa, salmón, etc., según la especie de nopal. Por lo general, las flores son grandes; el ovario es inferior, unilocular, con muchos óvulos y lóbulos del estigma (cinco a diez); el androceo posee gran cantidad de estambres. Son hermafroditas anatómicas; algunas, sin embargo, son unisexuales por atrofia del androceo o del gineceo respectivamente (*Opuntia*

robusta). La floración tiene lugar en primavera, durante los meses de marzo, abril y mayo, aunque hay entidades e las que se realiza en otras épocas del año. Una vez efectuada la fecundación, el perianto se marchita y cae, pero a veces permanece adherido al fruto por algún tiempo.

2.2.5 Fruto

El fruto del nopal (tuna) es una baya unilocular polisperma, carnosa, de forma ovoide a esféricas; sus dimensiones y coloraciones pueden variar según la especie, encontrándose frutos de cuatro a doce cm o más de longitud, de color amarillo canario, amarillo limón, anaranjado, rojo, guinda, rojo-morado, verde tierno, blanco verdoso, etc. Semillas lenticulares, con testa clara y arillo ancho, embrión curvo, cotiledones grandes y perisperma bien desarrollado.

2.3 Descripción general del cultivo nopal verdura

La planta del Nopal se distribuye en América, y México es el país con mayor abundancia de especies, por lo que se puede considerar como centro de origen y diversidad de esta especie. El género *Opuntia* comprende plantas bien definidas, que en el caso del nopal pertenece a las angiospermas, son dicotiledóneas, perennes con hábitos de ser rastreros o frutescentes cuando tiene ramificaciones, o arborescente cuando los cladodios viejos toman una forma cilíndrica. Son especies con tallos aplanados, los cuales se conocen popularmente como pencas o raquetas botánicamente llamados cladodios, estas pencas están llenas del 95% de agua que se encuentra retenida en un entramado de carbohidratos llamados mucílagos y este peso disminuye considerablemente en periodos de sequía.

Poseen espinas en sus pencas, el tipo y la cantidad de espinas en los nopales es muy variable y mucho va a depender de las condiciones del medio en que viva; por lo general las espinas son de dos tipos: unas pequeñas agrupadas en gran número (gloquideos) que comúnmente se denominan aguates, y las grandes que son, según algunos naturalistas, hojas modificadas también tienen unas estructuras a partir de las cuales desarrollan más pencas, raíces o flores llamadas areolas, características de las cactáceas. (Vargas *et al.*, 2008)

2.4 Variedades especializadas de *Opuntia* en México

La familia Cactacea es endémica de América y dos de sus géneros *Opuntia* y *Nopaela*, presentan especies que denominamos nopales. El género *Opuntia* es el más importante, y a diferencia de los otros géneros de la familia Cactacea posee igual número de especies en ambos centro de distribución, al norte y sur del continente de las 258 especies reconocidas, 100 se encuentran en México, agrupadas en tres tipos de acuerdo a sus características de producción: tunera, verdulera y forrajera (Sarha 1999)

Se puede afirmar que todas las especies de nopal, silvestres o cultivadas, son aptas para el consumo como verdura fresca, este tipo de verdura corresponde a brotes tiernos que producen las plantas de nopal en diferentes épocas del año, sobre todo en la época de lluvias. En la producción de brotes tiernos para verdura existen variedades especializadas, en las que encontramos las siguientes:

2.4.1 Variedad Tlacopenal (*Opuntia inermis*)

Produce brotes carnosos con espinas y su sabor no es agrio.

2.4.2 Variedad Italiana:

Se cultiva principalmente en la Delegación de Milpa Alta Ciudad de México, presenta brotes de buena calidad con pocas espinas de buen sabor y poco mucilago.

2.4.3 Milpa Alta

Es la variedad más importante a nivel nacional, por la superficie cultivada y por el volumen de su producción que concurre al mercado. Se le ha clasificado como *Opuntia ficus-indica* I; se cultiva en Milpa Alta, Ciudad de México, y en el Municipio de Tlalnepantla, en el estado de Morelos.

2.4.4 Copena VI y Copena FI:

Esta variedad tiene como características principales el carecer de espinas, presenta un color verde intenso, ser suculenta, de buen sabor, y con poca acides, esta se cultiva en los estados de Hidalgo, México Guanajuato y Baja Californi

2.4.5 Blanco y Negro

Estas variedades se cultivan en los alrededores de Uruapan Michoacán y además de establecerse en el mercado local, concurren a Guadalajara, Jalisco y de allí es enviada a sitios tan lejanos como Tijuana y Baja California.

2.4.6 Tamazunchale:

En la sierra al sur de Tamazunchale, San Luis Potosi se cultiva esta variedad del género *Nopaela*, presenta pencas alargadas, una cutícula gruesa y pocas espinas.

Existen otras variedades de importancia regional que no han sido evaluadas como son: *la Moradilla*, del Valle de Texcoco, *la Atlixco*, en Puebla y la de *Polotitlán*.

2.5 Superficie cultivada y producción en México.

Las nopaleras cultivadas ocupan poco más de 210 000 ha, de las cuales 150,000 ha son para forraje, 50 000 ha para tuna; 10,500 ha⁻¹ para producir nopal de consumo humano y aproximadamente 100 ha para producir grana de cochinilla. (Flores, 1997). En la producción de nopal para consumo humano de México, participan 18 estados, con 10 500 ha⁻¹, y una producción de 575 575 toneladas. Sin embargo, el Distrito Federal participa con el 71.4% de la superficie, y el 78.2% de la producción. Si se considera una población de 100 millones de mexicanos se tiene un consumo *per cápita* de 7.09 kg al año. (Flores, 1997)

Los estados que se mencionaran a continuación son los que cultivan el nopal verdura en nuestro país:

DISTRITO FEDERAL.

Se cultiva el nopal desde antes de la conquista en el mismo lugar, ahora conocido por el nombre de Milpa Alta. Este municipio es el mayor productor de nopal en nuestro país. en esta región se calculan unas 27,000 plantas de nopal por hectárea tomando en cuenta que son alrededor de unas 7,500 ha⁻¹. Milpa Alta está a una altura de 2,420 msnm con una precipitación anual de 756.1 mm y una temperatura promedio de 15.9 °C

MORELOS:

En este estado el productor más importante es el municipio de Tlalnepantla con cerca de 350 ha⁻¹. y 450 productores de nopal verdura. Su altura es de 2,040 m sobre el nivel del mar, y con una temperatura de 18 °C.

PUEBLA:

En ella hay dos entidades nopaleras la primera comprende entre los municipios Atlixco y Cholula, la segunda está en el municipio de Acatzingo, en estas entidades se cultiva el nopal trueno. La primera zona está a una altura de 2,000 msnm y su temperatura promedio es de 17°C , con unas precipitaciones de 808 mm. La segunda zona tiene una altura de 2,200 msnm, con una precipitación anual de 757 mm y una temperatura de 17 °C.

MICHOACÁN:

La producción de nopal verdura no está concentrada en un sólo lugar, sino que se expande por todo el estado. Sin embargo, sobresale Uruapan que se encuentra al sur del estado, con 250 ha⁻¹. En ella se cultiva en un 90% el nopal blanco y en un 10% el nopal negro o verde. La región tiene una altura de 1300 msnm, con una precipitación de 1,200mm y una temperatura de 20 °C.

GUANAJUATO:

En este estado al igual que en Michoacán se produce el nopal en muchas pequeñas áreas esparcidas por todo el estado, pero cuenta con una entidad llamada Valtierra que tiene aproximadamente 250 ha⁻¹, en ella y en todo el estado se cultiva el nopal pelón, el de hule o el nopal negro. Esta región está a una altura de 1,720 msnm con una precipitación de 680 mm y una temperatura de 17.7 °C.

BAJA CALIFORNIA:

Es la excepción de los estados del norte, pues es el único en producir nopal y no consumirlo. En este estado se produce nopal por dos razones: La primera es para exportarlo a los E.U.A. por las personas que emigran a este país y la segunda es para distribuirla por los grandes núcleos de población estadounidense de origen mexicano que consume nopal verdura en el estado de California. En esta región se produce nopal verdura en cuatro municipios: Mexicali, Tijuana, Ensenada, y Tecate.

JALISCO:

Son pequeñas zonas nopaleras, la más importante se encuentra cerca de lago de Chapala, su altura es de 1,550 msnm, con una precipitación anual de 880 mm y una temperatura de 20 °C.

OAXACA

Aquí la producción de nopal se concentra en los valles del centro, encontrándose a una altura promedio de 1,550 msnm, con precipitaciones de 650 msnm, y un clima de 20.5 °C. (Cuadro 1, Figura 1).

Cuadro 1. Superficie cultivada de nopal verdura por entidad federativa. (Flores,1997)

| Entidad Federativa | Superficie en ha. |
|--------------------|-------------------|
| D.F. | 7,500.00 |
| MORELOS | 450 |
| PUEBLA | 400 |
| MICHOACAN | 318 |
| GUANAJUATO | 280 |
| CALIFORNIA | 150 |
| JALISCO | 120 |
| OAXACA | 100 |

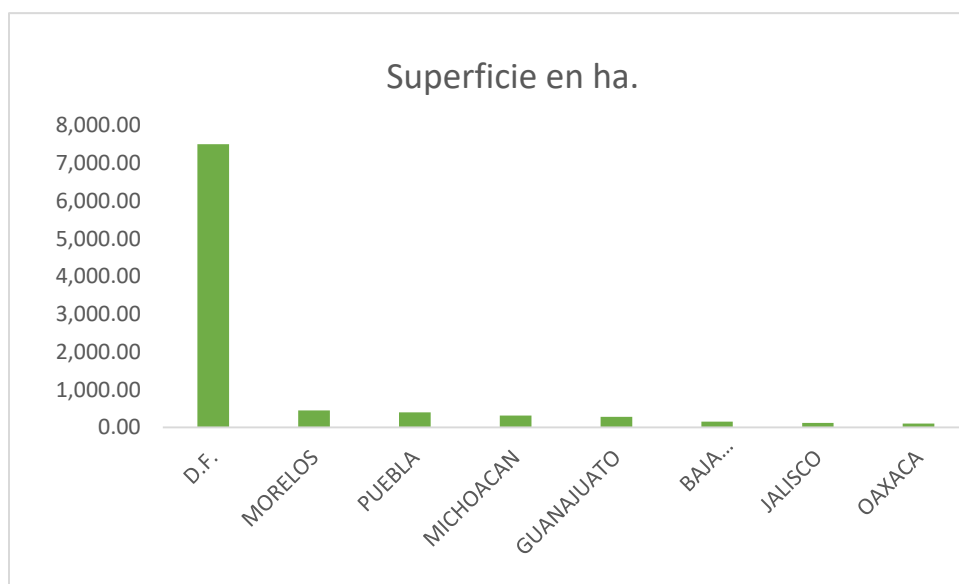


Figura 1 Superficie cultivada de nopal verdura por entidad federativa. Fuente: Representantes del SARH en los estados y productores

2.6. Componentes químicos del nopal

Tomando en consideración que más del 50% del territorio nacional puede catalogarse como árido y semiárido y que gran parte de la población nativa de estas zonas depende principalmente del aprovechamiento de plantas adaptadas a estas condiciones, se comprende la necesidad que se tiene de contar con información cualitativa y cuantitativa relacionada con la riqueza de elementos nutritivos de estos recursos. Los componentes químicos del nopal son:

2.6.1 Agua

El papel del agua en la composición química de los organismos vivos es evidente e importante, pues forma parte de una gran cantidad de compuestos y participa en muchas de las reacciones bioquímicas del metabolismo orgánico. En cactáceas tales como el nopal, alcanza valores mayores al 90% en tallos, pencas y frutos, y, como ya se mencionó, en el componente que da a los nopales y a otras plantas el aspecto de succulencia. El contenido de las células vegetales es un medio siempre rico en agua; el porcentaje de ésta, por otra parte, es diferente según las funciones fisiológicas y edad de los tejidos, máxime durante el período del crecimiento, pudiendo alcanzar, por lo tanto, en los órganos jóvenes, del 90 al 95%.

En lo que respecta a la planta del nopal, se han encontrado porcentajes de humedad muy variables; (Clavito *et al.*, 1951), en los trabajos del Instituto Nacional de Nutriología (Secretaría de Salubridad y Asistencia), encuentran los siguientes porcentajes de humedad en algunas plantas alimenticias.

2.6.2 Contenido mineral

La cantidad y calidad de minerales que se localizan formando parte de los órganos y tejidos del nopal son muy variables, no sólo en diferentes especies, sino también dentro de una misma; dicha heterogeneidad se basa en las diferencias determinadas genéticamente por sus necesidades, variación climática y composición química de suelo.

Los principales componentes minerales del nopal son el calcio y el potasio, presentándose también magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de fierro, aluminio y magnesio, predominando en forma de carbonatos y en ocasiones como cloruros, sulfatos y en pequeñas cantidades de fosfatos.

2.6.3 Glúcidos (Carbohidratos)

Su importancia reside en ser los constituyentes más abundantes de las sustancias orgánicas, representantes de una forma de almacenaje de energía capturada a partir de la luz por el proceso de la fotosíntesis y base fundamental en el suministro de la mayor parte de esqueletos carbonados y de la mayoría de los compuestos orgánicos que constituyen la planta.

2.6.4 Componentes Nitrogenados

La importancia de los compuestos del nitrógeno se debe a su intervención en muchas, si no en todas, de las reacciones bioquímicas que integran la vida; este elemento se encuentra en compuestos tan esenciales como son las proteínas, los ácidos nucleicos, algunos de los reguladores del crecimiento de las plantas y en muchas de las vitaminas.

2.6.5 Vitaminas

Por la necesidad que observan los organismos de vitaminas para su adecuado funcionamiento y crecimiento, y considerando que el recurso de interés forma parte de la dieta alimenticia de nuestro pueblo, es importante, desde el punto de vista de la nutrición, el conocimiento sobre la concentración vitamínica del mismo.

Cuadro 3 Valor nutritivo del nopal *O. ficus-indica*.

| CONCEPTO | CONTENIDO |
|-----------------------|-----------|
| Porción comestible | 0.78 |
| Energía | 27 kcal |
| Proteínas | 1.70 g |
| Grasa | 0.3 |
| Carbohidratos | 5.60 g |
| Calcio (mg) | 93 |
| Hierro (mg) | 1.6 |
| Tiamina (mg) | 0.03 |
| Riboflavina (mg) | 0.06 |
| Niacina (mg) | 0.3 |
| Ac. Ascorbico (mg) | 8 |
| Retinol (mcg Eq) | 41 |

Cuadro 4 Aminoácidos de *Opuntia*

| AMINOACIDO | CONTENIDO |
|------------|-----------|
| Lisina | 0.04 |
| Isoleucina | 0.04 |
| Treonina | 0.048 |
| Valina | 0.038 |
| Leucina | 0.052 |
| Triptofano | 0.008 |
| Metionina | 0.007 |

2.7 Plagas más importantes en el cultivo del nopal (*Opuntia ficus-indica*) en México

2.7.1 Gallina ciega *Phillophaga spp* (Coleoptera: Scarabaeidae)

Identificación: Huevecillos esféricos blancos de un 1mm. Los adultos van del amarillo pálido hasta color café oscuro, miden 1.5 a 20 cm. Las larvas tienen en forma de “C”, miden de 2 mm a 3 cm, color blanco cremoso, con 2 hileras de setas en el último segmento abdominal lo que la diferencia de otras especies.



Imagen 1. Gallina ciega (*Phillophaga spp*)

Biología y daños: Es una de las plagas más importantes y destructivas de las nopaleras. Las larvas se alimentan de las raíces y de secciones subterráneas de las plantas. El ciclo de vida es de 1 a 2 años.

Control. Es similar al Gusano de Alambre.

2.7.2 Gusano de alambre *Melanotus spp* (Coleoptera: Beetles)

Identificación: La larva es de color amarillo claro de 1.5 a 2.0 cm de longitud al eclosionar.



Imagen 2. Gusano de alambre (*Melanotus spp*) en su etapa adulta.

Biología y daños: La hembra oviposita hasta 800 huevecillos durante su vida. La larva para por 3 a 4 instares larvarios en un periodo de 3 años. Causan pérdidas de hasta el 50%. Las larvas se alimentan de raíces de la planta, causando decaimiento de las pencas. El daño se manifiesta por el amarillamiento de los tallos y reducción del vigor de toda la planta. Ciclo de vida de 1 a 25 días de huevo a adulto. (García, 1965)

Control. Aplicar, junto con el abono orgánico y las mezclas de fertilizantes, los siguientes productos: Carbofuran en dosis de 25 g/cepa; Clordano a razón de 45 g/cepa; Diazinon en dosis de 20 g/cepa; Diafonate en proporción de 30 g/cepa; Heptacloro en dosis de 60 g/cepa.

2.7.3 Picudo barrenador *Cactophagus Metamasius spinolae* Gyllenhal

Identificación: Adulto mide 2.2 a 2.5 cm, presenta 4 manchas naranjas en el cuerpo, 2 en el pronoto y 2 en los élitros, no puede volar, realizan poco desplazamiento y viven hasta un año. La larva mide de 25 a 31 mm, es de color blanco cremoso y la cabeza roja oscura; curvadas sin patas.



Imagen 3. Adultos de *C spinolae* alimentándose y copulando.

Biología y daños: Los adultos emergen de mayo a septiembre, ingieren la parte interna del borde de las pencas. La copulación se efectúa sobre la superficie de los troncos protegidos por las pencas. La larva se alimenta del tallo principal barrenando y haciendo túneles o galerías en el interior de las pencas hacia la base de la planta, se observan los orificios de entrada tapados con acumulaciones gomosas sólidas localizadas en las uniones de las pencas del tallo. La planta se debilita y se puede caer parcial y totalmente. La pupa se localiza en la base de las plantas y presenta un cocón con apariencia momificada. El nopal produce una goma (mucilaginosa) que se endurece al contacto con el aire, se observa de otoño a primavera. Se pueden detectar de 1 a 5 grumos gomosos por planta que pueden pesar entre 0.5 a 65 gr. (Golubov, and Sarukhán. 2001)

Control. El adulto se puede controlar en forma manual: se captura y se destruye a mano, ya que es poco activo y camina sobre las pencas durante los meses de mayo a septiembre. Las larvas se pueden extraer de las heridas utilizando un cuchillo; las heridas se reconocen por las masas de secreción que fluya del punto dañado. En el invierno se pueden extraer las pupas localizadas en la base de las plantas. Para controlar a los adultos con productos químicos se puede aplicar: Malation 84% en dosis de 1.5 l ha⁻¹; Folidol 50% y Azinfo metílico 25% en dosis de 1 a 1.5 l ha⁻¹ o Endosulfan 35% en una proporción de 1 a 2 l ha⁻¹, cada producto se disuelve en 200 l de agua. CA

2.7.4 Chinche roja *Hesperolabops gelastops* Kirkaldy (Hemiptera: Miridae)

Identificación: Adulto mide 6.5 a 7.0 mm, las ninfas son de color rojo incluyendo la cabeza y las patas, al crecer las patas se tornan color negro.



Imagen 4. Vista dorsal de *Hesperolabops gelastops*. 1mm

Biología y daños: Los huevecillos invernan en el interior de las pencas dañadas, saliendo las ninfas en primavera (Granados y Castañeda (1997). Las ninfas y adultos succionan la savia ocasionando secciones secas de la planta. Al llegar el invierno las hembras grávidas insertan los huevecillos en el interior de las pencas.

Control. Se pueden utilizar los siguientes insecticidas diluidos en agua: Malation 50% en dosis de 200 cc/ha⁻¹; Sevin 80% en dosis de 300 cc/ha⁻¹ y Paration metílico en proporción de 150 cc/ha⁻¹.

2.7.5 Gusano Blanco *Laniifera cyclades* Druce (Lepidoptera : Pyralidae)

Identificación: El adulto es una palomilla color café claro con áreas oscuras y brotes de las alas doradas. Oviposita en grupos de 30 a 50 huvecillos color grisáceo en forma regular o uniforme sobre las pencas, La larva al emerger del huevo mide 2 a 3 cm, pueden estar agrupadas entre 25 a 30 o más individuos. La larva ya desarrolladas mide de 4.5 a 5.5 cm de longitud y forma el cocón o pupario dentro de la penca.

Biología y daños: Al eclosionar la larva penetra en forma lenta al interior del tejido parenquimatoso del cladodio alcanzando el eje central, destruyendo tejidos leñosos, formando galerías y causando el colpaso de la planta o inhibiendo el crecimiento de nuevos brotes (Granados y Castañeda (1997). Las excretas o excremento parecen “montoncitos de arroz” se encuentran en el exterior de los orificios de las pencas semejando “aserrín” en la parte baja de la planta, ayudando a detectar a las larvas las cuales pueden destruirse en estos sitios.

Control. Debido a sus hábitos sociales, en los meses de septiembre y octubre se localizan las colonias de larvas jóvenes sobre las pencas bajo una malla de seda, las cuales deben destruirse. Estas colonias se localizan gracias al cúmulo de excrementos que expulsan de su galería y allí mismo pueden destruirse. El control químico puede realizarse con los mismos productos señalados para el Picudo Barrenador.

2.7.6 Chinche gris: *Chelinidea tabulatus* Burmesiter (Hemiptera: Coreidae)

Identificación: Adultos miden 1.3 a 1.5 cm son café amarillento. Las ninfas son oscuras recién emergidas y posteriormente adquieren un color verde pálido.



Imagen 5. Chiche gris (*Chelinidea tabulatus* Burmesiter)

Biología y daños: Las oviposturas presentan en grupos de 5 a 15 huevecillos en las pencas y espinas. Las ninfas presentan 5 estadios. Al succionar la savia y adultos, en el sitio de inserción del estilete forman una zona con márgenes circulares claros, las manchas se tornan amarillas y posteriormente la penca se debilita al aumentar el número de puntos de alimentación reduciendo brotes y su vigor. Presentan hábitos gregarios adultos y ninfas más marcado en estas últimas. Atacan plantas jóvenes de *O. megacantha*. (García, 1965)

2.7.7 Grana o cochinilla *Dactulopius indicus Green* (Homoptera: Dactylopiidae)

Biología y hábitos: Oviposita en promedio de 150 a 160 huevos. El daño inicia en la parte basal de la planta, aparecen masas como algodón, en su interior está el insecto, al ser aplastado libera una sustancia color roja o carmín. Causa caída de frutos pérdida de vigor y muerte de la planta.



Imagen 6. Daños a cladodios jóvenes de *Dactulopius indicus Green* en *O. ficus indica*

Control. Esta plaga tiene numerosos enemigos naturales tales como el *Chilocorus cacti* que se alimenta de las hembras; la larva de *Lactilia cocidivora* se alimenta de la cochinilla. Se puede hacer un combate mecánico que consiste en barrer con un cepillo o escobar las cochinillas. Los productos químicos que pueden emplearse son: Paration metílico en una proporción de 100 cc/ha⁻¹; Dipterex 90% en dosis de 300 cc/ha⁻¹ y Malation 50% a razón de 150 cc/ha, diluidos en agua.

2.7.7 Trips del nopal *Sericothrips opuntiae* Hood (Thysanoptera: Thripidae)

Identificación: Adultos miden 1.0 mm de tamaño con color amarillo o pálidos.

Biología y daños: El ciclo de vida de huevo a adulto es de 20 a 30 días. Condiciones secas y cálidas favorecen el desarrollo y reproducción. Los daños inician en la brotación de yemas foliares y vegetativas (Mahammadet *et al*, 2001). Al raspar la savia de pencas y frutos las ninfas y adultos provocan la formación de manchas color amarillo o plateado y excrementos oscuros que posteriormente se secan provocando pérdidas de frutos y partes vegetativas. Merma calidad de frutos además de ser vector de virus.

Control. Los trips deben combatirse en el momento de iniciarse el desarrollo de los brotes en las nopaleras. Se puede aplicar: Paration etílico 50% en una dosis de 150 cc/ha⁻¹; Malatión 50% a una dosis de 200 cc/ha⁻¹. diluidos en agua.

2.7.8 Caracol *Helix aspersa* Muller

Identificación: Se alimenta de la superficie de las pencas reduciendo el proceso fotosintético.



Imagen 7. Caracol *Helix aspersa* Muller

Biología y daños: El ciclo de vida es de 2 años, son hermafrotas, colocan de 50 a 100 huevecillos si las condiciones son favorables lo hacen cada día. Juveniles y adultos se alimentan de brotes tiernos del nopal. Presencia mayoritariamente en época de lluvias y todo el año si se presentan condiciones de humedad como al dejar malezas en el cultivo.

Control. Se lleva a cabo por medio de cebos envenenados aplicando alguna de la siguiente fórmula: Salvado 91.68%+Arseniato de Ca 8.32% , Salvado 78.50%+Arseniato de Ca+Metaldehído 5.58%, Salvado96.97%+Metaldehído3.03%

2.8 Picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ)

2.8.1 Descripción & Biología:

La hembra deposita un Huevecillo en la base de las areolas, al cual cubre con una secreción que al contacto con el ambiente endurece rápidamente.

Este eclosiona en los meses de junio y julio; las larvas del primer instar se introducen inmediatamente por debajo de las espinas de manera muy superficial, se establecen y pupan durante el invierno. (Mahammadet *et al*; 2001)

2.8.2 Larva:

Curculioniforme, de color blanco sucio a la cual en muchas ocasiones se le puede observar la hemolinfa en la parte dorsal del cuerpo, tiene cabeza de color café oscuro

2.8.3 Pupa:

De color blanco cremoso, con longitud similar al adulto y tipo exarat

2.8.4 Adulto:

Es un picudo pequeño que mide de 0.30 a 0.35 cm de largo, es de color grisáceo con manchas negras y amarillas, y una doble cruz amarilla con bordes blancos a mitad del cuerpo: cuando camina parece una araña gris que se desplaza rápidamente.

2.8.5 Daño del picudo de la espina:

Las larvas al introducirse en la areola provocan que esta se torne de color amarillo y comience a emitir una secreción gomosa de apariencia de cintillas blancas al principio, y posteriormente estas cintillas cambian a un color café y finalmente a negro; para entonces la areola también ha cambiado a un color café; al finalizar el ciclo biológico del insecto, la areola ya está completamente seca y finalmente se desprende de la penca, provocando que el cladodio

disminuya su producción de brotes florales y vegetativos. Los adultos producen un daño menor y sucede cuando comienzan a alimentarse. Este daño se manifiesta como pequeños agujeros de 1 a 1.5 mm de profundidad.

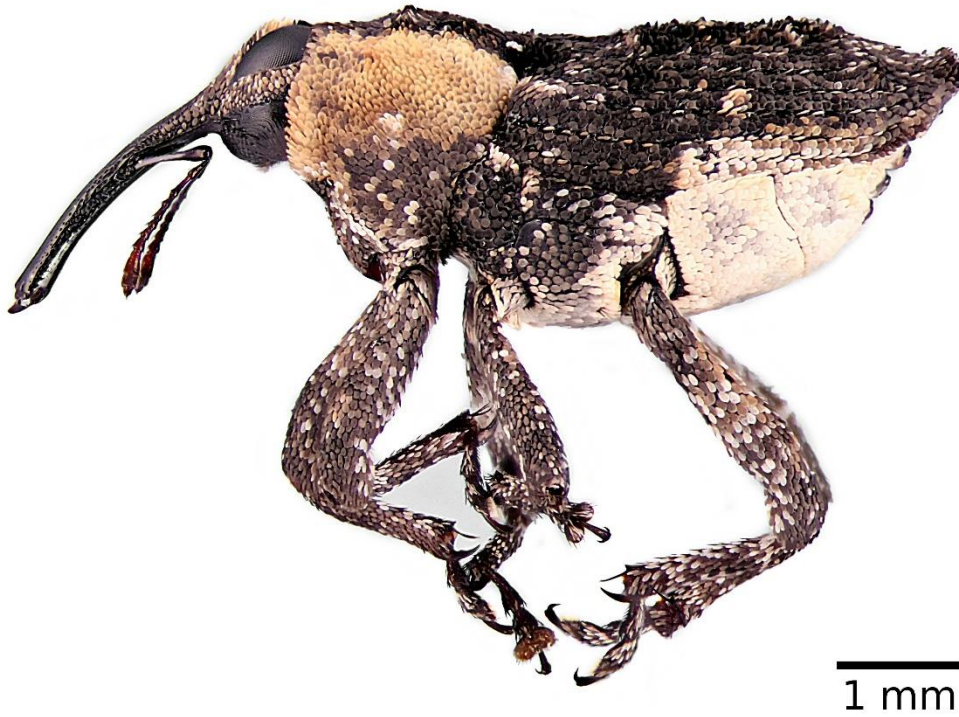


Imagen 9. Picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) en su etapa adulto. CP Montecillo , Dr Jorge Valdez Carrasco, Julio

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LUGAR DE ESTABLECIMIENTO

En el presente trabajo se realizó la identificación del insecto plaga que afecta a la espina del nopal, en Toluca, México 19° 24' N, 99° 54' W a 2611 msnm. El clima es templado con lluvias de junio a septiembre y los inviernos secos. La precipitación oscila entre 800 y 1250 mm y la temperatura media anual es de 12°C, de 7 a 14°C. En el enfoque edafológico, se presentan suelos arcillos (34%) con Ph 6.6 y materia orgánica (m.o) 1.95

3.2 MUESTREO ESTADÍSTICO

El muestro se realizó en los campos experimentales de cultivo de nopal *O. ficus-indica* en la Facultad de Ciencias Agrícolas. Durante el trabajo se procedió a obtener muestras de la fluctuación poblacional del insecto plaga.



Imagen 10. Área de estudio, Facultad de Ciencias Agrícolas Google Maps. Agosto 2017

Por consiguiente, se realizó un muestreo estadístico al azar, por lo cual se contaban con dos parcelas de Opuntia, una era Nopalea y la otra Ficus-indica. La parcela estaba compuesta de 10 camas con pasillos de 2 metros cada una, cada cama está compuesta de 36-59 plantas, con un total de 547 pencas.



Imagen 11. Parcela experimental del nopal *O. ficus- indica*. FCA UAMEX, Agosto, 2017. Ma. Fernanda Hernández Gómez

En muestreo fue propuesto por el Dr. Álvaro Castañeda Vildózola y se consideró una revisión visual, en donde se identificó el daño, dividida en dos aspectos, el primero que la espina del nopal se encuentre cicatrizada, de color amarillo o en unas ocasiones marrón y en segunda, la penca desde estar en su etapa joven, ya que son las primeras afectadas por el picudo.

Al seleccionar las pencas, estas se cortaban con un cúter de la parte de abajo, y con un guante de cuero se sostenían, posteriormente sobre la penca, se marcaba un cuadrante en el daño, se extraía y con cuidado se abre la espina para observar en qué estado de su ciclo biológico se encontraba el picudo.

Una vez recabada dicha información se ordenó y se sistematizó para obtener con ella su estadística, mediante intervalo de la M e histogramas.



Imagen 12. Caja de materiales para realizar el respectivo muestreo. FCA UAEMex. Mayo 2017. Ma Fernanda Hernández Gómez



Imagen 13. Extracción de muestra en una penca dañada por el picudo (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) FCA UAEMex. Mayo 2017. Ma Fernanda Hernández Gómez

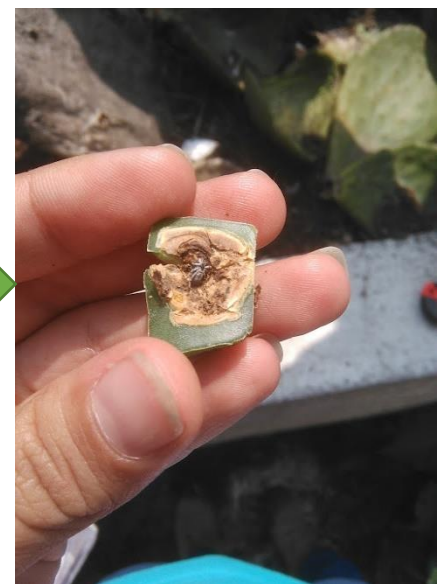


Imagen 14. Cuadrante extraído de una penca muestreada. FCA UAEMex. Mayo 2017. Ma Fernanda Hernández Gómez

IV. RESULTADOS

En el presente estudio se observó una fuerte fluctuación poblacional los primeros meses en la huerta muestreada de nopal verdura. A continuación, se describen la presencia del insecto plaga de acuerdo a su ciclo de vida.

4.1 Perforaciones del picudo de la espina

Durante el mes de mayo, se comenzaron los muestreos, las perforaciones del nopal era notorias obteniendo intervalos de la media $5.9 \leq M \leq 7.5$. Como se aprecia en la Figura 2, donde la

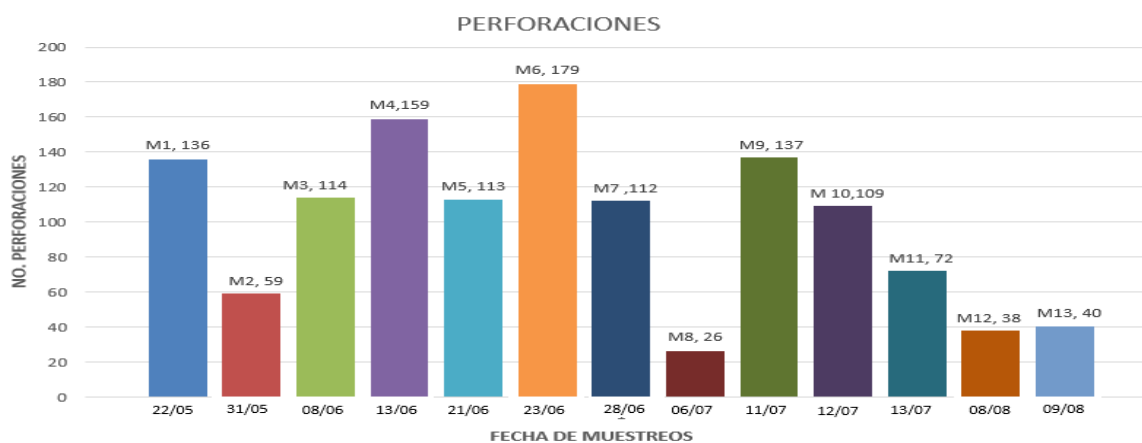


Figura 2. Se muestra gráficamente las perforaciones del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

Variable independiente corresponde a la fecha de muestreo y la dependiente al número de perforaciones en el cladodio. El mayor número de perforaciones ocurrió en M6 que corresponde al 23 de junio, con 179 perforaciones, superando al M4 en un 16%. En contraste el M8 presentó el menor número de perforaciones con 26 por muestra. Estos resultados concuerdan parcialmente con los reportados por Gusman 2002. Debido principalmente a que las condiciones edafoclimáticas difieren en la temperatura y precipitación.



Imagen 15. Perforaciones causadas por el picudo (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) en la penca del nopal (*O. ficus-indica*), FCA UAEMex, Marzo 2017, Dr. Álvaro Castañeda Vildózola.

4.2 Larvas del picudo de la espina del nopal

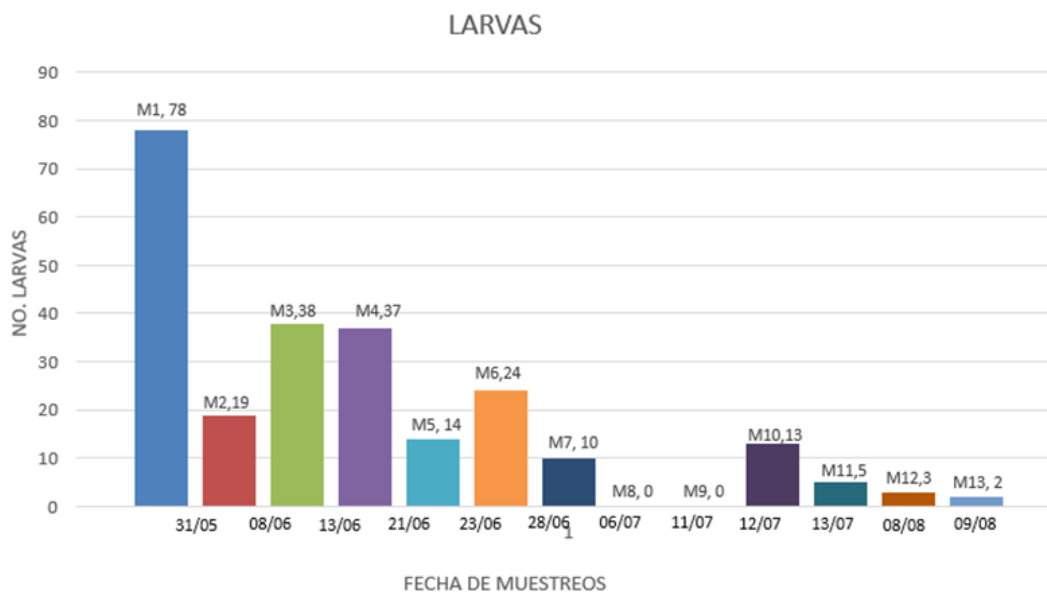


Figura 3 Se muestran gráficamente las larvas del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

Por consiguiente las larvas tuvieron un periodo alto en el mes de Mayo como se muestra la Figura 3 en el muestro M1 con 78 larvas en la fecha del 31 de Mayo y principios de Junio se mantuvo como se observa en el muestro M3 con 38 larvas en la fecha del 13 de Junio posteriormente la tasa descende en los meses de Julio y Agosto con un 90% en su totalidad. . Además la larva al alimentarse de la planta origina un escurrimiento que ocasiona una especie de escamas y cintas de secreciones que pronto se endurece (Figura 15), esto concuerda con Enríquez Ruiz, 1989 en la redacción de su tesis, ya que menciona que este mismo escurrimiento produce la larva en su etapa de crecimiento y describe que el picudo en este estado larval son de cuerpo pequeño, blanco y lechoso y con cabeza café, sin patas.



Imagen 16. Esgurrimiento que ocasiona la larva cuando comienza a alimentarse del tejido de la planta. FCA UAEMex, Enero 2017, Dr. Álvaro Castañeda Vildózola



Imagen 17. Estado larval del picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) depositado en la base de una espina. FCA UAEMex, Enero 2017, Dr. Álvaro Castañeda Vildózola.

4.3 Pupas de picudo de la espina del nopal

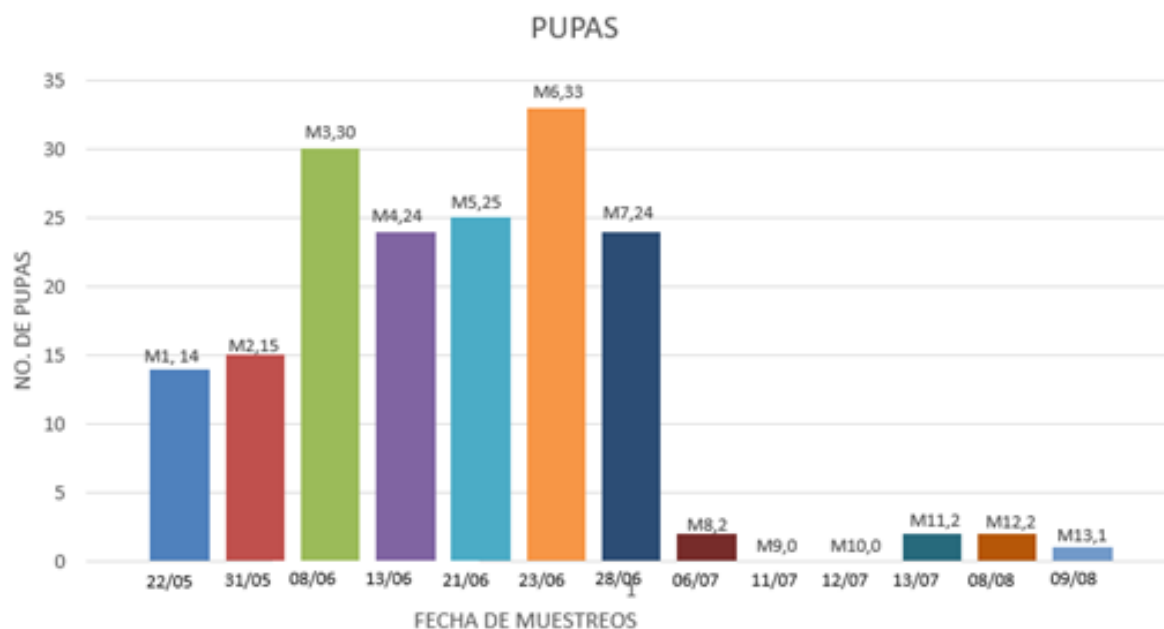


Figura 4. Se muestran gráficamente las pupas del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

En la figura 4, la presencia de las pupas en el cultivo tuvo un alto índice en el mes de junio, en el muestro M3 del 8 de junio el número de pupas era de 30, durante el transcurso del mes el valor más alto se presentó en el muestreo M6 con un total de 33 pupas, en comparación con los meses de Julio-Agosto, donde se presencié la tasa más baja con un total de 0 pupas en el muestro M9 y M10 y en Agosto una cifra de 1-2 pupas por muestreo. Coronado, 2001 menciona que para hibernar forman la pupa en una celdilla en la misma zona afecta, esto coincide con el mismo daño que se encontró durante los muestreos realizados en el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, ya que pupa al extraer el cuadrante marcado en la penca, se encontraba la pupa en una celdilla.



Imagen 18. Pupa del picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) dentro de una celdilla en la penca (*O. ficus-indica*) FCA UAEMex, Marzo,2017 Dr Álvaro Castañeda Vildòzola

4.4 Adultos del picudo de la espina

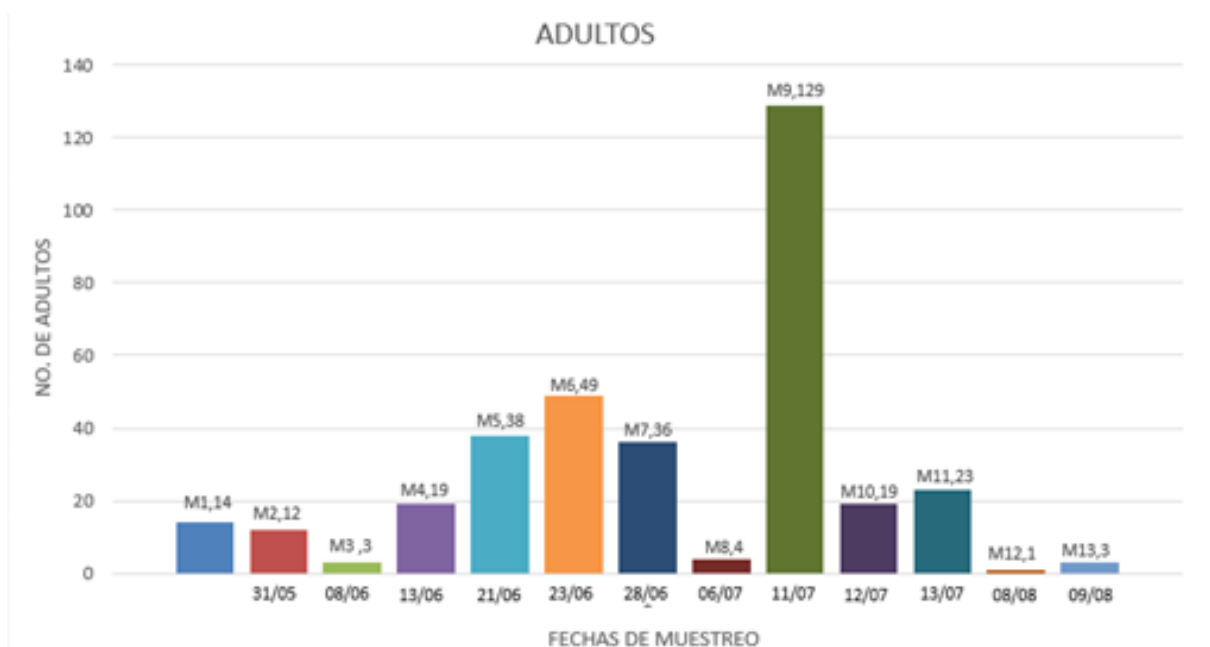


Figura 5. Se muestra gráficamente los adultos del picudo de la espina del nopal durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

Durante el estudio de la fluctuación poblacional, la presencia del adulto dentro de este ciclo es lo más importante, para que esta generación continúe su descendencia. Como se aprecia en la Figura 5, en los meses de Mayo-Junio los altos índices de este adulto son regulares, es el mes de Julio en el muestreo M9 con 129 adultos en la que se encuentra el valor más alto de este picudo en su estado final, rebasando los datos anteriores por un 58%. Mahammadet al,2001 describe al picudo adulto, como un coleóptero pequeño que mide de 0.30 a 0.35 cm de largo, es de color grisáceo con manchas negras y amarillas, y una doble cruz amarilla con bordes blancos a mitad del cuerpo: cuando camina parece una araña gris que se desplaza rápidamente, estas especificaciones concuerdan con el insecto plaga que se identificó en el cultivo de nopal (*O. ficus-indica*). (Imagen 23.)



Imagen 19. Estado adulto del picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) inmóvil en la base de un cladodio (*O. ficus-indica*) FCA UAEMex, Julio 2017 Dr, Àlvaro Castañeda Vildòzola



Imagen 20. Salida del picudo de la espinal del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) desde la areola de una espina dañada. FCA UAEMex, Marzo 2017, Dr. Àlvaro Castañeda Vildòzola

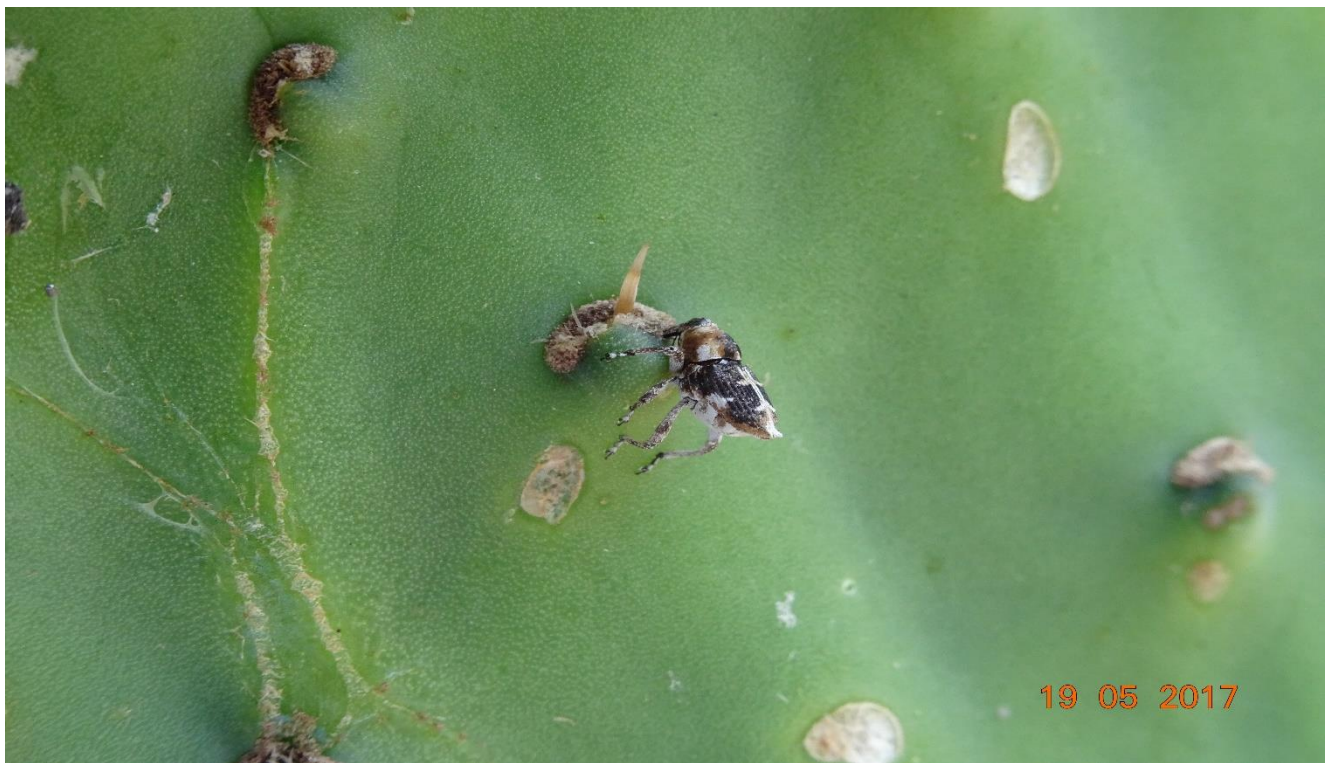


Imagen 21. Picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ), perforando con su aparato bucal una raqueta joven (*O. ficus-indica*) FCA UAEMex, Mayo ,2017, Dr. Àlvaro Castañeda Vildòzola



Imagen 22 . Perforación del picudo (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) en la espinal del nopal al completar su holometabolismo. FCA UAEMex, Mayo, 2017, Dr. Àlvaro Castañeda Vildozola



Imagen 23. Estado adulto del picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ) CP Montecillo, Julio 2017 Dr Jorge Valdez Carrasco

4.5 Parasitoide

Durante los muestreos, en los meses de julio-agosto, se encontró la presencia de un parasitoide, por lo cual se estudió la fluctuación población y la asociación que tiene con el picudo de la espina del nopal (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ)



Imagen 24. Adulto parasitoide. FCA UAEMex. Junio 2017 Ma. Fernanda Hernández Gómez

4.6 Larva de parasitoide.

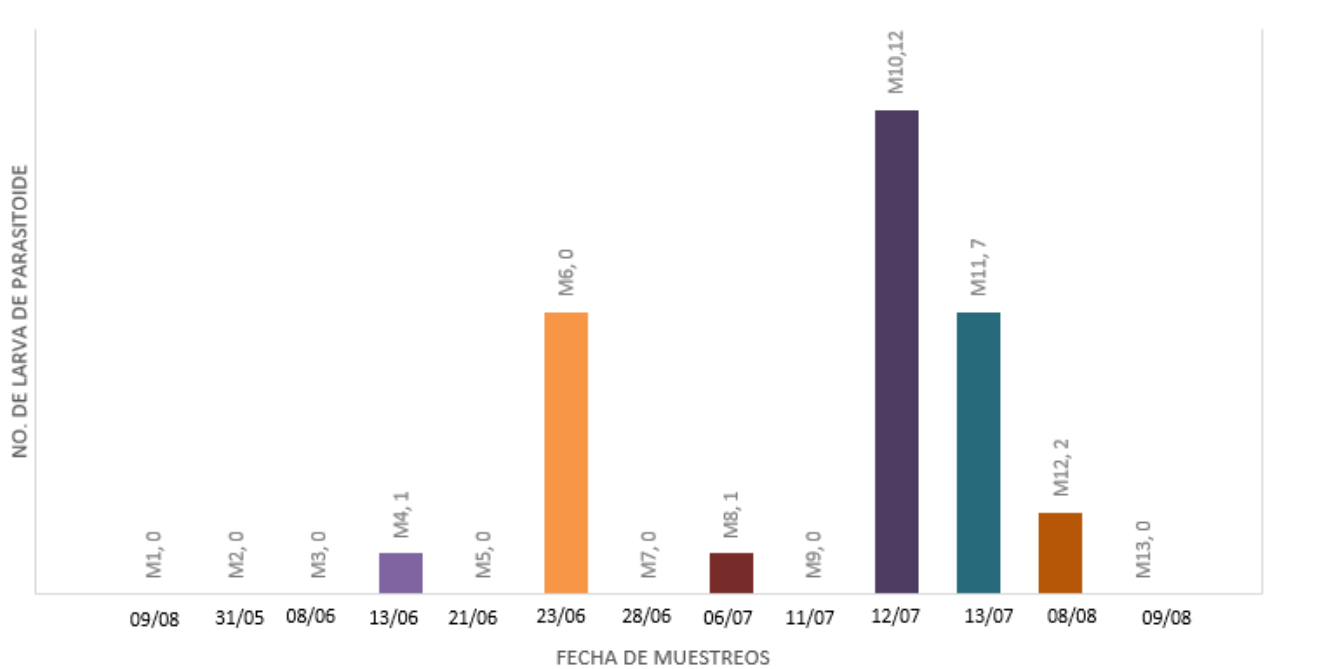


Figura 6. Se muestras gráficamente la presencia de larva del parasitoide durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

En la Figura 6 los meses de julio-agosto el número alto de larvas de parasitoide fue en el muestreo M10 con 12 larvas en contraste con el muestreo M4 con tan solo una larva recolectada.

4.7 Pupas de Parasitoide

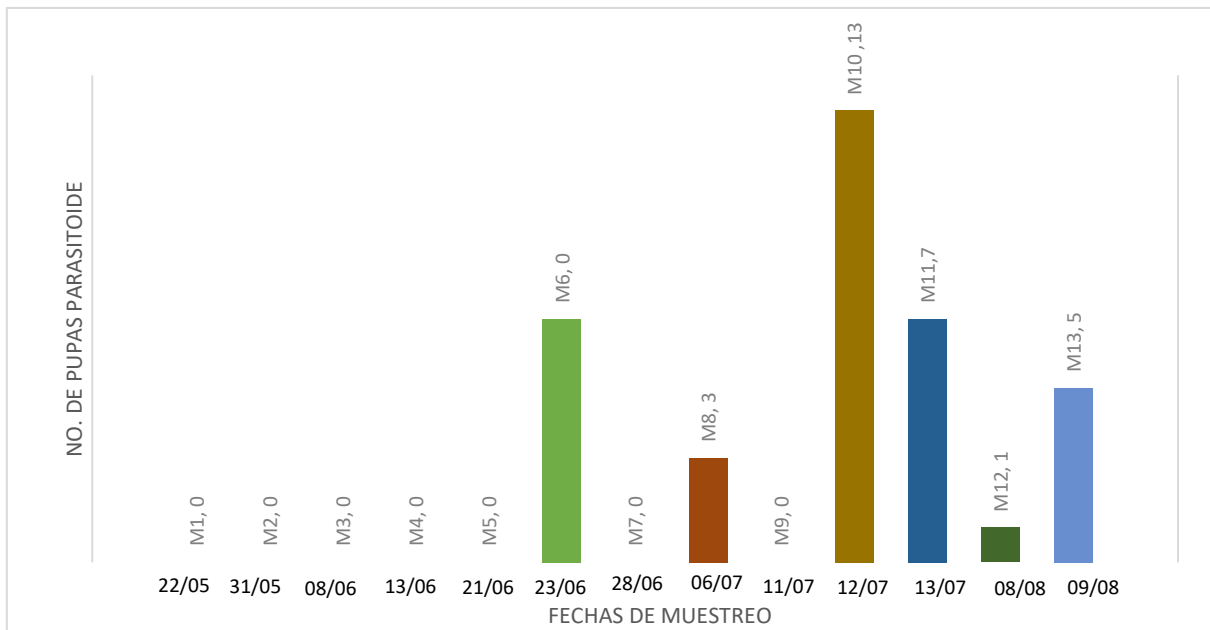


Figura 7. Se muestra gráficamente la presencia de pupa del parasitoide durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

Referente a las pupas, los valores más altos son el muestro M10 con 13 larvas, por el contrario, la tasa desciende un 99.68% tomando como referencia el muestreo M12 con una sola larva de parasitoide.

4.8 Adultos de Parasitoide

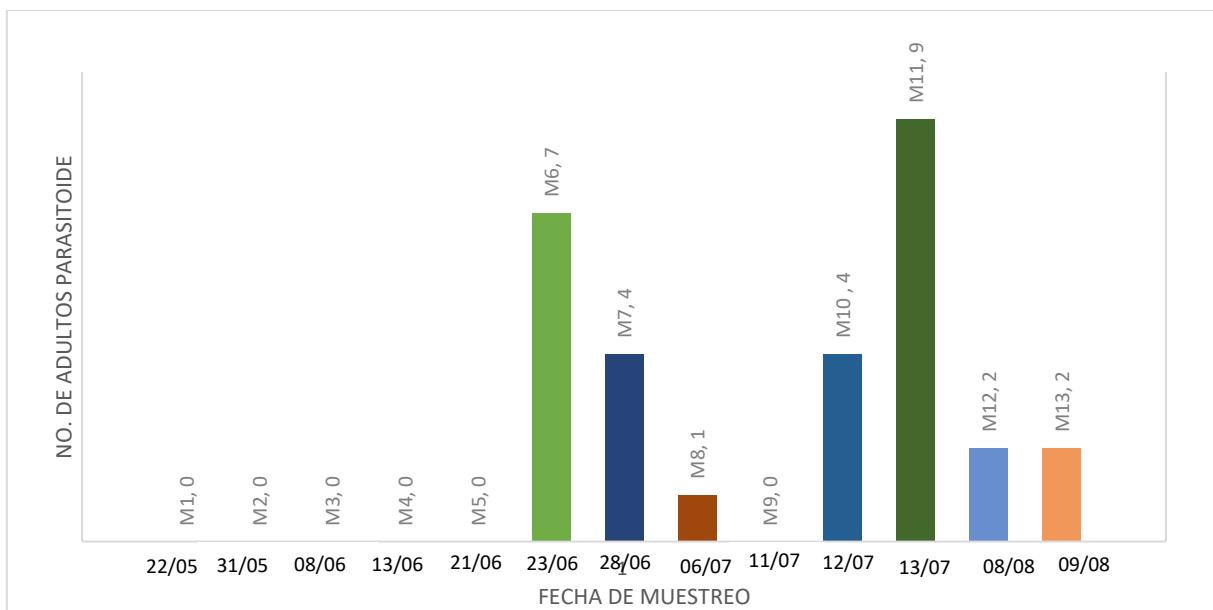


Figura 8. Se muestra gráficamente la presencia de adulto del parasitoide durante los muestreos de mes de Mayo-Agosto.

En la parte de adultos parasitoides, su presencia se encontró desde los meses de junio en el muestreo M6 con 7 larvas, posteriormente la tasa desciende en el mes de julio en el muestreo M11 con 9 larvas.

En la imagen 25 se observa la imagen la parte lateral de la avispa, en la que se detectó que pertenece a la familia *Eupelmidae*, de avispas parasíticas de la superfamilia Chalcidoidea. De acuerdo con la clasificación actual hay 905 especies descritas en 45 géneros.



Imagen 25. *Eupelmus* vista dorsal y lateral CP Montecillo, Julio 2017 Dr Jorge Valdez Carrasco.

V. CONCLUSIONES

La presencia de este insecto en el cultivo marca una gran pauta en la producción de esta verdura, ya que desprecia el valor comercial y económico del nopal.

La destrucción de la penca, por la larva es el daño más importante ocasionado por el picudo de la espina (*Cylindrocopturus biradiatus* Champ), pero la eliminación de los adultos es una de las tácticas de control más utilizadas.

VI BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Becerril, G. (2005). Producción forzada de nopal (*Opuntia ficus-indica*, cv.) tlaconopal mediante anillado parcial. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(3).

Anónimo. 2001. Diseases of *Opuntia*. Extension plant Pathology <http://ag.arizona.edu/PLP/plpext/dis->(Accesado Marzo 17, 2006)

Bravo H., H. y H. R. Sánchez M. 1978. Las cactáceas de México. Volumen I. 2ª edición. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. 743 p

Barros C. y Buenrostro, M. 1998. El maravilloso nopal; sus propiedades alimenticias y curativas. Ediciones Grijalbo. México 243 p

Coronado P.R. 2001. Estudio sobre plagas del nopal con especial referencia a la Lin~fera *Cycladeaes Druce*. Esc.- Nacional de Agricultura. Chapingo. México.

Flores-Mendiola, G. R., Rodas-Gaitán, H., Rodríguez-Fuentes, H., Vidales-Contreras, J. A., Sánchez-Alejo, E., & Aranda-Ruiz, J. (2011). PRODUCCIÓN DE BIOMASA SECA Y PARAMETROS SENSORIALES DE NOPAL VERDURA CULTIVADO EN FORMA HIDROPÓNICA.

García M.T., 1965 Problemas entomológicos de nopal en el valle de México. Tesis Depto. De parasitología agrícola. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo México.

Granados S.D. S., A.D. Castañeda 1998. El nopal, historia, fisiología, genética e importancia frutícola. TRILLAS México 227 p.

García Z., E. A.; A. Gutiérrez D.; G.E. Salinas G.; E. Cárdenas C.; R.E. Vázquez A.; F. Zavala G. y J. Martínez De la C. 2006. Clasificación y estimación de la diversidad genética de nopal (*Opuntia* spp.) con base en descriptores fenotípicos y marcadores genético moleculares. *Phyton*. 75: 125-135.

García Z., E. A.; A. Gutiérrez D.; G.E. Salinas G.; E. Cárdenas C.; R.E. Vázquez A.; F. Zavala G. y J. Martínez De la C. 2006. Clasificación y estimación de la diversidad genética de nopal (*Opuntia* spp.) con base en descriptores fenotípicos y marcadores genético moleculares. *Phyton*. 75: 125-135.

Guzmán, U., Arias, S., & Dávila, P. (2007). Catálogo de autoridades taxonómicas de las cactáceas (Cactaceae: Magnoliopsida) de México. *Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. Base de datos SNIB-CONABIO, proyectos Q045 y AS021. México.*

Guzmán U.; S. Arias y P. Dávila. 2007. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México, CONABIO. México D.F. 315 p

Kiesling, R. 1998. Origen, domesticación y distribución de *Opuntia ficus-indica*. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*. 3: 50-59.

Mandujano, M.C.; J. Goluvob y J. Reyes. 2002. Lo que usted siempre quiso saber sobre las cactáceas y nunca se atrevió a preguntar. CONABIO. *Biodiversitas*. 6 4-7.

Mahammad H. B. A.E. Flores 2001. Prickly pear cacti pests and their control in México. *Florida Entomologist* 84 (4) pp 503 –505

MENDIOLA, G. R. F. PRODUCCIÓN DE BIOMASA Y CALIDAD NUTRIMENTAL DE *Opuntia ficus-indica* (L) MILL PARA CONSUMO HUMANO CULTIVADO EN FORMA HIDROPÓNICA.

Rodríguez et al., 2007 Rodríguez-García M., De Lira C., Hernández-Becerra E., Cornejo-Villegas M., Palacios-Fonseca A., Rojas-Molina I. 2007. Physicochemical Characterization of Nopal Pads (*Opuntia ficus indica*) and Dry Vacuum Nopal Powders as a Function of the Maturation. *Plant Foods Hum Nutrition*. 62: 107–112.

Vargas Mendoza, A.; Flores Hernández, A.; Basaldua Suárez, J. F.; 2008. "DINÁMICA DE LAS PRINCIPALES PLAGAS DE NOPAL *Opuntia* spp. EN LA ZONA SEMIÁRIDA DE QUERÉTARO". *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, num. . pp. 21-28.

Sarah, R., & Westwood, L. (1999). *Construyendo la Nación*.

Soberón, J. J. Golubov, and J. Sarukhán. 2001. The importance of *Opuntia* in Mexico and routes of invasion and impact of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae). *Fla. Entomol.* 84: 486-492.

Weavers y Clemens. 1976. *El Nopal*. Revistas El Campo # 1013 1014 y 1015. México.

VII MESOGRAFIAS

file:///E:/TOTAL%20DE%20DOCUMENTOS%20DEL%20NOPAL/plagas%20del%20nopal/Manejo_general_cultivo_Nopal.pdf MANEJO GENERAL DEL CULTIVO DEL NOPAL

Elaborado por: ING. JUAN RIOS RAMOS BIOL. VERONICA QUINTANA M COLEGIO DE POSGRADUADOS.

Nopal, leyenda, comercio y futuro en México., Num. 98, Octubre 2001, ASERCA.

[http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/fp25.html#MANEJO_DE_L
A_HUERTA_DE_NOPAL_VERDULERO](http://codagea.edoags.gob.mx/~produce/fp25.html#MANEJO_DE_LA_HUERTA_DE_NOPAL_VERDULERO)