

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS  
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



“ETNOBOTANICA DE LA FAMILIA *Cactaceae*”.

---

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A N :

RAMON LIOGON BELTRAN

ORIENTACION EXTENSION AGRICOLA

RICARDO ROSALES MORAN

ORIENTACION SUELOS

JOSE ABEL LOPEZ MAGDALENO

ORIENTACION SUELOS

GUADALAJARA, JAL.

MAYO 1996

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

COMITE DE TITULACION  
 OEA80037/96  
 OSU82037/96  
 OSU82037/96

**SOLICITUD Y DICTAMEN**

**SOLICITUD**

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA  
 PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION  
 P R E S E N T E

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento interno de la División de Ciencias Agronómicas, hemos reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicitamos su autorización para realizar nuestro TRABAJO DE TITULACION, con el tema:

"ETNOBOTANICA DE LA FAMILIA Cactaceae"

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE INVESTIGACION  
 MODALIDAD: COLECTIVA

NOMBRE DE LOS SOLICITANTES	CODIGO	GENERACION	ORIENTACION O CARRERA	FIRMA
RAMON LIOGON BELTRAN	075210833	75 - 80	ING.AGR.EXT.	
RICARDO ROSALES MORAN	077098496	77 - 82	ING.AGR.SUE.	
JOSE ABEL LOPEZ MAGDALENO	077130314	77 - 82	ING.AGR.SUE.	

Fecha de solicitud 13 de Marzo 1996.

**DICTAMEN DE APROBACION**

DIRECTOR: ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ  
 ASESOR: ING. JOSE MARIA AYALA RAMIREZ  
 ASESOR: ING. ELENO FELIX FREGOSO

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ

ASESOR  
 ING. JOSE MARIA AYALA RAMIREZ

ASESOR  
 ING. ELENO FELIX FREGOSO

Vo. Bo. Pdt. del Comité

Fecha: ABRIL 15 DE 1996



UNIVERSIDAD  
DE  
JALISCO

**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

SECCION \_\_\_\_\_

EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

NUMERO \_\_\_\_\_

Las Agujas, Zapopan. a 13 de Marzo de 1996

**C. PROFESORES**

ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ, Director  
ING. JOSE MARIA AYALA RAMIREZ, Asesor  
ING. ELENO FELIX FREGOSO, Asesor

**Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el proyecto del Trabajo de Titulación:**

"ETNOBOTANICA DE LA FAMILIA Cactaceae"

**El cual fue presentado por:**

RAMON LIOGON BELTRAN, RICARDO ROSALES MORAN y JOSE ABEL LOPEZ  
MAGDALENO

**Han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo del mismo.**

**Ruego a Uds. se sirvan hacer del conocimiento de este Comité su Dictamen en la revisión del mencionado trabajo. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.**

**A T E N T A M E N T E**  
**"PIENSA Y TRABAJA"**

EL PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION .

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA

## DEDICATORIAS

A mi Universidad de Guadalajara: Por la oportunidad que me dio de prepararme profesionalmente. Que primeramente Dios me permita no defraudarle.

A mi Facultad de Agronomía: Gracias por la oportunidad de realizar mi sueño profesional, por compartir experiencias y momentos inolvidables con mis Maestros y Compañeros que disfrutamos juntos.

Ing. Gregorio Nieves Hernandez Director  
Ing. José María Ayala Ramírez Asesor  
Ing. Eleno Félix Fregoso Asesor

A mi director y asesores de tesis, Mi respeto y reconocimiento por su valiosa colaboración sin la cual no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

A el Ing. Juan Salas Napoles, gracias por su apoyo y orientación.

A mis Maestros: Que ofrecieron lo mejor de sus conocimientos para formarme para defenderme en la vida, como todos los que han egresado de esta casa de estudios Facultad de Agronomía.

Y no olvidando a un gran maestro y amigo Q.P.D. Ing. M.C. Nestor Villagrana Sanches. Gracias por sus conocimientos y entrega que siempre recibimos de su parte.

A mis Compañeros de generación y conocidos, por llevar la competencia sana de superación de lograr las metas.

### AGRADECIMIENTOS

- A mis Padres: Q.P.D. José López Crespo Cruz  
Irma Celia Magdaleno Morfin de López  
Por su apoyo incansable que me ofrecieron para formarme  
en hombre de provecho. A los consejos de mi padre  
Materno Q.P.D. José E. Magdaleno Alvarez.  
Gracias a Dios y a Ustedes por la confianza que me  
depositarón.
- A mi Esposa: Carolina
- A mis Hijos: Cristina  
Jóse Abrham  
Fernando  
Karen Ivon
- A mis Hermanos: Con todo mi cariño y respeto por su apoyo.  
Fernando López Magdaleno  
José Angel López Magdaleno  
Roberto de J. López Magdaleno
- A mi Padrino: Por sus oraciones y apoyo moral.  
Sacerdote Jorge Rodríguez Estrada
- A el Sr: Raúl Pérez Martínez  
Por su apoyo en mi vida profesional.
- A mis Compañeros: Con humildad y respeto, para todos que de una u otra  
manera convivimos.  
Ing. Miguel Angel Viera Franco  
Ing. Hector Rafael Ruiz Valenzuela
- A mis Compañeros: De trabajo, infancia y en general.
- A mis Familiares: Paternos y Maternos.

## DEDICATORIA

A mi Universidad de Guadalajara.

A mi Facultad de Agronomía.

Ing. Gregorio Nieves	Director
Ing. Jose Ma. Ayala Ramirez	Asesor
Ing. Eleno Felix Fregoso	Asesor

A mi Director y Asesores de Tesis: Mi reconocimiento por su valiosa colaboración sin la cual no hubiera sido posible la realización de mi tesis.

A mis Maestros: Mi gratitud por su entrega para transmitirnos sus conocimientos en especial al Ing. Arturo Curiel Ballesteros y al Ing. Ricardo Maciel Gutierrez.

A mis Compañeros: Que tan gratos recuerdos guardo de ellos; como Abel, Marquez, Bolaños, Viera, Toño, Hector y tantos otros que aprecio mucho.

A el +Ing. Nestor Villagrana: Donde quiera que se encuentre, que siempre deseo nuestra superación en todos los sentidos.

## AGRADECIMIENTO

A mis Padres: Gabriel y Ana Maria, que con esfuerzo y sacrificio lucharon por hacer de mi un hombre de bien; mil gracias.

A mi Esposa: Maria Isabel, mi amada compañera, que siempre ha estado conmigo en las buenas y en las malas, que con su amor, cariño y respaldo; me ha ayudado para salir adelante.

A mis Hermanos: Alfonso, Kena, Silvia, Guille, Anita, a todos ustedes que quiero tanto por el cariño que siempre me han manifestado; les dedico este esfuerzo de lograr mi culminacion como profesionista y en especial a ti Ismael que siempre me apoyaste, tanto moral como economicamente, mi eterno reconocimiento.

A todos mis Familiares: En especial a mi tío +Andres donde quiera que estes.

A mi estimado Amigo: Miguel Angel que siempre ha estado presente en los momentos mas dificiles de mi vida, Gracias.

# CONTENIDO

Pág.

1	INTRODUCCION. . . . .	1
1.1	Importancia y Justificación . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	2
1.3	Hipótesis . . . . .	2
2	REVISION DE LITERATURA. . . . .	3
2.1	Antecedentes Históricos . . . . .	3
2.2	Origen. . . . .	5
2.3	Distribución Geográfica . . . . .	6
2.3.1	Distribución a nivel mundial. . . . .	6
2.3.2	Distribución en México. . . . .	8
2.4	Clasificación de las Cactáceas. . . . .	10
2.5	Características Generales de las Cactáceas. . . . .	12
2.5.1	Estructura externa. . . . .	12
2.5.2	Estructura interna o histológica. . . . .	17
2.5.3	Componentes químicos. . . . .	18
2.5.4	Sustancias derivadas de los Hidratos de - Carbono . . . . .	20
2.5.5	Reproducción. . . . .	22
2.5.6	Recomendaciones para el cultivo . . . . .	23
2.6	Plagas de las Cactáceas . . . . .	24
2.6.1	Picudo barrenador del nopal . . . . .	24
2.6.1.1	descripción morfológica. . . . .	26
2.6.2	Picudo cruzado del nopal. . . . .	39
2.6.2.1	descripción morfológica. . . . .	40
2.6.3	Cerambicido del nopal . . . . .	46
2.6.4	Cochinilla del nopal. . . . .	47
2.6.4.1	descripción morfológica. . . . .	48
2.6.5	Escama del nopal. . . . .	53
2.6.5.1	descripción morfológica. . . . .	53
2.6.6	Barrenador del nopal. . . . .	57
2.6.6.1	descripción morfológica. . . . .	58
2.6.6.2	procedimientos de control. . . . .	70
2.7	Importancia Económica . . . . .	72
2.8	Usos e Industrialización. . . . .	72
2.8.1	Cladodios o Pencas. . . . .	73
2.8.1.1	Enlatado de comidas típicas. . . . .	73
2.8.1.2	Purificador de agua. . . . .	75
2.8.1.3	Anticorrosivo. . . . .	75
2.8.2	Fruto . . . . .	76
2.8.2.1	Melcocha de tuna . . . . .	76
2.8.2.2	Queso de tuna. . . . .	76
2.8.2.3	Jalea de tuna. . . . .	77
2.8.2.4	Pulque curado de tuna. . . . .	77
2.8.3	Semilla . . . . .	78
2.8.3.1	Obtención de aceites . . . . .	78
3	METODOLOGIA . . . . .	81



	Pág.
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	82
5 LITERATURA CITADA . . . . .	84

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Importancia y Justificación

Debido al grave problema que se está presentando con la explosión demográfica, el ser humano está influyendo grandemente en la perturbación de la vegetación en México; algunos de los principales agentes que han contribuido son: la colonización progresiva del país, la expansión de la agricultura, el desarrollo de la ganadería, la inmoderada explotación forestal, la construcción de nuevas ciudades y la explotación selectiva de algunas especies útiles. Esta situación se ha agravado notablemente.

Cabe mencionar que durante los últimos veinte años, la destrucción vegetal se ha acelerado, a tal grado, que las tierras erosionadas están cubriendo -aproximadamente- el 60% del área total de nuestro territorio; y de no poner un límite a este desenfrenado problema, llegará el día en que todo México se convierta en un verdadero desierto.

## 1.2 Objetivos

- 1.- Que el Agrónomo o persona vinculada con el Sector Agropecuario tenga conocimientos básicos de la explotación de estas especies.
- 2.- Conocer la problemática y el uso potencial, así como la industrialización de especies de esta familia.

## 1.3 Hipótesis

A mayor conocimiento de la Biología, Fisiología, Genética, Parasitología, Ecología y Manejo de las Cactáceas, mayor capacidad de incrementar áreas cultivadas de estas especies.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes Históricos

A la llegada de los españoles a la Nueva España les causó gran asombro la gran variedad de plantas típicas de nuestro país y en particular las de la familia "Cactaceae", que estaban adornando el Palacio de Moctezuma. Los conquistadores no las conservaron por no considerarlas de utilidad práctica y al ser tomada y destruida la ciudad, acabaron también con este ornato.

Tenemos noticia de las cactáceas desde antes de la conquista, gracias a los códices que se escaparon de la destrucción de Tenochtitlán, de la cerámica, de algunos murales y obras escritas a raíz de la conquista, ejemplo: Códice Cruz.

En la vida económica, social y religiosa de los nahuas, las cactáceas desempeñaron un papel relevante, a tal grado que el escudo de Tenochtitlán ostentaba un nopal, símbolo que conserva el escudo de nuestro México actual.

En el aspecto religioso, algunas de las cactáceas

fueron elevadas al rango de Dioses y fueron usadas con frecuencia en actos de magia; tuvieron gran importancia tanto por la producción alimenticia como por sus propiedades medicinales.

En excavaciones realizadas en el valle de Tehuacân, Puebla, se descubrieron vestigios de semillas, frutos y pencas de nopal, con una antigüedad de 7000 años A.C. y se cree que éste junto con el maíz, formaban parte de la alimentación de los habitantes de la zona.

Los "nochtli", llamados también "nopalli", comprendían diversas especies que se distinguían nominalmente agregando al radical "nochtli", uno o varios términos que precisaban sus cualidades. Las plantas de este tipo son las que actualmente están incluidas en los géneros Opuntia, Nopalea y Epiphyllum.

Existen tribus con hermosas leyendas a las que están asociadas las cactáceas. Ejemplo de ellas son: los tarahumaras, tepehuanes, coras y huicholes. Entre las cactáceas que destacan está el "peyote" o "jiculi", planta alucinante que actualmente tiene gran importancia dentro de la medicina. En la antigüedad fue elevado con categoría divina y era suministrada especialmente por sacerdotes guerreros para obtener victorias, se le rendía culto y se le ofrecían sacrificios.

Se utilizó también como medicamento y se tenía la creencia de que quien lo tomaba adquiría poderes sobrenaturales. En tiempo de la Inquisición se utilizó mucho en la práctica de la hechicería; se le consideró diabólico y su uso fue prohibido.

## 2.2 Origen

Las cactáceas son originarias del Continente Americano y se distribuyen desde el Canadá hasta la República de Argentina.

La diferencia que existe entre las cactáceas de América del Sur y las de América del Norte, respecto a su origen, implica la existencia de dos áreas de desarrollo.

En América del Norte se localizan 92 géneros de cactáceas y en América del Sur se localizan sólo 51. De los localizados en América del Norte, 61 géneros existen en México y 31 en Estados Unidos; esta distribución ubica como centro de diseminación a México.

México cuenta con más de 100 especies del género Opuntia.

El origen de estas plantas, con excepción --

de las que corresponden al género Ripsalis, se encuentra en el Continente Americano, de donde han sido llevadas a Europa, Africa y algunas regiones de Australia.

En la República de Chile, entre Santiago y Viña del Mar, se encuentra posiblemente las más grandes plantaciones de nopal en América.

## 2.3 Distribución Geográfica

### 2.3.1 Distribución a nivel mundial

El nopal Opuntia spp. se encuentra distribuido en casi todo el mundo, exceptuando las regiones cercanas a los polos y algunos desiertos.

Flores (1977), en sus estudios del nopal como forraje, reporta que actualmente se están haciendo importantes estudios para hacer un mejor aprovechamiento de este recurso, como forraje en la alimentación del ganado en los siguientes países: Africa del Sur, Madagascar, Africa del Norte, Argelia, Túnez, España, Italia, India, Argentina, Brasil, Guatemala y Estados Unidos.

Ramírez (1972) reporta este cultivo en Portugal y Grecia; afirma también que se están haciendo importantes estudios sobre esta cactácea en el Japón.

Domínguez (1963) manifiesta que en Australia el nopal ha invadido extensas regiones, considerándose como una maleza, la cual ha sido combatida por medio del control biológico, haciendo uso del insecto Cactoblastis cactorum.

Kasno y Soerjani (1980) informan de su existencia como maleza en Indonesia y sobre la necesidad de erradicación, mediante el control biológico.

Rao et al (1971) revisan los estudios realizados para el control de Opuntia sp. en el Sureste de Asia (India, Indonesia) y la región del Pacífico (Hawaii, Islas Fidji).

Anderson y Valdemársson (1975) han encontrado al nemátodo Heterodera cacti, atacando especies de Opuntia en Suecia.

Racine y Downhower (1974) lo reportan como una maleza endémica en las Islas Galápagos.

Hoffman (1979) describe el uso de Opuntia spp. como fruta, producción de hortaliza, y hospedera del insecto cochinita Dactylopius opuntiae, en Ayacucho, Perú.



### 2.3.2 Distribución en México

Las zonas nopaleras del Centro-Norte de México se distribuyen en tres regiones principales:

- 1.- ZONA NOPALERA POTOSINO ZACATECANA.- Con extensiones que incluyen partes territoriales de Aguascalientes, Jalisco, Durango y Guanajuato.
- 2.- ZONA NOPALERA DEL NORESTE DE MEXICO.- Comprende la región norte de la planicie costera nororiental, o sea norte de Tamaulipas y norte y oriente de Nuevo León.
- 3.- ZONA NOPALERA DIFUSA.- Es la región más amplia de las tres, aunque con notoria menor densidad en individuos por hectárea. Se extiende desde las partes calizas de San Luis Potosí, Zacatecas y Nuevo León, hasta Coahuila y partes áridas de Durango y Chihuahua.

Colín (1976) estima la existencia de 30 millones de hectáreas con una densidad promedio de 200 plantas de nopal silvestre por hectárea, solamente el Estado de Zacatecas, produce anualmente 1.25 millones de toneladas de tuna cardona.

Valadez (1979) indica que Opuntia streptacantha

(nopal Cardón) se localiza en Zacatecas, San Luis Potosí, Durango, Guanajuato y Aguascalientes, en una extensión aproximada de 3.8 millones de hectáreas, en tanto que Opuntia leucotricha (nopal duraznillo) se encuentra en 4.5 millones de hectáreas en las mismas entidades.

Bravo (1978) indica que este género se localiza prácticamente en la mayoría de las condiciones ecológicas de la República Mexicana, donde constituyen comunidades con características fisonómicas específicas y forman el tipo de vegetación denominado matorral crasicuale, el cual ocupa cerca de 3 millones de hectáreas.

Borja (1963) menciona que las nopaleras de mayor densidad se localizan en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Durango, y están compuestas o aisladas; conjuntamente con Opuntia streptacantha y Opuntia leucotricha; estas nopaleras llegan a alcanzar hasta 600 plantas por hectárea.

González y Schelfey (1964) afirman que el nopal se encuentra distribuido en casi todo el territorio mexicano, pero su mayor importancia pecuaria la tienen en los Estados del norte.

## 2.4 Clasificación de las Cactáceas

En el mundo natural existe una gran variedad de seres vivos que están poblando nuestro territorio; el número incalculable de éstos, hizo necesaria una clasificación tanto del reino animal como del vegetal, ya que en cualquier disciplina científica es de primordial importancia para hacer más fácil el estudio de estas unidades biológicas. Dentro del Reino Vegetal las plantas se han dividido en familias y ésta a su vez en Sub-familias, géneros, etc. En cada Familia se agrupan las distintas especies de plantas con características generales semejantes, así como la importancia que las plantas tienen para el mundo de la medicina, en la industria y en la alimentación del hombre.

La Familia Cactácea, de quien tanto se ha hecho mención, queda dividida en tres Subfamilias:

- 1.- Pereskioideae
- 2.- Opuntioideae
- 3.- Cereoideae

1.- SUBFAMILIA: Pereskioideae.- Son plantas con mucho parecido a las Dicotiledoneas (poseen hojas), se considera el tipo ancestral de las cactáceas. Sus tallos, ramas y hojas son algo suculentas, poseen espinas

pero no glóquidas, sus flores son más o menos pedunculadas, simples o en inflorescencia, pericarpelo con brácteas, óvulos en funículos cortos, semillas con testa negra y frágil. Esta Subfamilia cuenta con dos Géneros: Pereskia y Maihuenia que están distribuidas en las regiones tropicales de América. En México sólo existe el Género Pereskia.

2.- SUBFAMILIA: Opuntioideae.- Plantas arborescentes, arbustivas y hasta rastreras; tallos globosos y ramificados con areolas circulares y hasta elípticas, con pelos, glóquidas y espinas largas y delgadas, flores sésiles (una en cada areola), ovario ínfero, fruto seco o carnoso, semilla negra o de color lino, globosas y pilosas, embrión curvo, cotiledones grandes y el perisperma bien desarrollado.

Esta Subfamilia, en México, comprende los siguientes Géneros: Pereskiopsis, Opuntia y Nopalea.

3.- SUBFAMILIA: Cereoideae.- En esta Subfamilia hay plantas desde muy pequeñas hasta arbóreas, terrestres o epífitas; son tallos formados por un solo artículo -generalmente-, de formas globosas, oblongos, cilíndricos o en cladodios con tubérculos, costillas o ángulos, el limbo de la hoja está reducido a areolas en la parte superior de los tubérculos, la flor y el fruto

tienen las mismas características que la anterior sólo que las espinas de ésta son más largas y en ocasiones caducas. En México existen varios Géneros, ejemplo: Hylocereus, Nycotocereus, Helicocereus, etc.

## 2.5 Características Generales de las Cactáceas

### 2.5.1 Estructura Externa

Las cactáceas son plantas que adquieren formas estructurales muy diversas; unas son muy complicadas y otras muy sencillas. Las hay rollizas, globosas, columniformes, aplanadas, etc. de acuerdo al medio ambiente en que se desarrollan a la evolución y al género a que pertenecen.

Estas plantas reciben el nombre de "Xerófitas", por la gran cantidad de líquidos que almacenan y por estar adaptadas a vivir en lugares cálidos y secos; ésto las obliga a adoptar un sinnúmero de transformaciones. Ejemplo: formas globosas, gran desarrollo del parénquima, reducción de la superficie transpiratoria, reducción de hojas a espinas o escamas, gloquidas, engrosamiento de la cutícula y la membrana celulósica de los tegumentos a medida que la planta crece, excresiones cerosas de las células epidérmicas, disposición

hundida de los estomas, absorción rápida del agua y la gran longitud que adquieren sus raíces. Todo ésto hace posible la existencia de las plantas en esos lugares donde la vida vegetal se hace difícil, ya que mediante ello las plantas almacenan en sus tejidos, el agua que se convertirá en jugos lechosos y biscosos -difícil de evaporarse-, lo cual les permite soportar las sequías, ya que constituyen un verdadero material de reserva. No sólo se encuentran las cactáceas en lugares secos y cálidos, las hay también en lugares fríos y húmedos, aunque en menor porcentaje. Una de sus principales características es la carencia de hojas que como se dijo antes, están reducidas a espinas o escamas. Sólo los géneros primitivos: Pereskia, Peresklopsis y Quiabentia tienen hojas bien definidas. En algunas Opuntias jóvenes raras veces encontramos esbozos de hojitas, pero muy pronto desaparecen. Las partes que sí podemos observar en toda cactácea son:

- 1.- Raíz
- 2.- Tallo
- 3.- Flor
- 4.- Fruto

1.- RAIZ.- Cuentan estas plantas con una raíz, que además de su función de fijación, es un poderoso órgano de absorción.

Raíz Primaria.- Su función principal es fijar la planta al suelo, de donde ésta adquirirá sus nutrientes.

Raíces Secundarias.- Tienen otra función importante: absorber del agua las sustancias nutritivas disueltas. Estas raíces, por lo general, tienen mayor longitud y ramificación que las primarias. Se extienden de 15 a 200 m. de longitud (según el suelo y su humedad) para localizar el agua. A veces las encontramos muy superficiales de 1.5 a 5 cm. de profundidad.

Durante la lluvia nacen en las raíces secundarias unas vellosidades blanquecinas que se encargan de absorber el agua en esta temporada y posteriormente desaparecen.

Son muy comunes en estas plantas las raíces adventicias que facilitan la propagación de las mismas. Poseen también raíces aéreas que se presentan en Selenicereus, Hylocereus, Epiphyllum. Tienen su origen en el cambium, pero al llegar al suelo pueden convertirse en raíces terrestres. En los tejidos de este tipo de raíces sí existen cloroplastos.

Es pues la raíz el órgano principal que soporta y alimenta la planta, además de retener también líquidos.

2.- **TALLO.**- En cuanto a los tallos que son de formas muy variadas (globosos, candelabroiformes, ramificados, cilíndricos, comprimidos y articulados, alados, columniformes, espiralados), podemos decir que son el resultado de una evolución de Pereskia, Mamyllaria y Opuntia. Hundidos en ellos están distribuidos los estomas, sólo que en pocas cantidades para evitar la pérdida exagerada de vapor de agua en la parte superior de los tubérculos, principalmente. Se encuentran las areolas que están representando las yemas. De estas plantas, en el tallo se originan nuevos brotes o espinas, cerdas, lana, gloquidas, flores, tallos, pelos y a veces raíces adventicias, pues en cada una de ellas existe un meristema de crecimiento.

Hay dos clases de areolas: Espiníferas (espinas y floríferas (flores)). Las espinas son características de las cactáceas, en cada areola hay dos tipos de ellas que defienden y protegen los tallos, de los rayos solares de los animales y de la excesiva transpiración.

El tallo es el órgano cuya función principal es la retención de los líquidos que servirán a la planta como reserva alimenticia.



3.- **FLOR.**- Sus flores son grandes, vistosas y solitarias (excepto las Pereskia), actinomorfas, o bien, el periantio y el androceo se disponen helicoidalmente. Los pétalos, sépalos y estambres son numerosos, el ovario es ínfero, unilocular, formado de 3 a 8 carpelos (con placentación parietal). Generalmente la floración tiene lugar durante la primavera y el desarrollo de la flor se inicia en una yema axial que está protegida por escamas en forma de espiral; en ésta se distinguen tres zonas meristemáticas, que producen órganos foliares, estambres y carpelos; el desarrollo de estos tejidos embrionarios formarán la flor adulta. Esta es distinta en las Subfamilias: Estoidea y Cereoideae.

Los órganos foliares en una flor son: periantio, androceo, gineceo y la placenta, que son verdaderos órganos de reproducción.

4.- **FRUTO.**- El fruto es una baya con un gran número de formas y tamaños; en su estructura interviene el ovario que al madurar se convierte en el fruto, en éste el epicarpio se torna erizado de glóquidas, el mesocarpio se hace grueso y carnoso, los funículos (parte comestible) que se desprenden de sus semillas. Se desarrollan mucho. Las semillas son numerosas, de embrión curvo y albumen celulósico.

Los frutos son un verdadero refrescante, ya que su mayor parte se compone de un líquido dulce y delicioso que mitiga la sed de quienes los prefieren.

### 2.5.2 Estructura Interna o Histológica

La organización celular de los tallos de las cactáceas es similar, en general, a la de las demás dicotiledóneas.

El sistema tegumentario está formado por los tejidos epidérmicos y peridérmicos. Las membranas de las células epidérmicas que están en contacto con el exterior, se encuentran cubiertas de una gruesa capa de cutinia que protege a la planta de la pérdida de agua y proporciona resistencia a las células. Las células epidérmicas de algunas cactáceas tienen forma de pailas cónicas o de pelos, esto permite una mayor protección a la planta de los rayos del sol, procurando sombra sobre ellas.

Debajo de la epidermis de algunos géneros, existe una capa de células que constituyen la lipodermis que contiene inclusiones cristalinas de oxalato de calcio. En las partes viejas de los tallos, la epidermis

es sustituida por la peridermis, integrada por estratos celulares que se suberifican. Debajo del sistema tegumentario se encuentra al tejido colenquimatoso que da consistencia y solidez al tallo; en los tallos blandos como de los Echinocereus, tal tejido está poco desarrollado.

Inmediatamente después del sistema tegumentario o del tejido colenquimatoso, está el parénquima empolizada o clorofiliano, formado por varias capas de células prismáticas. Este tejido es muy importante. Sustituye en la gran mayoría de las cactáceas al limbo de las hojas en el que se efectúa la fotosíntesis. Próximo a éste se encuentra el parénquima colector que forma una zona bastante desarrollada con células esferoides que almacenan el material de reserva del que dispondrá la planta en épocas de sequía. A este tejido se debe la forma globosa y suculenta de las cactáceas.

### 2.5.3 Componentes Químicos

Las cactáceas presentan un complicado proceso metabólico que origina diversos compuestos para lo cual se requiere de agua, bióxido de carbono, oxígeno y otras sustancias minerales como:

- 1.- Humedad.- Principal componente de las cactáceas. Esta varía según el Género, la época y la edad. Las partes del ápice también son más húmedas que la parte basal que contiene más oxalato de calcio que agua.
- 2.- Sales Minerales.- Las cenizas varían hasta en un mismo Género. Esto depende de la composición química del suelo. Los componentes principales de las cenizas son: Ca, K, Mg, Si, Na, Fe, Al, Mn, - Cl, SO<sub>4</sub> y pequeñas cantidades de PO<sub>4</sub>.
- 3.- Carbohidratos.- Monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, todos contienen glucosa y sacarosa y en algunas encontramos fructuosa, maltos y rafinosa.
- 4.- Néctares.- Son una mezcla de sacáridos y algunos aceites florales. Estos néctares juegan un papel importante en la polinización.
- 5.- Almidón.- Son reservas nutritivas hidrocarbonadas, se encuentran en tallos, raíces y semillas.
- 6.- Glucosa.- Es el principal componente de la pared celular. Esta varía en las diferentes especies.

#### 2.5.4 Sustancias derivadas de los Hidratos de Carbono

- 1.- Goma.- Sale a flote cuando las cactáceas están dañadas físicamente, ejemplo: goma de colla.
- 2.- Mucílagos.- Parecido a la goma sirve a las plantas para retener el agua. Estos los encontramos en el tejido parenquimatoso de las cactáceas.
- 3.- Sustancias pécticas.- Se encuentra en la pared celular de la planta bajo la forma de sal de calcio. Acido péctico, la consistencia suave del fruto maduro se debe a su desintegración.
- 4.- Pictina.- Es la transformación del ácido péctico al madurar el fruto, la pictina posee un gran valor en la elaboración de jaleas y otros dulces.
- 5.- Glucósidos.- Se forma con la combinación de azúcares y otras sustancias.
- 6.- Acidos orgánicos.- El más abundante es el ácido oxálico, que forma las cenizas de las cactáceas viejas.
- 7.- Lípidos.- Son poco abundantes, excepto en las semillas.
- 8.- Ceras.- Son capas protectoras de los tallos y

frutos en la cápsula de secreción y en el protoplasma, abunda en cactáceas jóvenes; les conserva la humedad.

- 9.- Saponias.- Son glucócidos; muchas destacan en la industria por ser protectoras de hormonas esteroides. El esteroide más conocido es el colesterol.
- 10.- Aceites esenciales.- Se encuentran principalmente en la flor.
- 11.- Resinas.- También existen en pequeñas cantidades en la planta.
- 12.- Late.- Son líquidos con apariencia lechosa.
- 13.- Lignina.- Es un componente relacionado con los aminoácidos aromáticos muy parecido a la celulosa. Se forma en las cicatrices de la planta.
- 14.- Pigmentos.- Los principales pigmentos de las cactáceas son los contenidos en los grupos: clorofiloides, carotenoides (carotenos y xantofila) y fenólicos.
- 15.- Compuestos nitrogenados.- Los más importantes son: aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos y alcaloides.

### 2.5.5 Reproducción

La propagación de las cactáceas es una de las más fáciles de llevarse a cabo, ya que pueden multiplicarse con la intervención del hombre o sin ella.

Las cactáceas se reproducen, ya sea por semillas o por pencas. Los colores vistosos de las flores atraen a los insectos. Estos juegan un papel importante en la polinización en la flor, para la reproducción; las plantas ya fecundadas producen frutos también de vistosos colores (tunas, pitayas, etc.). Los pájaros las comen y las semillas que no son asimilables son expulsadas en pleno vuelo, así se van sembrando semillas y multiplicando las plantas.

El viento y el hombre también pueden influir en la reproducción de este vegetal. Basta con que desprendan un tallo y lo depositen en un lugar propicio. Inmediatamente la penca arroja sus propias raíces y nace una nueva planta.

Las cactáceas que tienen raíces aéreas también se propagan fácilmente; cuando la raíz logra llegar al suelo, se prende y empieza a dispersarse.

Es pues, sin duda, la reproducción de las cactáceas

una de las más fáciles, menos costosas y son plantas que nos brindan mucha utilidad.

#### 2.5.6 Recomendaciones para el cultivo

Las cactáceas, como se dijo antes, son plantas que se reproducen con facilidad: por gajos o por brotes; los primeros deberán guardarse en lugares secos hasta que cicatricen; no deben regarse enseguida, sino hasta que empiece a desarrollarse su raíz, hay que evitar el riego excesivo, deben colocarse en un medio poroso para facilitar la absorción.

Las sustancias que la planta extrae del sustrato son mínimas, de manera que no afectan en caso de que haya más plantas alrededor, pero para su mejor desarrollo se puede adicionar hueso molido (para suministrar fósforo), cenizas de madera y hojas secas (con esto se incorpora Potasio).

Cuando la planta está en maceta de barro poroso, al regarlas pierde fácilmente las sales que la tierra tiene. Para evitar esto, debemos usar macetas no porosas: latón, cerámica, etc. Para plantar las cactáceas globosas se cortan las raíces y se les fumiga con insecticida



o azufre para evitar la putrefacción o se dejan orear durante siete o quince días.

La época más propicia para el cultivo de estas plantas es en el verano, aunque se puede hacer en cualquier otro tiempo.

## 2.6 Plagas de las Cactáceas

### 2.6.1 Picudo Barrenador del Nopal

Con este nombre se conoce un insecto de la familia Curculionidae, especie Cactophagus spinolae, que causa muy serios perjuicios en el nopal, pues siendo su ataque de mucha importancia, sumado al que causan las demás plagas, aniquila casi completamente a las plantas, sobre todo cuando se asocia con el Picudo Cylindrocopturus birradiatus y el Barrenador Lanifera cyclades.

DAÑOS.- Como dijimos en el párrafo anterior, el ataque de este insecto es de suma importancia; lo causan las larvas y los adultos, éstos se alimentan en las pencas tiernas y hasta de los troncos; el fuerte pico que poseen destruye los tejidos epidérmicos cuando lo introduce y con las mandíbulas que llevan al extremo,

empiezan a cortar los tejidos interiores para alimentarse con ellos; de este modo, cuando el insecto abunda en estado adulto, pueden observarse agujeros más o menos circulares en las pencas, principalmente si son tiernas; dichos agujeros no se extienden mucho y además no son muy profundos, sino más bien superficiales, en éstos el tejido interior queda al descubierto y muy frecuentemente se observa un adulto en cada agujero.

El daño principal lo causan las larvas y consiste en que hacen galerías dentro de las pencas, comiéndose la parte carnosa. Pueden encontrarse muchas larvas en una sola penca destruyéndola completamente en poco tiempo.

Al exterior se conoce que existe esta plaga, porque en correspondencia con las galerías de las larvas, se forma una especie de goma que fluye de las heridas causadas en los tejidos por las fuertes mandíbulas del gusano. Este flujo de goma no es especial del Cactophagus, también la larva de otro picudo (Cilindrocopturus birradiatus, del que se hablará posteriormente, causan flujo de goma en las heridas que ocasionan a la planta.

### 2.6.1.1 Descripción morfológica

LARVA.- Es un gusano de color blanco, mide 2.5 cm. de longitud y 9 mm. en la parte más ancha del cuerpo; la cabeza tiene color rojo oscuro, casi negro en el aparato bucal, especialmente en las mandíbulas que son muy quitinizadas y aptas para destrozar los tejidos. La parte dorsal cuenta con una mancha alargada en disposición transversal y de color amarillo con apariencia de estar algo quitinizada. En este mismo segmento hay una manchita oval bien marcada a cada lado, que los llamados espiráculos protorácicos.

Estas larvas no tienen patas torácicas ni abdominales; en lugar de las primeras, precisamente en la posición que las patas debieran ocupar, existen 6 pares de tubérculos visibles a simple vista, tres pares a cada lado de la línea media ventral, es decir, hay dos tubérculos con setas visibles para cada pata torácica.

En la figura No. 1 podemos observar una larva completamente desarrollada. Las manchas negras que se observan hacia la mitad del cuerpo son los espiráculos o estigmas, existiendo uno a cada lado del primer segmento torácico. Después se encuentra uno de estos órganos a cada lado

del primero al séptimo segmento abdominal y un octavo par de espiráculos se observa en el octavo segmento, éste no puede verse lateralmente porque está en posición dorsal, pero se descubre con facilidad al examinar los últimos segmentos del abdomen, presentándose como dos manchitas ovaladas separadas aproximadamente por un milímetro de distancia.

Es muy característico en estas larvas, la dilatación del quinto y sexto segmentos abdominales, el séptimo es un poco más chico. El cuerpo de la larva está cubierto de muchos tubérculos sobre los cuales hay setas en número variable; además, tanto en el dorso como en el vientre y en las partes laterales de los segmentos, existen hileras de espinitas que en la figura se han representado con líneas de puntos. Los tubérculos más notables por su tamaño son los colocados abajo de los estigmas y los que ocupan el lugar de las patas torácicas.

El aparato bucal de la larva está bien desarrollado, sus mandíbulas son fuertes y con ellas destroza las pencas produciendo al exterior grumos de goma como los de la figura No. 2.

CRISALIDA.— La pupa o crisálida como las de otros insectos de la familia Curculionidae, son libres,

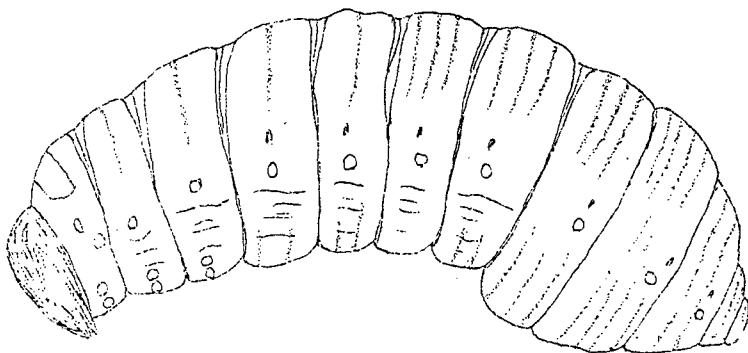


Figura No. 1 Larva del Picudo Barrenador del Nopal

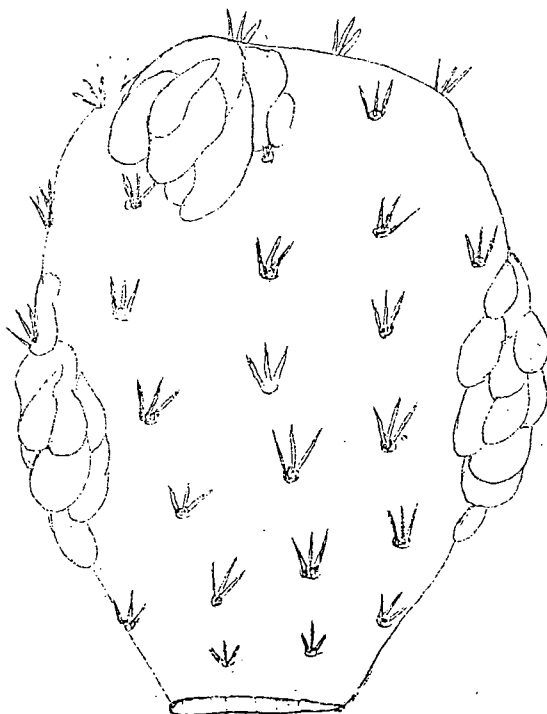


Figura No. 2 Pincá destrozada por las mandíbulas de la larva con grumos de goma en el exterior

es decir, cuando la larva termina su desarrollo, se transforma en un animal que tiene todas las características del adulto (fig. No. 3), sus órganos se pueden separar con un alfiler y la única diferencia consiste en que dichos órganos están plegados y provistos de muy poca quitina, lo cual les comunica una consistencia blanda y un color blanco o blanco amarillento, que a medida que se aproxima la transformación en adulto se vuelve cada vez más oscuro por la quitinización de los tejidos. Cuando el insecto se vuelve adulto no queda ningún vestigio de la pupa, como sucede en las pupas cubiertas.

La pupación tiene lugar en capullos hechos por la larva al terminar su desarrollo; para hacerlos utiliza fibras de las pencas de nopal, las cuales enreda de modo característico, dejando una celda interior dentro de la cual queda encerrada. Miden los capullos 3.5 a 4 cm. de largos por 1.5 a 2 cm. de ancho.

El tamaño de la crisálida es sensiblemente igual al tamaño del adulto. En la cabeza y parte del pico hay como característica especial tres pares de tubérculos más o menos marcados, y en cada uno, una seta bastante larga y visible.

Todos los órganos del insecto pueden verse en

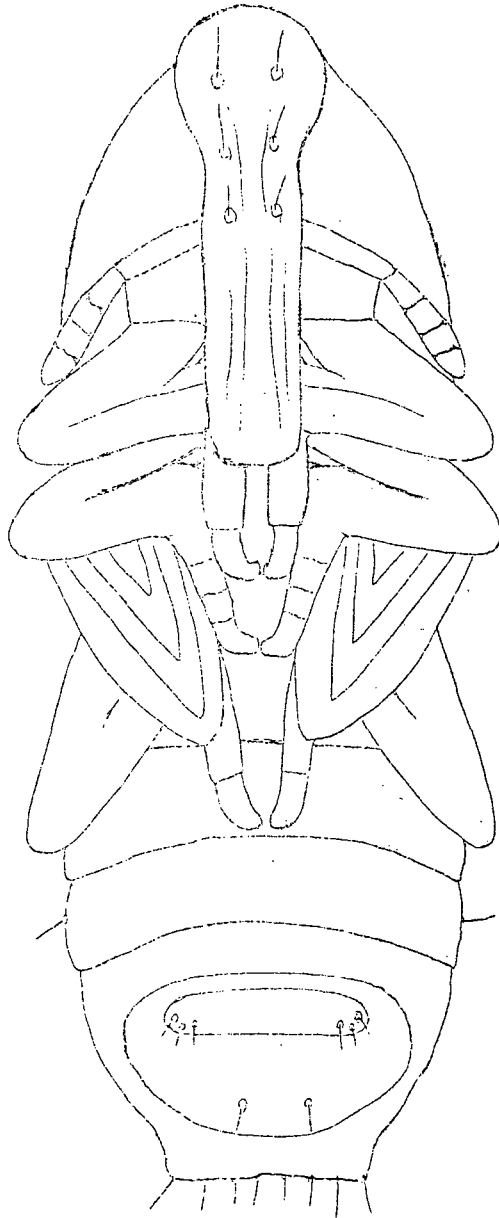


Figura No. 3 Crisálida del Picudo Barrenador del Nopal

el dibujo de la crisálida y en la parte posterior del abdomen, los últimos segmentos abdominales toman una posición característica; viéndolos por el dorso se proyectan en la forma que se observa en la figura. En esta misma región del cuerpo de la crisálida se encuentran varias setas, cuya disposición y número pueden verse a simple vista.

ADULTO.- El adulto es un insecto de los conocidos vulgarmente como "picudos" o "gorgojos"; es de color negro, pero tiene en la parte anterior del tórax dos manchas rojas o amarillo rojizas. En las hembras el pico está bastante desarrollado, el tórax tiene de largo 6.5 mm., en la unión a la cabeza es angosto y en su parte más ancha mide aproximadamente 6 mm. Los élitros tienen 1.1 cm. de largo por 8 mm. de ancho; están bien soldados y con dificultad se separan de su lugar, por lo que el insecto difícilmente podría hacer uso de ellos para el vuelo. Cada élitro cuenta con 9 estriás longitudinales y dos franjas amarillentas o rojo amarillentas transversales de regular anchura, que comunican al insecto un aspecto muy útil para su identificación. Las franjas de un élitro no se juntan con las del otro, pues las separa aproximadamente 1 mm. de distancia; de la unión del tórax y el abdomen a la primera franja hay 1 mm. poco más o menos, de



la primera a la segunda hay aproximadamente 4 mm. y de ésta al extremo de los élitros la distancia es de 3 mm. (fig. No. 4).

Los élitros se cubren totalmente el abdomen, por lo tanto, queda una parte expuesta a la que se le da el nombre de Pigidium; éste termina en punta y mide unos 2 o 2.5 mm. de largo.

Las patas no son muy robustas, sus fémures miden 6 mm. de largo, las tibias 5 mm. y en el extremo llevan una espina fuerte y dos pequeñas y delgadas. Con la primera se cogen muy fuerte de las partes por donde caminan, teniendo la facultad de levantar los tarsos de una manera especial. Estos últimos, que son un número de tres, tienen el último artejo largo y provisto de 2 uñas, en la base lleva una arolija bastante desarrollada.

Por la parte ventral y muy cerca de las coxas de las patas posteriores, hay dos manchas del mismo color y casi de la misma forma que las torácicas. Estas manchas dan la impresión de que la primera franja de los élitros se prolonga hasta el vientre, pero que se interrumpe en la parte pleural.

En el pico, la principal característica es una

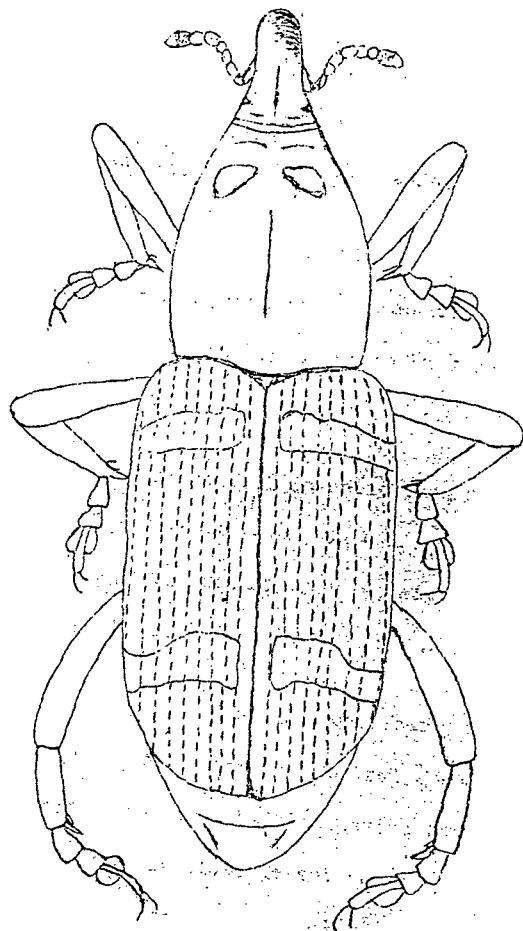


Figura No. 4 Picudo Barrenador del Nopal (Cactophagus spinolae)



## BIBLIOTECA CENTRAL

depresión longitudinal angosta pero bien marcada, que existe dorsalmente en la línea media a la altura de los ojos. Las antenas son acodadas, el primer segmento mide 3 mm. de longitud, los otros son pequeños y en número de 7, el último dilatado y con la mitad apical de color claro. La longitud total de la antena es de 6 mm..

El dimorfismo sexual en este insecto está acentuado, puesto que hay marcada diferencia en tamaño entre las hembras y los machos. Estos últimos, al contrario de lo que sucede en otros insectos, son más desarrollados que las hembras. Su pico es notablemente más grande y grueso, siendo aparentemente la parte del cuerpo donde el dimorfismo es más acentuado. El cuerpo es más robusto y las patas también más largas y fuertes.

BIOLOGIA Y HABITOS.- Por la escasa literatura que hay sobre este insecto, no podemos dar datos precisos acerca de su biología y hábitos; en tal circunstancia nos concretamos a describir algunas observaciones personales hechas al respecto, aclarando desde luego, que precisa hacer investigaciones que aclaren definitivamente estos puntos tan interesantes para la aplicación de los procedimientos de control que deben emplearse contra esta plaga.

Los adultos inmediatamente después de la emergencia, comienzan a comer los tejidos de la planta, causando los daños que se describieron anteriormente. A los pocos días empieza la aproximación de los sexos, pudiendo un solo macho copular con varias hembras o efectuar la cópula por varias veces con la misma hembra.

Las hembras una vez fecundadas y al cabo de cierto número de días comienzan a ovipositar sobre las pencas del nopal, haciendo un agujero con el pico y depositando después un huevecillo. Posiblemente a veces ponen dos huevecillos en cada agujero, porque en ocasiones hemos encontrado dos larvas en una misma galería, aunque no es remoto que este hecho se deba a que las galerías de las dos larvas se junten cuando ambas hacen sus túneles en la misma dirección, o que una dirección cualquiera, obliga a que confluyan dichas galerías.

Después del período de incubación, nacen del huevo pequeños gusanos que comienzan a comer la parte carnosa de las pencas, haciendo galerías en distintas direcciones. Estas galerías penetran profundamente, o bien, son superficiales. Cuando una larva termina su desarrollo, fabrica un capullo con fibras de las mismas pencas y en él se transforma en crisálida.

Estos capullos son hechos muy cerca de la superficie y con la parte por donde deba salir el adulto, casi en contacto con los tejidos epidérmicos para facilitar la salida del imago; no obstante, a veces la crisálida se forma en tejidos profundos y después el adulto tiene que salir al exterior por agujeros que hace en el tallo.

Dentro de los tallos agujerados el adulto pasa la noche y las horas más frías de la mañana y la tarde, pues sólo es activo en las horas calientes del día y cuando el sol comienza a calentar, salen por los agujeros y comienzan a alimentarse de la planta, pudiendo observárseles con suma facilidad pues son de tamaño bastante grandes y se distinguen a varios metros de distancia.

El tiempo en que abundan los adultos es en el mes de agosto y septiembre, aunque desde el mes de mayo pueden presentarse; ésta es la razón por la cual en otoño pueden encontrarse larvas de tamaño diferente.

MÉTODOS DE CONTROL.- Siendo esta plaga de mucha importancia es necesario llevar a cabo su combate, de lo contrario se está expuesto a la pérdida de un gran porcentaje de frutos y en las plantas muy atacadas la pérdida puede ser total por muerte de las mismas.

Este insecto y el Lanifera cyclades que describiremos posteriormente, son los dos principales enemigos del nopal en el Distrito Federal y en el Edo. de México; no obstante, en algunas regiones el Cylindrocopturus es también muy importante.

Los procedimientos de control a que puede recurrirse son puramente empíricos, en virtud de que los hábitos del insecto no permiten la aplicación de algún procedimiento racional y en caso de que alguno fuera factible sólo sería aplicable a los adultos.

Hecha la aclaración anterior, pasaremos revista de los métodos empíricos que podemos emplear en la lucha contra estos parásitos.

El primero de estos métodos, consiste en destruir las pencas atacadas que se distinguen fácilmente por la goma que presenta en la superficie, la cual fluye de las galerías hechas por las larvas. En algunos casos habrá necesidad de erradicar las plantas muy afectadas, porque de otro modo pueden quedar larvas, pupas o adultos en los troncos. Los nopales plagados se darán como forraje al ganado (cuando la especie o variedad lo permita), crudo o mejor chamuscado con objeto de estar más seguros de la destrucción del insecto. En caso de que no se pueda usar como forraje,

de cualquier modo se procederá al chamusco, o bien, al destrozado de las pencas, buscando y matando las larvas y adultos del insecto.

Como los adultos se reconocen con facilidad pueden recogerse a mano, durante los meses del año en que se presentan, aprovechando las horas del día en que son activos y se encuentran sobre las pencas.

El control biológico que podría ser el más adecuado en un caso como el presente, no se efectuará en tanto se descubra algún predator o parásito, pero hasta ahora sólo hemos encontrado un caso de parasitismo y el insecto parásito no nos parece que pudiera utilizarse para el control biológico de la plaga.

El parásito encontrado es un insecto de la familia conocida probablemente del género Athagenus; constituye una plaga de los museos, en donde destroza las colecciones de insectos disecados. Este hecho nos obliga a pensar en que un adulto que encontramos destruido por este parásito, dentro de su capullo, muy bien pudo haber muerto por otras causas y el Athagenus lo parasitó una vez muerto. Esta es sólo una hipótesis. También existe la posibilidad de que el parasitismo haya comenzado desde la crisálida y continuando hasta que el Cactophagus se transformó en adulto, pero éste, ya debilitado

por los parásitos, no pudo abandonar su capullo.

### 2.6.2 Picudo Cruzado del Nopal

Con este nombre vulgar llamó el Dr. Dampí a un insecto de la familia Curculionidae, especie Cylindrocopu rus birradiatus, que encontró atacando al nopal en la población de Xolox, del Edo. de México.

DAÑOS.- Los daños que causa este insecto son bastante importantes, porque en cada penca plagada pueden encontrarse hasta 30 o 40 puntos donde el insecto ataca a la planta. No forma galerías como en el caso de la plaga anterior sino que solamente se acomoda bajo la parte donde están colocadas las espinas, causando que de las heridas que hace, fluya una sustancia mucosa que parece ser la que constituye su alimento. Esto y la gran cantidad de goma que fluye de las lesiones, interrumpen el funcionamiento normal de la planta haciendo que la producción de frutos disminuya considerablemente o que los cosechados sean anormales a consecuencia del debilitamiento que el nopal sufre por el parasitismo.



### 2.6.2.1 Descripción morfológica

LARVA.- Tiene la forma característica de las larvas de la familia Curulioninidae, es decir, no cuenta con patas torácicas ni abdominales, es curvada y con algunas setas distribuidas en la superficie del cuerpo (fig. No. 5). Mide aproximadamente 4 mm. de longitud. El cuerpo es de color blanco sucio o amarillento y la cabeza amarilla; en ésta se distinguen los ocelos que son de color negro. El aparato bucal cuenta con mandíbulas quitinizadas y fuertes para destruir los tejidos de la planta. La disposición de las piezas bucales así como las regiones de la cabeza se observan en la figura No. 6 (Fr). Es un esclerito de forma triangular que constituye lo que se conoce con el nombre de frente. El esclerito mencionado está limitado de las demás partes de la cabeza por la sutura (sf) que se prolonga hasta el ocelo (O). El clipeo, pieza marcada con la letra (Cl) tiene consistencia membranosa y lleva tres setas a cada lado. Después se encuentra el labrum (L) que tiene forma romboidal. Las mandíbulas (Md) como se dijo anteriormente, están bastante quitinizadas, a lo que se debe su color más oscuro comparado con las demás piezas de la cabeza. En las maxilas (Mx) se observa el estipes, los palpos maxilares y

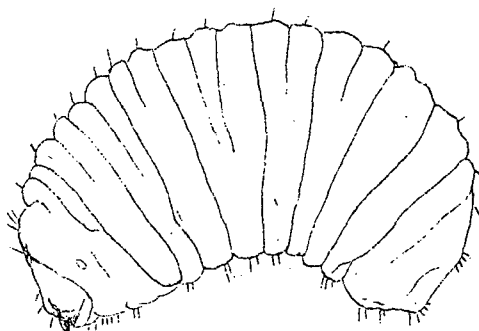


Figura No. 5 Larva del Picudo Cruzado del Nopal

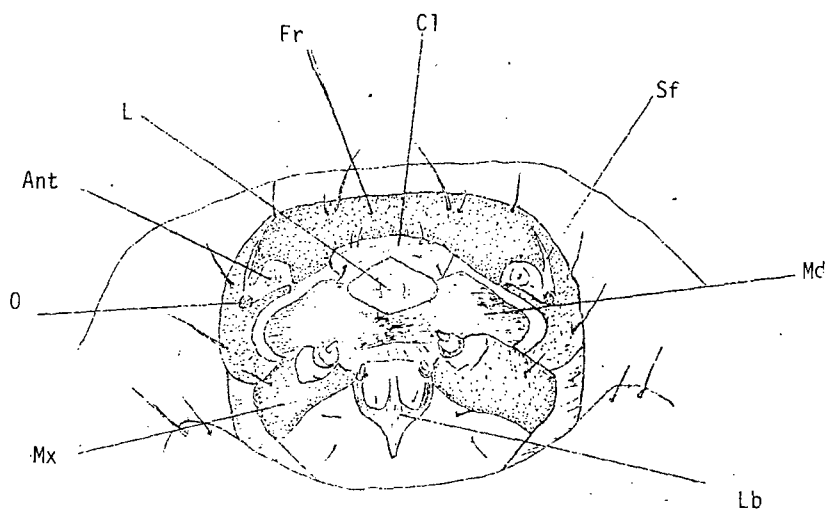


Figura No. 6 Regiones de la cabeza y piezas bucales de la larva del Picudo Cruzado del Nopal

son menos visibles la lacinia y la galea, debido a la posición en que se dibujó la cabeza. Tenemos después el labium (Lb), que afecta una forma característica. Y, finalmente, las antenas (ant) que están representadas por pequeños anillos proyectados en la figura como círculos pequeños y con céntricos colocados en la parte membranosa que separa a la frente de los ocelos.

ADULTO.- Es un pequeño picudo de tórax amarillento con una mancha oscura en el centro (fig. No. 7 ), los la dos son blanquecinos, lo mismo que la parte ventral del cuerpo. Este color se debe a pequeñas escamas ovals o redondas que existen en casi toda la superficie del cuerpo; en los élitros el color es oscuro, pero hay una franja angosta a lo largo de la unión de éstos, que se ramifica transversalmente dos veces en su recorrido; el conjunto forma una figura que se aproxima a una pluma y más propiamente a una flecha.

BIOLOGIA Y HABITOS.- Nada se ha escrito acerca de este asunto y no se tienen más datos al respecto que las notas dadas por el Dr. Dampí en una monografía que hizo del insecto, la cual nos sirvió de base para la descripción de esta plaga. Según este entomólogo, las hembras depositan sus huevecillos en la base de las espinas y hace notar que invariablemente la oviposi-

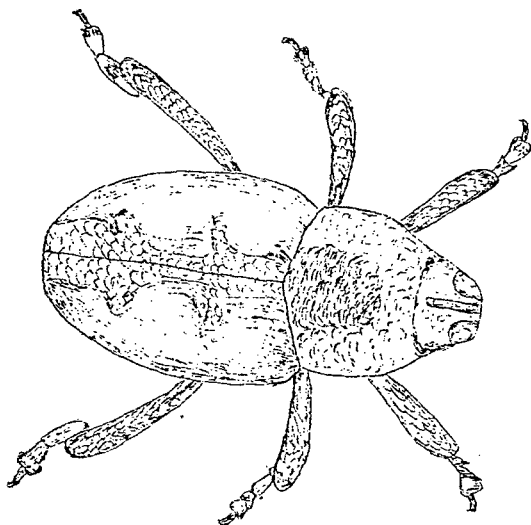


Figura No. 7 Adulto del Picudo Cruzado del Nopal

ción se verifica en ese lugar.

Cuando nacen las larvas empiezan su trabajo de destrucción y entonces las espinas cambian de su color normal al ocre amarillento y se forma una mancha que aumenta de tamaño hasta alcanzar de 10 a 12 mm. Estas manchas tienen zonas concéntricas oscuras y claras, además son abultadas y duras, presentando en la superficie grietas, por las cuales se escapa una goma de color blanco. Los escurrimientos de goma son característicos pues al secarse forman como especie de listones que adornan a la planta (Fig. No. 8).

Dentro de las celdas que hacen las larvas se efectúa la transformación en pupa y posteriormente ésta se transforma en adulto, pero los adultos duran mucho tiempo dentro de la celda, debido a que las paredes que la forman son de goma endurecida y el insecto tiene que aprovechar el momento oportuno para agujerarlas y salir. Este momento es precisamente el tiempo húmedo, porque entonces como la goma es parcialmente soluble al agua, hay un reblandecimiento de las paredes de la celda y de este modo ya pueden ser atacadas por el insecto, mediante el uso de sus mandíbulas o también puede suceder que los movimientos del imago desgarran las paredes de la celda.

CONTROL.- Ningún procedimiento de control racional

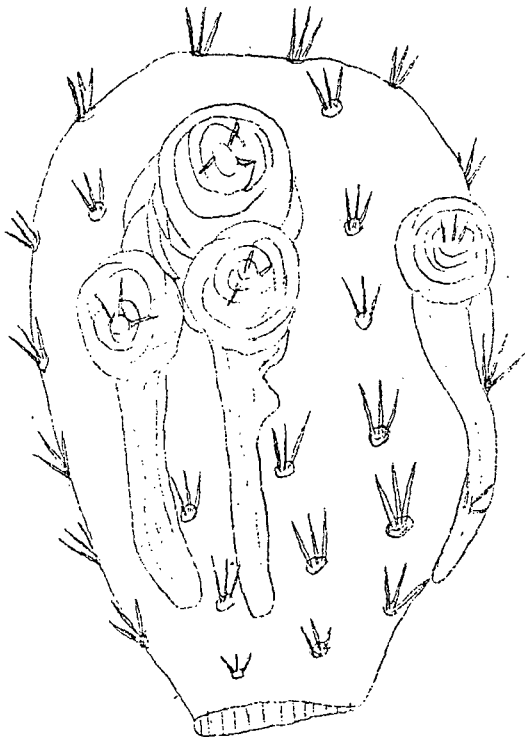


Figura No. 8 Esgurrimiento de la goma del nopal, en forma de listones, por la destrucción que provoca la larva del Picudo Cruzado del Nopal

podrá aplicarse con éxito, mientras la biología del parásito se aclara con precisión. Sin embargo, queda el recurso de métodos empíricos aplicables, que consistirán en la destrucción de las pencas y plantas atacadas.

El Dr. Dampí encontró una avispa parásita de este picudo que se podría utilizar en el control biológico del mismo. Hay que tener muy en cuenta a este parásito, para que en caso dado, cuando la plaga se desarrolle en forma alarmante, utilizarla como un medio de control contra el picudo, pues no debemos olvidar los éxitos que se han obtenido en el combate de ciertas plagas, recurriendo a la ayuda de sus parásitos y predadores.

### 2.6.3 Cerambicido del Nopal

Tenemos en México una plaga del nopal que se constituye en barrenador de dicha planta y causa daños importantes en algunas localidades.

Este insecto recibe el nombre de Maneilema variolare pertenece a la familia Cerambycidae, del orden Coleoptera.

Tratándose de un barrenador los procedimientos de control deberán ser semejantes a los que anotamos

en el caso del *Cactophagus*, aunque habrá naturalmente algunas modificaciones de acuerdo con la biología de ambos insectos; de estas modificaciones no podemos hablar, en vista de que desconocemos completamente la biología del Maneilema.

#### 2.6.4 Cochinilla del Nopal

La cochinilla del nopal es un insecto del orden homóptera, especie Coccus cacti. Ataca al nopal congregándose en gran número sobre las pencas, a las que comunica un aspecto algodonoso. Antiguamente constituía una importante industria, ya que se utilizaba en la fabricación de cosméticos; posteriormente las anilinas alemanas postergaron esa industria, haciendo disminuir la importancia industrial del insecto aumentando su importancia como plaga.

DAÑOS.- Los daños que causa consisten en que los jugos de la planta con su aparato bucal que es del tipo chupador. Cuando se presenta en gran número causa muchas pérdidas de jugo ocasionando un debilitamiento muy marcado en la planta, que tiene por resultado la disminución de la cosecha y la producción de frutos



de mala calidad; sin embargo, cuando el número de insectos no es muy grande los daños que causa son muy poco sensibles y en estos casos se obtienen buenas cosechas de tuna.

#### 2.6.4.1 Descripción morfológica

Se dijo al principio que las pencas infestadas presentan un aspecto algodonoso; ésto se debe a que el insecto secreta una substancia cerosa blanca que cubre su cuerpo como si estuviera cubierto de algodón. Quitando la parte cerosa queda el cuerpo descubierto, es de color rojo-oscuro y cuando se aprieta se rompe y deja escapar un líquido de color rojo carmín. Mide 2 a 2.5 mm. de largo por 2 mm. de ancho. La segmentación del cuerpo se ve relativamente bien a simple vista (fig. No. 9).

BIOLOGIA Y HABITOS.- Poco podemos decir a este respecto, debido a que no se cuenta con literatura y las observaciones que hemos podido hacer no permiten establecer hechos definitivos sobre este punto. Parece que el insecto abunda durante todo el año, sucediéndose varias generaciones; no obstante, en algunos meses parece que disminuye la importancia de la plaga, tal

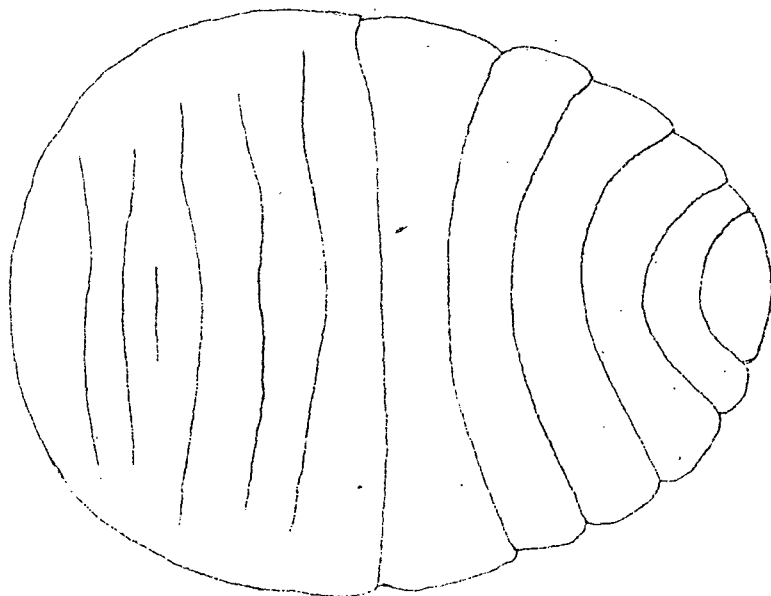


Figura No. 9 Cochinilla del Nopal (larva)

vez a consecuencia de algunos parásitos y predadores.

CONTROL.- En caso de ser necesaria la aplicación de procedimientos de control a base de substancias químicas, pueden utilizarse emulsiones de petróleo o aceites mezclables a bastante presión, para de este modo (alta presión), eliminar la influencia de la cerosidad que cubre el cuerpo del insecto, la cual lo hace muy resistente a los insecticidas.

La cochinilla cuenta con algunos parásitos y predadores que la controlan más o menos bien; entre éstos citaremos como de mayor importancia un insecto de la familia Coccinelidae llamado específicamente Chilocurus cacti, muy parecido al Chilocurus bivulnerus - que es predator sobre distintas especies de insectos, especialmente coccidos.

Las dos especies de predadores son muy frecuentes en todo el país, existiendo en abundancia en el Distrito Federal.

Como es necesario conocer estos predadores para no confundirlos con las verdaderas plagas, cosa que sucede con mucha frecuencia, se hace la descripción, anotando sus caracteres morfológicos externos; así el fruticultor podrá identificarlos fácilmente y proteger

los hasta donde le sea posible.

Los adultos se caracterizan por su forma hemisférica (fig. No. 10). Tienen dos manchas circulares de color rojo en los élitros; el abdomen es rojo o amarillo, miden de 4 a 4.5 mm. de largo por 3 mm. de ancho. Las larvas son negras y con su cuerpo cubierto de espinas también de color negro, excepto en una franja transversal de color amarillo. Cuando están completamente desarrollados miden de 5 a 7 mm. de largo. La pupa ocurre en la última piel de la larva; dicha piel se abre por el dorso dejando al descubierto parte de la pupa.

Algunas veces cuando las larvas terminan su desarrollo se juntan y crisalidan en grupos, pero ésto no es una regla, porque la pupación puede ocurrir en cualquier parte de la planta que alberga al huésped.

Una vez que el predator se transforma en adulto, comienza a comer los insectos que constituyen su alimento y poco después empieza la cópula y la oviposición. Los huevos son anaranjados, cilíndricos y de 1.2 mm. de largo.

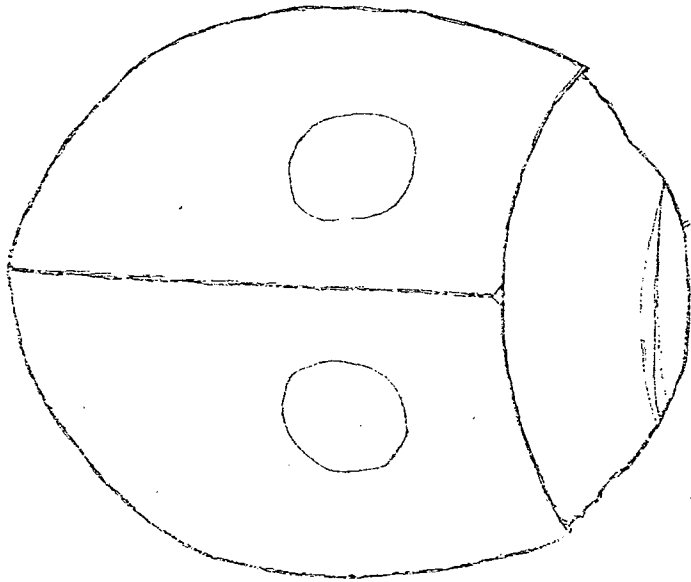


Figura No. 10 Adulto de la Cochinilla del Nopal

### 2.6.5 Escama del Nopal

En el nopal se encuentra un insecto escamoso de la familia Diaspididae, probablemente del género Chionaspis, que se reproduce en gran número y por tal motivo causa serios trastornos a la planta. No solamente ataca al nopal, también otras cactáceas sufren su ataque. La planta conocida con el nombre vulgar de Organo, parece ser el huésped favorito de esta escama.

DAÑOS.- Siendo un insecto de aparato bucal chupador, el daño que causa a la planta consiste en que chupa sus jugos ocasionando -como en el caso de la Cochinilla- una pérdida considerable de savia. Naturalmente las plantas muy atacadas producen pocos y raquíticos frutos.

#### 2.6.5.1 Descripción morfológica

Es de cuerpo alargado, mide unos 2 o 3 mm. de longitud; la parte anterior tiene color café en una distancia como de 1 mm. y después sigue una especie de membrana blanca que cubre la escama en la parte posterior (fig. No. 11), vista de perfil la escama se ve algo abultada (fig. No. 12).

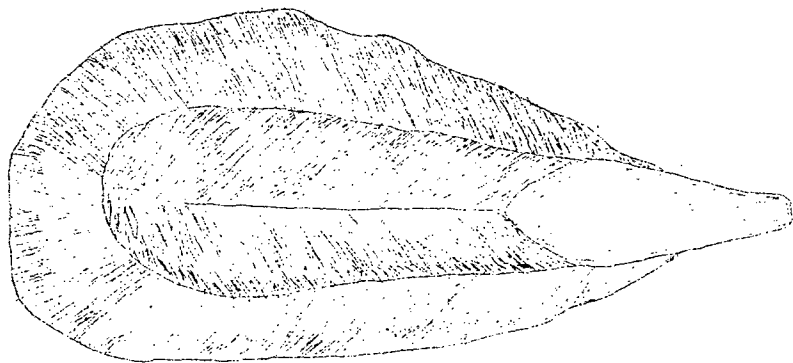


Figura No. 11 Membrana que cubre la parte posterior de la Escama del Nopal

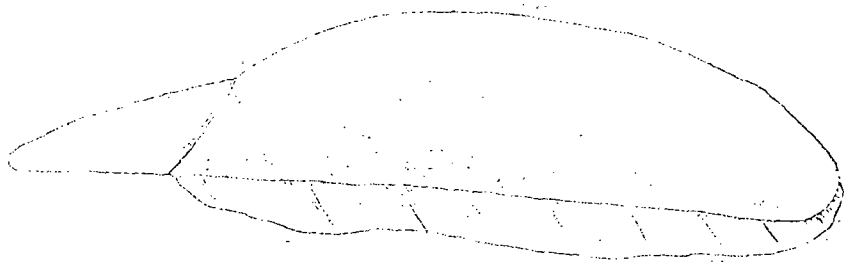


Figura No. 12 Perfil de la Escama del Nopal

**BIBLIOTECA CENTRAL**

Levantando la escama se observa el cuerpo del insecto dentro de unas membranas (fig. No.13). Propiamente el cuerpo no tiene arriba de 1.5 mm. de largo, su parte anterior es oscura, sobre todo en la región torácica, el abdomen es amarillento, acentuándose más este color en el extremo. El tórax y el abdomen están bien definidos, porque en la unión de estas dos partes del cuerpo se encuentra una especie de cintura que le da una forma característica.

BIOLOGIA Y HABITOS.- Parece que la época más propicia al desarrollo de esta plaga son los meses de agosto y septiembre. A pesar de ello, abunda en cualquier mes del año. Acostumbra agruparse en gran número sobre las pencas a las que chupa su jugo, según hemos dicho anteriormente.

CONTROL.- Siendo un insecto escamoso, se dificulta el control, en virtud de que la escama lo protege de los insecticidas; sin embargo, pueden utilizarse emulsiones de petróleo o aceites mezclables, aplicándolas en tiempo oportuno, es decir, cuando el insecto es joven y pueda fácilmente morir por la acción de los insecticidas anotados.

Teniendo en cuenta que la plaga se concentra en determinadas pencas de la planta, podrían rasparse



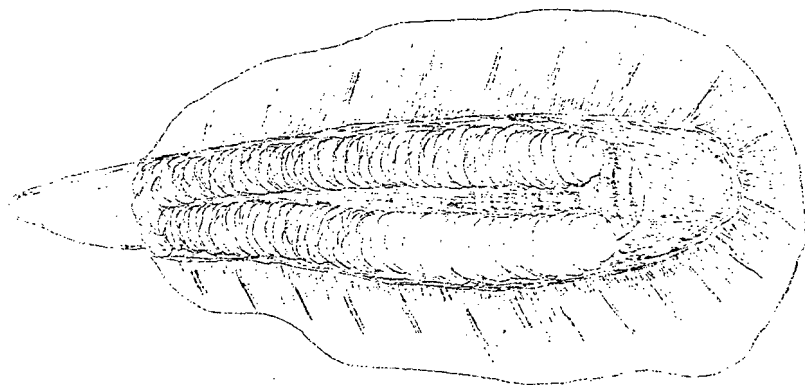


Figura No. 13 Cuerpo de la Escama del Nopal dentro de unas membranas

éstas para tirar el insecto mecánicamente, con la seguridad de matarlo en esta forma, aprovechando la circunstancia de que no teniendo patas no puede subir de nuevo a la planta para seguir alimentándose.

#### 2.6.6 Barrenador del Nopal

Esta plaga es tan importante o más que el Picudo Barrenador del Nopal; las larvas son las que causan todo el daño. La posición sistemática de este insecto es la siguiente: Lepidoptera, familia Pyralidae y especie Lanifera cyclades Druce.

DISTRIBUCION.- La distribución del Lanifera cyclades es a lo largo de la línea del ferrocarril México-Laredo, principalmente en los Estados que atraviesan de México a San Luis Potosí.

Por referencia sabemos que se encuentra en casi todo el Estado de Hidalgo, en donde los indígenas acostumbran extraer los gusanos abriendo las pencas del nopal para comérselos fritos, de igual modo que los de maguey y se dice que son más sabrosos que éstos últimos.

DAÑOS.- Son de suma importancia, pudiendo llegar

a destruir completamente la planta, ya que los gusanos tan pronto como nacen comienzan a alimentarse en las pencas. Penetran a ellas y hacen galerías amplias en la parte carnosas. En las lesiones vienen infestaciones secundarias que terminan con la pudrición completa de las pencas; otras veces se debilitan tanto algunos brazos de la planta que con facilidad se desgajan. Todo el aspecto de la planta es anormal, notándose desde luego un fuerte decaimiento orgánico y muy mala producción de tuna.

#### 2.6.6.1 Morfología del Insecto

HUEVECILLOS.- Son de forma oval o casi circular y aplastados. El tamaño varía, pero generalmente miden unos 2 mm. de diámetro mayor y 1.5 mm. de diámetro transversal. La hembra los pone en grupos que cuando afectan una forma regular, quedan dispuestos a manera de un tejado; los une con una sustancia que secreta en el momento de la oviposición, la cual sirve para protegerlos de los agentes externos; su color es verde-gris, notándoseles más o menos la posición del embrión que poco a poco se hace más evidente, a medida que el huevecillo va perdiendo su color, hasta el momento

en que la eclosión ocurre. El número de huevecillos es variable en cada grupo, pero generalmente la variación oscila entre 30 y 50.

LARVA.- Es del tipo eruciforme, es decir pertenece al grupo de larvas que han degenerado a causa del parasitismo. Al nacer miden unos 3 mm. de largo y en su completo desarrollo alcanzan de 4.5 a 5.5 cm. de longitud por 5 a 6 mm. de ancho en su parte media; son de color blanco ligeramente rosado. La figura No. 14 nos representa un gusano completamente desarrollado en la que podemos observar la distribución de las setas del cuerpo; sus patas torácicas en número de seis, cuatro pares de patas abdominales y un par anal, que caracterizan las larvas de ciertas familias de Lepidópteros. Estas características nos permiten diferenciar al insecto de los que describimos anteriormente y que también atacan a la misma planta.

Las patas abdominales y anales cuentan con tres hileras de ganchos que en conjunto forman una especie de herradura y les sirven para adherirse a los objetos sobre los que caminan. Cuando están dispuestos en tres hileras reciben el nombre de triordinales, en este caso las hileras no están bien definidas, habiendo en la tercera sólo unos cuantos ganchos. Estos órganos



Figura No. 14 Gusano del Barrenador del Nopal

es un importante factor para la clasificación en la familia y de especies. Aproximadamente en la parte media del cuerpo se encuentran los órganos de respiración representados por manchas circulares u ovales; estos órganos son los estigmas o espiráculos, su número es de uno en el protórax y uno en cada segmento abdominal del primero al octavo; del otro lado del cuerpo de la larva existen espiráculos en la misma posición y número.

La cápsula cefálica de una larva completamente desarrollada se muestra en la figura No. 15, viéndose en ella el número y disposición de las setas que se encuentran en cada una de las regiones que la forman, las cuales están determinadas por las distintas suturas. Por transparencia se observan las mandíbulas que son de la forma aproximada de un pentágono (véase fig. No. 16.

Presentan cinco dientes, son muy quitinizados y fuertes, el extremo de ellos es de color oscuro o negro denunciando su fuerte quitinización. De los dientes el de enmedio es el más grande y termina en punta. Los otros dos, colocados a la derecha, son pequeños y redondeados.

El labrum (fig. No.17), tiene forma rectangular con-

## BARRENADOR DEL NOPAL

Fig. No. 15 Cápsula cefálica

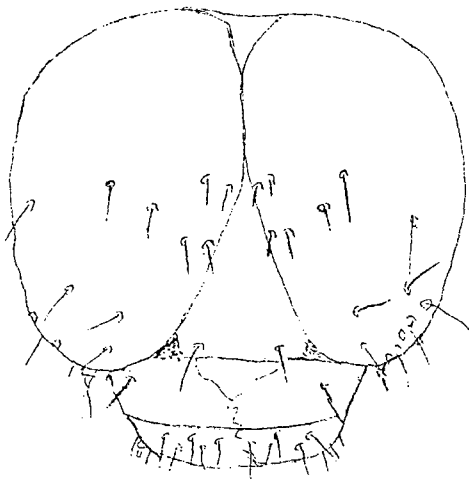
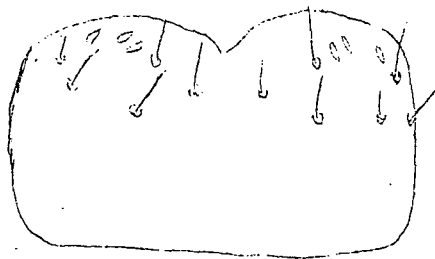


Fig. No. 16 Mandíbulas

Fig. No. 17 Labrum



una entrante en la parte media inferior que le comunica una apariencia aproximada de "B" mayúscula acostada, abatida hacia la derecha. Cuenta con seis setas a cada lado de su escotadura dispuestas en grupos de tres y en cada grupo forma aproximadamente un triángulo isóceles. Además hay seis sensorias, colocadas tres a cada lado de la escotadura de esta pieza bucal. La figura No. 18 es una de las maxilas y en ella podemos apreciar su estructura y forma característica.

Finalmente la figura No. 19, es una parte de la cabeza en donde se encuentra colocada una antena de forma cónica, característica de las larvas de los lepidópteros. Podemos observar además, los ocelos en número de cinco y el número y disposición de las setas ocelares.

PUPA.- Mide alrededor de 2 cm. de largo y 5 a 6 mm. de ancho; su color es rojo oscuro y está envuelta en un capullo de seda blanca de consistencia ligeramente pergaminosa. En la figura No. 20 representamos una pupa con todas las partes que se pueden observar al microscopio.

ADULTO.- El adulto (fig. No. 21) es una mariposita que tiene las alas superiores de color amarillo; a los 5 mm. del ángulo humeral hay una raya negra y



## BARRENADOR DEL NOPAL

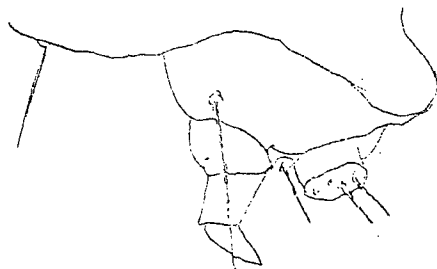


Figura No. 18 Maxilas

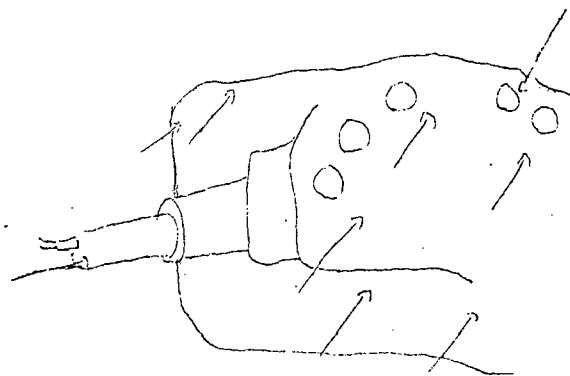
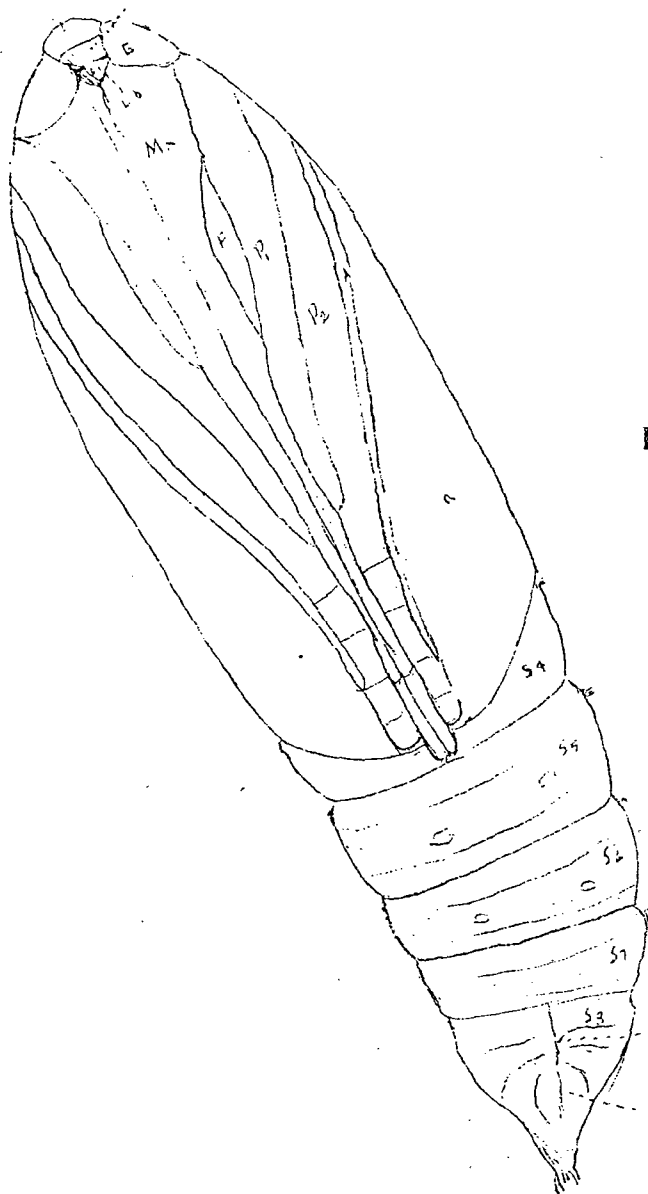


Figura No. 19 Parte de la cabeza



CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

Figura No. 20 Pupa del Barrenador del Nopal

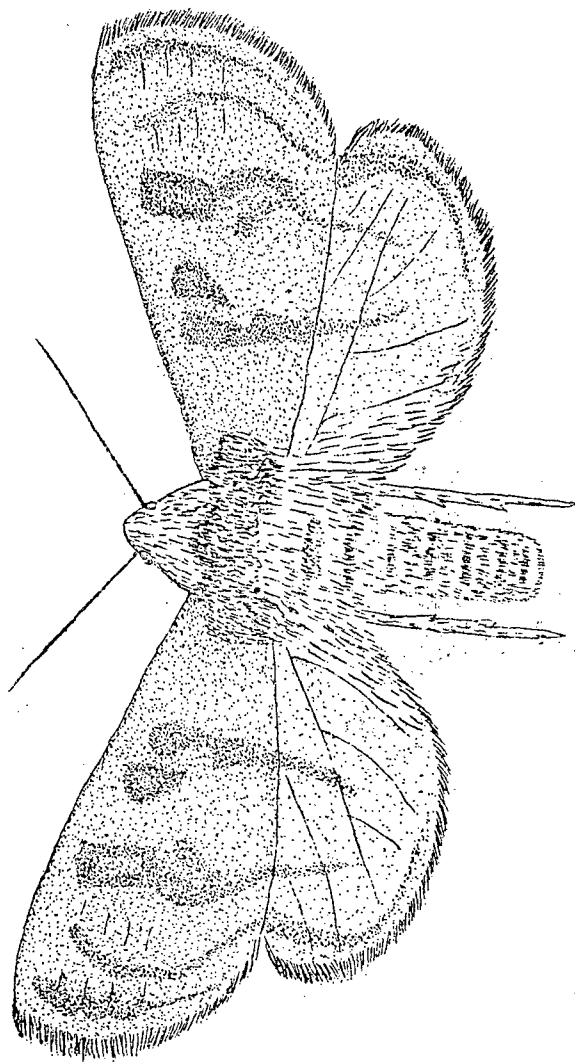


Figura No. 21 Adulto del Barrenador del Nopal

ancha que atraviesa el ala; próxima a ésta y a 1 mm. del borde costal hay una mancha circular negra, con el centro claro en la mayoría de los casos, pero en otras ocasiones está completamente llena y hay casos en que no está bien delineada. A la misma distancia del borde costal y a poco más de 1 mm. de la mancha anterior, hay otra mancha negra cuya forma se acerca a la de un rectángulo con una línea longitudinal blanca en el centro. Una línea gruesa más o menos esfumada, principia en el borde costal a una distancia de 3 mm. de la última mancha y sigue irregularmente el margen apical del ala. En el margen o borde costal como lo hemos llamado anteriormente, la distancia entre la primera y la línea que recorre el margen apical es de 1 cm. y en el margen anal es de 3 a 4 mm. Las alas inferiores son de color blanco con su ángulo apical café, lo mismo que el margen apical; presentan además, rayas extremas en el ala superior. En el borde apical de las alas superiores hay un fleco de pelos cortos amarillentos, en las alas inferiores ese fleco es de pelos blancos. La distancia de punta a punta de las alas es de 4.5 cm.

El cuerpo es de 2 cm. de largo, tórax con una anchura de 6 mm., parte dorsal del cuerpo oscura y la ventral blanca; antenas filiformes, de más de

1 cm. de longitud; fémur de color amarillo, principalmente en el primer par de patas; tibias, sobre todo las primeras de color obscuro en la parte externa, en el interior, los tarsos y el tercer par de patas son de color blanco.

BIOLOGIA Y COSTUMBRES.- Los huevos son puestas sobre las pencas, tienen un período de incubación que varía de 10 a 20 días, pero según las observaciones en otros casos la eclosión tuvo lugar antes. Los gusanos recién nacidos comienzan a comer en la parte exterior formando una especie de telaraña, en la que se pueden observar multitud de partículas de color amarillo que no son sino los excrementos. En pocos días alcanza la parte carnosa de la penca y se alimentan de ella, siendo su alimento predilecto. El ataque principia en las partes más tiernas y se continúa hacia las más viejas, dejando huecas las pencas.

Estos parásitos no forman una galería para cada uno de ellos, sino que todos comen en la misma dirección. Por otra parte, las galerías se encuentran limpias de excrementos, porque a través de agujeros que hacen con sus mandíbulas, sacan su extremidad anal y arrojan hacia afuera el excremento que forma montones de tamaño regular en el suelo, abajo de las partes atacadas.

Un solo agujero sirve para que muchos gusanos arrojen sus excrementos. La suciedad es verde o blanca, color que depende de lo tierno de las partes comidas, tiene 1 mm. de diámetro en los gusanos grandes.

Hay muchos casos de barrenadores que hacen sus galerías depositando en ellas mismas sus excrementos y dejando la piel de sus mudas. De este modo, por revisión de la galería se encuentran el número de mudas y consecuentemente, el número de estados larvarios. En el caso que tratamos no sucede lo anterior, por lo tanto no se puede determinar el número de estados larvarios.

Cuando la larva ha llegado a su completa madurez empieza a tejer un capullo de seda blanco, tarda un día más o menos en hacerlo y dentro de él se transforma en crisálida. Estos capullos son hechos dentro de las mismas pencas atacadas en lugares donde las lesiones hayan cicatrizado y los tejidos se encuentran secos.

Lo más frecuente es encontrar grupos de capullos unidos unos con otros, pero también puede haber capullos aislados. La época en que se verifica la transformación en crisálida comprende la última parte de mayo, junio, julio, agosto y septiembre, según las condiciones del clima. Puede suceder, sobre todo en condiciones

de laboratorio, que las larvas no formen capullo para crisalidar, quedando la pupa al descubierto.

Hay un tiempo de reposo después de que el insecto nace, durante el cual tiene lugar el endurecimiento de las alas para poder volar; permanece dentro de las galerías todo el primer día y sale por la noche. Poco después de la emergencia el adulto arroja una substancia gris conocida con el nombre de "meconium", que es el producto de las funciones que se verifican durante el proceso de transformación.

El adulto es de hábitos nocturnos y además es atraído por la luz, encontrándose frecuentemente en los focos más cercanos a los nopales atacados.

La época de la cópula tiene lugar pocos días después de la emergencia, encontrándose adultos copulando sobre las pencas y a cualquier hora del día. Dos o más días, después de la cópula, se verifica la oviposición. Lo anterior ocurre en un período comprendido entre los últimos días de julio y los primeros de octubre.

#### **2.6.6.2 Procedimientos de control**

De acuerdo con la biología del insecto, se pueden

seguir los siguientes procedimientos de control.

CONTROL ARTIFICIAL.- Para llevarlo a cabo se debe proceder de la siguiente manera:

- 1.- Como las mariposas se encuentran sobre los nopales durante el día y no vuelan sino hasta que se les molesta, pueden destruirse por aplastamiento o por cualquier otro medio.
- 2.- Conociendo las hueveras se pueden distinguir con facilidad al destacarse sobre el fondo verde de las pencas del nopal, pudiendo destruirlas por aplastamiento.
- 3.- Los indígenas del Edo. de México o Hidalgo, utilizan los gusanos para su alimento de un modo semejante a los del maguey, por lo que pueden constituir una industria vendiéndose en los mercados, igual que los de la planta mencionada. El proceso de extracción de los gusanos constituye por sí solo, un procedimiento de control.
- 4.- Como los adultos son atraídos por la luz, se pueden emplear lámparas-trampas para su captura siempre que por el uso de estos aparatos no se destruya un mayor número de insectos benéficos.

CONTROL BIOLÓGICO.- Respecto al control biológico,



hemos observado que las hueveras con frecuencia son destruidas sin haber podido encontrar el animal (posiblemente insecto) que se las come.

## 2.7 Importancia Económica

Es muy importante la utilidad que de estas plantas recibimos. El mundo entero tiene ya noticia de ellas; son apreciadas ya sea por su beneficio industrial, por el número considerable de enfermedades que alivian, por su alimento, etc. En México las amas de casa preparan exquisitos platillos, sobre todo del nopal; en Europa son admirados por sus hermosas presentaciones, los consideran plantas exóticas y las compran al precio que sea.

## 2.8 Usos e Industrialización

Para la industrialización se pueden dividir los nopales en 2 rubros: nopales silvestres y nopales cultivados. Entre los nopales silvestres, el más importante tanto por su abundancia como por su utilidad, es el nopal cardón O. streptacantha, cuya tuna, en la

porción sureste del Estado de Zacatecas y noreste de San Luis Potosí, es motivo de activo comercio, tanto para comerse como fruta fresca, como para elaboración de queso de tuna, melcocha, colonche y como frutos secos llamados tunas pasas.

Piña (1970) realizó un estudio sobre las posibilidades de industrialización en 14 lugares de Zacatecas, cuyo centro geográfico corresponde al municipio de Ojo Caliente, que arrojó las siguientes estimaciones: en un área aproximada de 100,000 ha. en que crece nopal con densidades promedio de 1,000 plantas/ha. cada nopal produce anualmente unos 10 kg. de tuna, o sea, 10 ton/ha. que corresponden a un millón de toneladas de tuna al año.

De los datos anteriores se puede observar el potencial de una región productora de tuna para la industrialización de esta planta. Describiremos en forma separada las posibilidades de industrialización de los cladodios, fruto y semillas.

## 2.8.1 Cladodios o Pencas

### 2.8.1.1 Enlatado de comidas típicas

Becerra (1969) realizó un estudio para industrializ-

zar el nopal mediante la elaboración de comidas típicas y determinó tres presentaciones: nopal al natural, nopales en macedonia y nopales en mole.

El proceso de elaboración de estos alimentos es el siguiente:

- 1.- Recepción del nopal en la planta y su estibación hasta el momento de su utilización.
- 2.- Lavado y selección.
- 3.- Escaldado para eliminar las espinas adheridas, con una solución de hidróxido de sodio al 6% y calentada a 70°C durante 4-5 minutos.
- 4.- Picado del nopal, en cuadros de aproximadamente 1 cm. por lado.
- 5.- Cocimiento en una solución acuosa de cloruro de calcio (10 ppm) para eliminar la viscosidad y dar consistencia al nopal.
- 6.- Lavado para eliminar las pectinas que se adhieren.
- 7.- Llenado de las latas con el nopal y los condimentos necesarios.
- 8.- Agotamiento de las latas para reemplazar los gases de la lata por vapor de agua y favorecer la creación del vacío.
- 9.- Engargolado de las latas.
- 10.- Esterilizado a 121°C por 35.5 minutos.

11.- Enfriamiento.

12.- Etiquetado.

El autor, en su estudio, da las proporciones de nopal y de los condimentos necesarios para su elaboración.

#### **2.8.1.2 Purificador de Agua**

Rzedowski (1964) manifiesta que el agua, frecuentemente sucia y turbia de los estanques y represas de las partes desérticas, se clarifican notablemente al agregarse un volumen determinado del líquido mucilaginoso presente en las pencas del nopal. Probablemente se trate de una reacción físico-química pues, según indicaciones de los campesinos, no se obtienen resultados algunos cuando la cantidad del jugo de nopal es insuficiente o excesiva.

#### **2.8.1.3 Anticorrosivo**

Lozano (1958) manifiesta que una firma de Detroit, Mich. (The Cactizone Co.) fabrica un anticorrosivo a base de la materia viscosa del nopal, que ha llegado a utilizarse en los pozos petroleros en Houston, Texas, U.S.A.

## 2.8.2 Fruto

### 2.8.2.1 Melcocha de tuna

Una vez que la tuna ha alcanzado su completa madurez, se exprime y se separa de la semilla, la pulpa obtenida se pone en un cazo de cobre, se coloca a fuego directo para concentrarlo y se agitan constantemente con palas de madera para evitar que se pegue al recipiente; cuando se aproxima el punto de melcocha, debe disminuirse el fuego. El punto deseado se detecta cuando al mover la pala se logra ver el fondo del recipiente, es entonces cuando se retira del fuego y se deja enfriar de 12 a 15 horas; al enfriarse se envasa (Lozano, 1958).

### 2.8.2.2 Queso de tuna

Una vez fría la melcocha, es tomada por 2 o 3 operarios que, por turno, levantan la masa hasta arriba de la cabeza y la arrojan con fuerza sobre una piedra grande, lisa y humedecida con agua. Esta operación se repite de 150 a 200 veces, hasta que al levantar la pasta no quede nada adherido en la piedra. Mientras más se golpee, el queso sale más duro y más claro, luego se coloca en moldes rectangulares de madera,

previamente humedecidos, donde permanece de una a 2 horas, para después empacarlos con papel especial; se elaboran quesos desde 1/2 hasta 12 kg. de peso, según Lozano (1958).

#### 2.8.2.3 Jalea de tuna

Lozano (1958) dice que para hacer jalea se emplea tuna cardona bien madura, se bate la pulpa en suficiente cantidad de agua tibia. Las tunas deben desmenuzarse por completo y frotar con energía la semilla para que se desprenda de ella la sustancia pectinosa que contienen. Se cuela en cedazo de mallas finas, se le agrega azúcar y se pone a hervir a fuego mediano, cuidando de desespumar constantemente, pues de esta operación depende la transparencia del producto; al alcanzar el punto adecuado, se retira del fuego y se envasa caliente.

#### 2.8.2.4 Pulque curado de tuna

Las tunas cardonas, descortezadas, se ponen a hervir con poca agua, se les agregan 2 o 3 clavos

de especie, 3 pimentas de castilla y unas rajadas de canela, todo esto bien molido. Una vez que la mezcla ha hervido bien se aparta del fuego; en frío se le incorpora el pulque adicionando azúcar, luego se menea y se cuela.

### 2.8.3 Semilla

#### 2.8.3.1 Obtención de aceites

De la semilla de Opuntia ficus indica, se han extraído aceites con rendimientos del 6.3% (Domínguez y Domínguez, 1976). De la misma manera, Colín (1976) manifiesta que las características de la semilla indican la posibilidad de efectuar la extracción de aceite.

Flores (1981) obtuvo los índices necesarios para comparar el aceite de la semilla con otras oleaginosas. El índice de acidez no es más de 4 mg, el de saponificación es de 192-196, el de yodo de 14-12, y el índice de ester de 180-187; se determinó además el contenido de glicerol que es de 10.61%.

De las dos especies estudiadas, Opuntia robusta resultó con mayor contenido de grasa, con un 15.60%; de la especie Opuntia streptacantha se obtuvo un 13.80%.

A pesar de la buena proporción de grasa presente en la semilla, los rendimientos son bajos al considerarse la población de estas plantas como ecosistema natural. Se determinó una producción de 10.60 lt/ha en la especie Opuntia streptacantha y 9.230 lt/ha en Opuntia robusta.

La extracción del aceite de semilla de tuna fue estudiada por Cigala, citado en CODAGEM (1981) y la describe de la manera siguiente:

- 1.- La semilla seca se pesa y se muele para obtener una pasta que es enviada al silo y posteriormente al extractor.
- 2.- En el extractor se agrega un solvente con lo que se obtiene una mezcla de aceite y solvente denominada micela y la llamada pasta residual.
- 3.- La micela se envía a un tanque de peso, de donde se bombea al destilador en el que se separan el aceite crudo y el solvente, que es recuperado durante el proceso.
- 4.- El aceite crudo se manda a un tanque recolector, para su posterior envase en tambores de productos terminados.

De la semilla de tuna se puede obtener una pasta cuyo alto contenido proteínico la hace muy apropiada para la alimentación del ganado (Bravo y Piña, 1979).



Una vez obtenido el aceite, la pasta residual se lleva a los molinos y se envasa en bolsas de papel de 25 kg. y se envía finalmente al almacén de productos terminados (Cigala, 1979).

# CUCBA



## BIBLIOTECA CENTRAL

### 3. METODOLOGIA

La metodología que se seguirá para el desarrollo de este trabajo consistirá, básicamente, en una recopilación y análisis de citas bibliográficas, las cuales se analizarán, contando para ésto con la asesoría de Profesores de la propia División, así como de investigadores que laboran en dependencias gubernamentales.

Lo anterior, con la finalidad de unificar la información revisada y generar así datos más concentrados, organizando de tal forma que sea entendible para los alumnos del ramo agropecuario y biológico.

Con este trabajo se pretende cubrir los objetivos del Programa de "Entomología" de la carrera de Ingeniero Agrónomo y Licenciado en Biología.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusiones recomendamos el estudio tanto botánico como ecológico y comportamiento a plagas y enfermedades, así como su industrialización. Es necesario incidir en la población, sobre los beneficios que reporta esta Familia, adaptándose -principalmente- a suelos escasos de profundidad, con pH altos y faltos de materia orgánica; escasos a la precipitación pluvial y resistentes para sobrevivir en zonas rupícolas.

Debido a que estas especies son originarias de México, tenemos una gran variabilidad genética, considerándose como uno de los principales cultivos de las zonas áridas y semiáridas del país.

El nopal tunero se debe considerar como una fuente importante y una alternativa para la alimentación. El nopal, por su fruto, reporta un uso potencial en productos como queso de tuna, así como la tuna en fresco.

Existen también especies forrajeras como Opuntia amiclea, las cuales representan una alternativa de uso potencial para el ganado lechero, la industrializa-

ción para filtros o inclusive para productos medicinales como los antidiabéticos, haciendo que este grupo de especies sean considerados como cultivos tradicionales, pudiendo generar fuentes de empleo en el campo.

Recomendándose también estudios de investigación relacionados con la propagación, industrialización, comercialización y aprovechamiento integral.

Algunas plagas como la Cochinilla del Nopal, son fuentes excelentes de productos tinctorios.

Se debe incrementar la difusión de las benevolencias de estas especies para aumentar el área cultivada, siendo ésto un deber institucional gubernamental en el apoyo a esta explotación. Debe haber centros de acopio y comercialización, así como las agroindustrias necesarias; y, sobre todo, debe existir una planificación para el aprovechamiento integral y por épocas fenológicas pero delimitadas, aprovechando los bajos costos del cultivo, incidiendo más en el conocimiento de cultivares todavía no explotados hasta la fecha, como los pitayos Stenocereus queretaroensis.

## 5. LITERATURA CITADA

- 1.- ANDERSON, S. and G. Valdermarson. 1975 Heterodera - cacti cactus cyst nematode, Observed in Sweden. National Institute for Plant Protection 5-230 Akarp, Sweden. Vaxtsky y Ddsnotiser. - 39(5):120-122.
- 2.- BECERRA R., H., A.M. Garfunkel, R.A.González y S.S.- Trevedan. 1969. Estudio Teórico Experimental sobre el Aprovechamiento del Nopal. Tesis - Profesional. México. Facultad de Ciencias - Químicas. UNAM.
- 3.- BORJA, J.A. 1963. Bosques. Conferencia Latinoamericana para el Estudio de las Zonas Áridas. pp.- 27-29.
- 4.- BRAVO H.H. 1978. Las cactáceas de México. Inst. de - Biol. UNAM. 755 p.
- 5.- COLIN C., B. 1976. Industrialización del Nopal y sus Productos. Tecnología LANFI.
- 6.- CODAGEM. 1981. Perspectivas de la Utilización del Nopal y de la Tuna. México. Folleto informativo No. 282.

- 7.- DOMINGUEZ, O. 1963. Origen e Introducao do Palma Forrajera do Nordeste Brasil. Brasil. Herb. - Abst. 196:1107.
- 8.- DOMINGUEZ S., X.A. y X.A. Domínguez S. Jr. 1976. Aspectos Químicos de las Cactáceas. Monterrey, México. Cact. Succ. Mex XXI. ITESM.
- 9.- FLORES, V., C.A. y O. Brauer. 1977. El Nopal Opuntia ficus indica Var. COPENA F-1 Como Forraje, Chapingo, México. Nueva Epoca. No. 7-8, pp.-83.
- 10.- FLORES H., A. 1981. Industrialización Integral del Fruto de Opuntia streptacantha Lemaire y Opuntia robusta (Wendland in Pfeiffer) en Dos Períodos de Maduración. Tesis Profesional Saltillo, México. UAAAN. 112 pp.
- 11.- GONZALEZ C., A. y A.J.W. Scheffey. 1964. Los Recursos Espontáneos y su Economía. Las Zonas Áridas del Centro y Noroeste de México y el Aprovechamiento de sus Recursos. México, DF. Inst. Mex. de Rec. Nat. Ren. A.C. pp. 71-77.
- 12.- HOFFMAN, W. 1979. The Manifold Uses of Prickly-pear-Opuntia sp. Mill, as Shown by Examples from Peru and Mexico. Giessener Beitrage Zur Entwicklungsforschung, 5, Reihe 1 (Symposium)

- sium), 25-38.
- 13.- KASNOK, A.A. and M. Soerjani. 1980. Prospects for Biological Control of Weeds in Indonesia. Proceeding of the 7° Conference of the Asian Pacific Weed Science Society, Sydney. Bogor, Indonesia. Trop. Pest. Biol. Program. Supplementary Volume, 35-38.
- 14.- LOZANO, G.M. 1958. Contribución al Estudio e Industrialización del Nopal. Tesis Profesional. Saltillo, México. Universidad de Coahuila. Escuela de Agricultura.
- 15.- PIÑA-LUJAN, I. 1970. Región Productora de Tuna en el Estado de Zacatecas. Cact. Succ. Mex. 15(3): 64-70.
- 16.- RACINE, C.H. and J.F. Downhower. 1974. Vegetative and Reproductive Strategies of Opuntia in the Galapagos Islands. Biotropica, 6(3):175 - 186.
- 17.- RAMIREZ, M.E. 1972. Cultivo, Explotación y Aprovechamiento del Nopal. Mundo Científico, J.P.N. COFAA SEDICT. No. 4:10-14.
- 18.- VALADEZ V., S.A. Valadez V. y S. Chatelain M. 1979.- Pigmentos de Tuna Cardona como Posibles Colorantes Alimentarios. Año 2. Tomo 1. México.