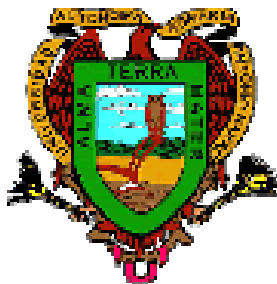


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**



**Condiciones Ambientales y Situación Actual de la Grana  
*Cochinilla Dactylopius spp***

**POR:**

**JOSÉ ANTONIO VARGAS CATHI**

**MONOGRAFÍA**

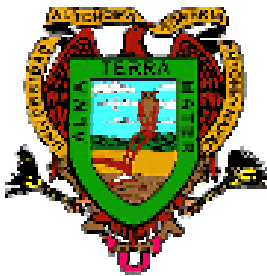
**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título  
de:**

**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre del 2004**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**



**Condiciones Ambientales y Situación Actual de la Grana  
Cochinilla *Dactylopus spp*"**

**POR:**

**JOSÉ ANTONIO VARGAS CATHI**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de :**

**Ingeniero Agrónomo Zootecnista**

**APROBADA POR:**

**ASESOR PRINCIPAL:** \_\_\_\_\_

**M.C. Myrna J. Ayala Ortega**

**COASESOR:** \_\_\_\_\_

**Dr. Juan J. López González**

**COASESOR:** \_\_\_\_\_

**M.C. Luis Pérez Romero**

**EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

\_\_\_\_\_  
**Dr. Ramón F. García Castillo**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

## **DEDICATORIA**

**A mi mamá : Cristina A. Cathi Maye .**

**Con amor como un pequeño tributo a todos y cada uno de sus esfuerzos para apoyarme a alcanzar mis anhelos y cumplir con mis metas. A quien es mi inspiración de cada día para continuar mi camino.**

**A mi hermano Benito: quien siempre me apoyo moral y económicamente a él, quien siempre estuvo y ha estado en los buenos y malos momentos y cuando mas lo necesite, quien es como un padre para mi, así también a mis demás hermanos: Nila, Guillermo; Esperanza, Lucia, Maria de Jesús, Ana y Alonso quienes me apoyaron durante la etapa de mi formación profesional.**

**A mi abuelo: Antonio Vargas Granadino, como un homenaje póstumo, que con sus consejos me encamino a la formación de una persona de bien.**

**A mi novia: Juana Adriana Lozada Perrusquia, que con su amor, cariño y comprensión; me poyo en la etapa de mi formación profesional.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi Alma Mater por haberme dado la oportunidad de formarme profesionalmente.**

**A la maestra Myrna J. Ayala O. Por apoyarme en la elaboración de la presente Monografía.**

**Al Dr. Juan José López y Ing. Luis Pérez Romero por su apoyo incondicional con su asesoría para la realización de mi presente trabajo de titulación.**

**A mis compañeros y amigos que siempre estuvieron conmigo en las buenas y en las malas situaciones: Nicolás, José, Ramiro, Eva, Héctor, Letica, Noé, Juan, Carlos, Lucio.**

INDICE DE CUADROS -----	i
INDICE DE FIGURAS -----	ii
DEDICATORIA -----	iii
AGRADECIMIENTOS -----	iv
<b>INTRODUCCIÓN</b> -----	1
<b>OBJETIVOS</b> -----	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> -----	3
ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CACTÁCEAS	3
DISTRIBUCIÓN DEL GENERO <i>Opuntia</i> -----	3
DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO DE LAS <i>Opuntias</i> -----	4
DIVERSIDAD DE LAS <i>Opuntias</i> EN EL MUNDO -----	7
México -----	7
Chile -----	7
Perú -----	8
Brasil -----	8
Bolivia -----	8
Italia -----	9
Sudáfrica -----	9
África del norte -----	9
Medio Oriente -----	10
<i>Opuntia</i> COMO ESPECIE INVASORA -----	11
TAXONOMIA DEL GENERO <i>Opuntia</i> -----	12
MORFOLOGÍA DEL NOPAL -----	12
Raíz -----	12
Tallo -----	13
Flor -----	13
Fruto -----	13
CONDICIONES ECOLÓGICAS DEL GENERO <i>Opuntia</i> -----	13

## INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
	<i>SUPERFICIE DE NOPAL Y NOPAL TUNERO (Opuntia spp.)</i>	
1.-	<i>EN DEFERENTES PAÍSES. -----</i>	10
2.-	ESPECIES MEXICANAS DE <i>OPUNTIA</i> SUSCEPTIBLES AL ATAQUE POR EL <i>Cactorum de</i> <i>cactoblastis -----</i>	11
3.-	TAXONOMIA DEL GENERO <i>Opuntia</i>	12
4.-	PRINCIPALES USOS TRADICIONALES Y POTENCIALES DE LAS <i>Opuntias -----</i>	16
5.-	ESPECIES DE TUNA ( <i>Opuntia Y Nopalea</i> ) DIVULGADA COMO ANFITRIONES DEL INSECTO DE COCHINILLA ( <i>Dactylopius coccus c.</i> ) Y USADA PARA LA PRODUCCIÓN DE TINTE. -----	17
6.-	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Dactylopius spp</i>	19
7.-	EXPORTACIONES Y PRECIOS DE CARMÍN Y DERIVADOS DE LA GRANA COCHINILLA -----	44
8.-	REGIONES CONSIDERADAS EN EL PROGRAMA NACIONAL DE GRANA -----	45
9.-	FACTORES ABIÓTICOS QUE INTERVIENEN EN EL CULTIVO DE LA COCHINILLA, TOMADO DE BONILLA (1998) -----	48
10.-	PARÁMETROS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS RECOMENDABLES PARA DESARROLLAR LA CRÍA DE LA COCHINILLA. -----	58

-----

## INDICE DE FIGURAS

NUM	NOMBRE	PAG
1.-	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA <i>Opuntias</i> EN MÉXICO -----	5
2.-	CICLO BIOLÓGICO DE <i>Dactylopius</i> -----	23
3.-	CULTIVO DE GRANA CICHINILLA -----	40
4.-	SISTEMA DE PLANTACIÓN INTENSIVA DE <i>Opuntia</i> PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANA COCHINILLA ----	41
5.-	INFESTACIÓN DE DACTYLOPIUS EN <i>Opuntia</i> -----	54
6.-	<i>Opuntia</i> INFESTADA -----	57
7.-	CONTROL DE OPUNTIA <i>Opuntia pallidum</i> POR GRANA COCHINILLA SILVESTRE -----	62
8.-	<i>Opuntia</i> INFESTADA DE GRANA COCHINILLA SILVESTRE -----	63

## INTRODUCCIÓN

Las cactáceas son originarias del Continente Americano donde se encuentran ampliamente distribuidas desde Canadá hasta Argentina. La planta de nopal presenta una amplia distribución en las regiones semiáridas de México en condición cultivada y silvestre. Las nopaleras cultivadas ocupan poco más de 210 mil ha, de las cuales 150,000 ha se destinan al forraje, 50,000 ha para tuna; 10,000 ha para producir nopalitos y aproximadamente 100 ha para producir grana de cochinilla (Barbera e Inglese, 1999).

El uso de las *Opuntias*, en México data desde la época prehispánica, el cual tuvo una función de gran importancia en la economía agrícola azteca. El uso tradicional, actual y potencial de las *Opuntias* son; alimento (fruto y verdura), como forraje (tallos frutos y semillas), como medicina, cosméticos, agronómicos (materia orgánica, cercos, conservación de suelos, etc.) y en la industria como adhesivo, y colorantes (cría de *Dactylopius coccus* C. en los cladodios).

En décadas recientes las plantaciones para la producción de fruto y forraje así como verdura (nopalitos) y cochinilla se han extendido a tal grado que ya se encuentra en África, América, Asia y Europa. En México ha generado gran interés para la reproducción de *Dactylopius coccus* C. (Barbera, Inglese y Pimienta, 1999).

Para la producción del colorante carmín que es de gran importancia económicamente debido a la actual e incremento de la demanda de este colorante. Este cultivo se lleva a cabo principalmente en el estado de Oaxaca. También se ha difundido en otros estados como el estado de México, Hidalgo, San Luis Potosí entre otros.



## **OBJETIVOS**

Contribuir al conocimiento y ordenamiento de información sobre la grana cochinilla (D. c.), principalmente en condiciones naturales.

Aportar información sobre el aprovechamiento del cultivo de la grana cochinilla en México y en el mundo.

Conocer las aportaciones del insecto así como también el hábitat y condiciones que hacen favorable su explotación.

## REVISION DE LITERATURA

### ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CACTÁCEAS

Las cactáceas son originarias del Continente Americano donde se encuentran distribuidas desde Canadá hasta Argentina. Existe una diferencia entre las cactáceas de América del Sur y América del Norte, respecto a su origen, pues 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 solo 51 géneros. De los que se localizan en América del Norte, 61 géneros existen en México y 31 en Estados Unidos; esta distribución ubica a México como centro de diseminación (Bravo, 1978).

El origen de las *Opuntias* (con excepción de las que corresponden al genero *Ripsalis*) es el Continente Americano, de donde posteriormente han sido llevadas a Europa, África y algunas regiones de Australia (Villarreal, 1959).

### DISTRIBUCIÓN DEL GÈNERO *Opuntia*

La planta de nopal presenta una amplia distribución en las regiones semiáridas de México en condición cultivada y silvestre. La superficie cultivada es superior a las 50,000 ha, y la silvestre es cercana a los tres millones.

FUENTE:(<http://www.ciatej.net.mx/ciatej/nopal/introduccion.htm> )

La mayoría de las especies del género *Opuntia*, se localizan en la altiplanicie y crecen en suelos pedregosos con escaso contenido de materia orgánica y de sequía prolongada (López ,1977).

### DISTRIBUCIÓN EN MÉXICO DE LAS *Opuntias*

Las diferentes especies del género *Opuntia* se distribuyen en México de la siguiente manera (Fig.1):

*Opuntia atrispina* Griff. Nopal rastrero de Chihuahua y Coahuila.

*Opuntia cantabrigiensis* Lynch. Nopal forrajero de distribución muy amplia.

*Opuntia duranguensis* Britton Y Rose. En las inmediaciones de Durango.

*Opuntia engelmannii* (Slam- Dyck) Engelm. Suroeste de Nuevo León y Ojinaga Chihuahua.

*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller . Nopal sin espinas, se desarrolla bajo cultivo.

*Opuntia huptiacantha* Weber. Nopal tunero que se conoce como nopal de cascarón, crece en las zonas de Mal Paso y La Quemada, Zacatecas.

*Opuntia imbricata*. Distrito Federal y parte de los estados de la Altiplanicie tales como México, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Zacatecas, Durango, Coahuila, Chihuahua y Tamaulipas.

*Opuntia leucotricha*. Norte de Durango, sur de San Luis Potosí y Zacatecas.

*Opuntia lindhermeri* Engelm. Nopal forrajero de primer orden. Abunda en la altiplanicie costera Tamaulipeca- Nuevo Leonesa.

*Opuntia megancatha* Salm – Dyck. Nopal cultivado para fruto.

*Opuntia rastrera* Weber. Nopal forrajero, crece en los municipios de Mazapil, Nieves y Río Grande, Zacatecas, en San Luis Potosí y sur de Nuevo León.

*Opuntia robusta* Wendlan. Especie forrajera que crece en Mal Paso Y La Quemada, Zacatecas y en San Luis Potosí.

*Opuntia rufida* Engelman. Crece en Coahuila.

*Opuntia streptacantha* Lemaire. Es el nopal tunero mas importante, se distribuye por toda la altiplanicie meridional de México, San Luis Potosí y Zacatecas.

*Opuntia tunicata* (Lehm). Crece en zonas perturbadas por el pastoreo.

(Marroquín, 1964).



**Figura 1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA *Opuntias* EN MÉXICO**

Fuente:( [http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos\\_basicos/vegetacion/?c=556](http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/vegetacion/?c=556))

En los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Durango, se localizan las nopaleras de mayor importancia, por su densidad, que alcanzan hasta 600 plantas por hectárea en forma natural y que

están compuestas principalmente por *Opuntia streptacantha* (nopal cardón) y *Opuntia leucotricha* (nopal duraznillo) (López, 1977).

Cerca de la mitad de las cactáceas son originarias de México, esta familia esta constituida por unos 125 géneros, de 1500 a 2000 especies agrupadas en tres subfamilias: *Pereskioidea*, *Opuntioideae* y *Cereoideae* (Romo, 1984)

México cuenta con más de 100 especies del género *Opuntia* (Bravo y Piña 1979)

Algunas especies fueron llevadas a Europa, África y Australia, donde se adaptaron, de tal forma, que en ocasiones escaparon al cultivo, comportándose como silvestres y siendo muy difícil su erradicación (Burgos, 1983). Las especies americanas del cacto del género *Opuntia* se han introducido extensamente alrededor del mundo, principalmente como fuente de alimento para los herbívoros y los seres humanos también como una planta de cercar.

FUENTE: (<http://members.lycos.co.uk/WoodyPlantEcology/docs/opuntia.rtf> ).

Un número de especies han llegado a ser posteriormente invasoras en muchas regiones áridas incluyendo una especie en el sudoeste de Madagascar. El caso del *O. monacantha* Haw. (*Cactaceae*) en Madagascar se ha olvidado en gran parte pero es un ejemplo perfecto que ilustra el aspecto de dominación y la desaparición eventual de una planta invasora. Porque la planta había sido utilizada extensamente por algunos grupos étnicos nativos y su ganado, pero también había perdido mucha movilidad de la región agrícola y de la gente seriamente obstaculizada, su desaparición del paisaje meridional de la isla, causado por la introducción de un insecto de la escala (*Dactylopius*), generó mucha controversia.

FUENTE: (<http://members.lycos.co.uk/WoodyPlantEcology/docs/opuntia.rtf> )

## **DIVERSIDAD DE LAS *Opuntias* EN EL MUNDO**

La superficie de nopal para tuna, forraje, producción de grana, etc. En diferentes países y regiones se muestra en el cuadro 1.

### **México**

Las nopaleras silvestres fueron las primeras en ser utilizadas y las más distribuidas; abarcan 3 millones de hectáreas y están localizadas principalmente en los estados de: Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco Guanajuato, Aguascalientes, Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Sonora y Tamaulipas (Pimienta, 1990). La especie más relevante es *Opuntia streptacantha* Lemaire que se utiliza para muchos otros propósitos, ya que los recursos limitados conducen a rendimientos estacionales con los que se buscan nuevas oportunidades económicas (Barbera e Inglese, 1999).

En México, las nopaleras cultivadas ocupan poco más de 210 mil ha, de las cuales 150,000 ha se destinan al forraje, 50,000 ha para tuna; 10,000 ha para producir nopalitos y aproximadamente 100 ha para producir grana de cochinilla (Barbera e Inglese, 1999).

### **Chile**

Aproximadamente 1,000 ha se destinan para *O. ficus-indica* en este país donde la mayoría de las plantaciones (80% del total) se localizan en el área central del país cerca de los poblados de Til-Til, Noviciados y Pudahuel, donde la precipitación es de aproximadamente de 400 mm al año. El área destinada para la producción de cochinilla es de 170 ha que se localiza en el Valle Elqui al norte de Santiago (Sáenz, 1985).

## **Perú**

Es el país que ocupa el primer lugar en la producción del colorante carmín con 418 ton en 1992, que es aproximadamente el 90% de la producción total; las plantaciones silvestres de *Opuntias* en este país son de cerca de 35,000 has principalmente en las regiones de la sierra andina y aportan el 80% de la producción total. En la costa se han establecido recientemente plantaciones intensivas de hasta 50,000 plantas por ha, en las regiones de Arequipa, Moquegua, Lima e Ica (Barbera e Inglese, 1999).

## **Brasil**

En este país las *Opuntias* son de gran importancia como forraje ya que se utilizan mas de 40,000 ha para la ganadería principalmente en los estados norteros de Paraíba, Pernambuco y Alagoas (Barbera e Inglese Y Pimienta, 1999).

## **Bolivia**

Una de las especies de *Opuntia* que es muy conocida en Bolivia, es la *O. ficus-indica* ya que se utiliza como una especie multipropósito; es cultivada en las regiones áridas en donde la precipitación es baja entre los meses de Noviembre y Marzo, y a altitudes diferentes que van desde los 1,500 a 3000 m sobre el nivel del mar. En el año 1986 – 1987 una organización no gubernamental en desarrollo rural contribuyo al establecimiento del cultivo de nopal, de mas de 500 ha para producción de tuna y 130 ha para el cultivo de cochinilla (Barbera e Inglese y Pimienta, 1999).

## **Italia**

El cultivo de nopal se concentra en Sicilia la cual cubre cerca del 90% de la producción total, con 2,500 ha de huertos “especializados” y 25,000 ha de plantaciones de múltiples

propósitos. Se encuentran tres regiones importantes; Montañas de San Cono, Monte Etna y las regiones del sudoeste y el valle de Belice (Barbera e Inglese, 1999).

### **Sudáfrica**

En la república de Sudáfrica y países vecinos, las *Opuntias* han encontrado condiciones favorables para su establecimiento. Hace más de 50 años habían invadido aproximadamente 900,000 ha al oeste del Cabo y en Karoo. Esta invasión fue casi eliminada con control biológico, a través de un acta legal y hacia los tipos con espinas, prohibiéndose la propagación de planta fuera de control. A partir de 1980 se han establecido las primeras plantaciones intensivas y especializadas en las áreas de Transvaal y Ciskei; actualmente cubren aproximadamente 1,500 hectáreas (Barbera e Inglese, 1999).

### **África del norte**

La *Opuntia ficus-indica* cubre cerca de 200,000 ha en todo el norte de África, con 60-80,000 ha solamente en Túnez, (Barbera e Inglese, 1999).

Esta distribuida en Marruecos y utilizada principalmente en el Rif, en las regiones bajas del noreste y noroeste, en la planicie central, en los altos y planos del Atlántico y en las planicies de Piedmont (Barbera e Inglese, 1999).

### **Medio Oriente**

Existen plantaciones en Jordania y Egipto, donde en la provincia de Qalyuba hay cerca de 400 ha. En Israel, se han establecido plantaciones en las regiones de Arava y el oeste de Nagev, aproximadamente 200 hectáreas (Barbera e Inglese, 1999).



**Cuadro 1. SUPERFICIE DE NOPAL (*Opuntia spp.*) PARA DIVERSOS USOS EN DEFERENTES PAÍSES.**

PAIS	REGIONES	AÑOS	SUPERFICIE (HA) Y CARACTERÍSTICAS
Italia	Silicia, Sur Península	1989	18,022 solo 2,500 ha para tuna con tecnología
España	Andalucía, Islas Canarias, Baleares	1986	5,800 ha grana y tuna de autoconsumo
Israel	Israel	1992	300 ha tuna autoconsumo
Sudáfrica	Bloefontein, Pretoria, Johannesburg	1993	145,000 ha forraje, tuna para mercados locales e internacionales
África del norte	Libia, Tunes, Argelia, Egipto y Marruecos	1993	60,000 ha forraje, para el control de erosión y consumo nacional
México	Región centro, Norte y Sur	1993	50,000 ha tuna para el mercado nacional y una mínima parte exporta
Estados Unidos	California, Texas y Arizona	1993	300 ha mercado interno y exporta a Japón
Colombia	Antioquia, Bodaca, Guajira	1993	300 ha exporta a Japón
Bolivia		1993	5,000 ha forraje y tuna
Perú	Caucho	1992	46,000 ha para grana
Brasil	Ceara, Pernambuco, Minas Gras	1992	460,000 ha forraje y tuna para autoconsumo
Argentina		1993	10,000 ha para forraje y tuna
Chile	Til-Til, Paadahuel y Noviciado	1993	(1,000) 600 ha fruto en invierno, exporta a Europa y Estados Unidos

Fuente: (Flores et al., 1993 en IESTAAM, 1993).

### ***Opuntia* COMO ESPECIE INVASORA**

La naturaleza taxonómica del *Opuntia* invasor en Madagascar fue durante mucho tiempo confusa y la especie fue llamada el *O. monacantha*, *O. vulgaris*, y *O. dillenii*. Según (www.members.lycos). La especie invasora era *O. monacantha*. (A menudo llamado el *O. molinero vulgaris* en la literatura) mientras que el *O. dillenii*. No

aparecía haber sido introducido a Madagascar, debido a la carencia del material recogido.

(<http://www.ciatej.net.mx/ciatej/nopal/introduccion.htm>).

No podría determinar correctamente el estado del género, sino también enumeró *O. cochenillifera* según lo cultivado y sospechado que la otra especie había sido introducida probablemente a Madagascar. Ahora se reconoce que el nombre *O. vulgaris* debe referir a un diferente, especie norteamericano y el nombre correcto es *O. monacantha*, aunque debe ser observado que no se ha señalado ningún neotipo cuadro 2.

FUENTE:<http://www.ciatej.net.mx/ciatej/nopal/introduccion.htm>).

Fuente: (Portillo, 1995; Viguera y Portillo, 1997).

**CUADRO 2. ESPECIES MEXICANAS DE *Opuntia* SUSCEPTIBLES AL ATAQUE POR EL *CACTORUM DE CACTOBLASTIS* .**

<b>Especies</b>	<b>Usos</b>
<b><i>O. compressa</i> McBride</b>	-----
<i>O. ficus-indica</i> (L.) Miller	Nopalitos, forraje, fruta, cochinilla
<i>O. megacantha</i> Salm-Dyck	Nopalitos, forraje, fruta, cochinilla
<i>O. streptacantha</i> Lemaire	Nopalitos, forraje, fruta, cochinilla
<i>O. stricta</i> (Haw.) Haworth	-----
<i>O. tomentosa</i> Salm-Dyck	cochinilla

Fuente: (Mann 1969; Zimmermann y Pérez-Sandi 1999; Zimmermann et al. 2000).

**TAXONOMIA DEL GENERO *Opuntia***

En México se le llama nopal a varias especies del género “*Opuntia*” de la familia “Cactaceae”. Los nopales presentan dos géneros *Opuntia* y *Nopalea*. (Bravo 1978).

El género *Opuntia* en México presenta cinco subgéneros, 17 series y 104 especies (cuadro 3).

### CUADRO 3. TAXONOMIA DEL GENERO *Opuntia*

Reino:	Vegetal
Subreino:	<i>Embryophyta</i>
División:	<i>Angioserma</i>
Clase:	<i>Dicotiledoneae</i>
Subclase:	<i>Dialipetalas</i>
Orden:	<i>Opuntiales</i>
Familia:	<i>Cactaceae</i>
Tribu:	<i>Opuntiae</i>
Subfamilia:	<i>Opuntioideae</i>
Género :	<i>Opuntia</i>
Subgénero:	<i>Platyopuntia</i>
Especie:	Varios nombres

Fuente: (Briton y Rose, 1963, en Bravo-Hollis, 1978).

#### MORFOLOGÍA DEL NOPAL

Las características morfológicas que a continuación se mencionan han sido reportadas por Zamudio (2004).

##### **Raíz**

El sistema radicular es perenne, extenso y superficial. Su estructura y funcionamiento le permiten captar con eficiencia la mayor cantidad de agua durante los breves periodos de lluvia.

##### **Tallo**

Los nopales con artículos planos se denominan cladodios. Estos cuando están tiernos son muy suculentos y poco lignificados. Cuando viejos poseen una cutícula lignificada y numerosas fibras que le dan una consistencia casi leñosa.

##### **Flor**

Solitarias, sentadas, nacen en la base de las aréolas. Cáliz con tubo oval, soldado con ovario y limbo; numerosos estambres persistentes, filamentos largos, coloridos; anteras longitudinalmente dehiscentes; pistilo grueso, tubuloso, digitado en su extremo, formando varios lóbulos estigmáticos.

### **Fruto**

**Es una baya ovoide, cilíndrica, unilocular, umbilicada en el extremo superior (cicatriz floral); pericarpio correoso. El número de semillas es variable; son lenticulares, testa clara y arilo ancho.**

## **CONDICIONES ECOLÓGICAS DEL GÉNERO *Opuntia***

### **Tolerancia a temperaturas extremas**

Las plantas son dañadas por las temperaturas extremas que son un factor que limita su distribución natural, así también como su presencia en regiones donde especies individuales pudrían ser cultivadas. En general los cactus y las *Opuntias* en particular son extremadamente tolerantes a las altas temperaturas; como en el caso de *la O. Ficus-indica*, se expone que son incrementadas gradualmente en un periodo en semanas, puede permanecer viva cuando se expone a una temperatura de 65 °C por una hora (Barbera e Inglese, 1999).

La susceptibilidad de las bajas temperaturas varia mucho entre las *Opuntias*. Varias especies comerciales como la *O. Ficus-indica* y *O. streptacantha* se mueren cuando las temperaturas varían de -5 a -8 °C, pero por otra parte existen otras *Opuntias* que toleran temperaturas de hasta -24 °C, *O. humifusa* y *O. fragilis* (Barbera e Inglese, 1999).

### **Condiciones edáficas**

Se desarrolla en suelos sueltos, arenosos calcáreos en tierras marginales y poco fértiles, superficiales, pedregosos, caracterizándole una amplia tolerancia edáfica; sin embargo, los suelos altamente arcillosos y húmedos no son convenientes para su cultivo (Zamudio, 2004).

### **PRINCIPALES USOS TRADICIONALES, ACTUALES Y POTENCIALES DE LAS OPUNTIAS.**

En años recientes se ha intensificado las actividades de investigación en el cultivo de las *Opuntias* y han surgido varias asociaciones y juntas de productores. Tienen como objetivo el de realizar el mercadeo y promover el consumo de la fruta, sin embargo; las *Opuntias* no solo se utilizan como plantas productoras de fruta, ya que también sirven para otros propósitos económicos. Cuadro 4. Las poblaciones naturales se utilizan en la ganadería que en particular han demostrado ser de gran importancia durante la época de sequía cuando juegan una función importante para proveer de la cantidad necesaria de agua (junto con otros forrajes ) y en completar las necesidades nutricionales del ganado. Otro de los usos de gran importancia económica esta en el consumo de “nopalitos” (cladodios jóvenes) de menos de un mes, se utilizan en la cocina tradicional, así también como material para delimitar superficies (cercos), para evitar erosión y reproducción de la *Dactylopius coccus costa*, para la producción del colorante carmín también es económicamente importante entre otro. Cuadro 5 (Barbera, Inglese y Pimienta, 1999).

**CUADRO 4. PRINCIPALES USOS TRADICIONALES Y POTENCIALES DE LAS *Opuntias***

Alimento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frutos y cáscara de fruta (fresco, seco, enlatado, congelado y endulzado).</li><li>• Jugo; pulpa; bebidas alcohólicas (vino, licor y coclonche).</li><li>• Mermelada: melcocha; queso de tuna; syrup (miel de tuna).</li></ul>
----------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dulces; jalea; pastelería; endulzado líquido.</li> <li>• Aceite de semilla.</li> <li>• Tallos (frescos, procesados en salmuera o vinagre, precocidos, congelados, jalea, dulces).</li> </ul>
Forraje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tallos, frutos y semillas.</li> <li>• Pastoreo, como arbustos para forraje.</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biogás (tallos, frutos); etanol (tallos; frutos; leña).</li> </ul>
Medicina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrea (tallos); diuréticos (flores, raíces); disentería amibiana (flores); diabetes (tallos); hiperlipidemia (tallos); obesidad (fibras); antiinflamatorio (tallos).</li> </ul>
Cosmético	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shampoo; crema humectante; jabones; astringentes y lociones para el cuerpo (tallos).</li> </ul>
Agronómico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción del suelo; cercas; compostas, rompevientos; (plantas y tallos) materia orgánica.</li> </ul>
Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adhesivos y gomas; pectinas; fibras para manualidades; papel (tallos).</li> <li>• Colorantes (frutos cría de <i>Dactylopius coccus</i> en tallos); mucílagos para la industria alimentaría (tallos); antitranspirantes (tallos); ornamental.</li> </ul>

Fuente: (Barbera, Inglesse y Pimienta, 1999).

**CUADRO 5. Especies de tuna (*Opuntia* y *Nopalea*) divulgada como anfitriones del insecto de cochinilla (*Dactylopius coccus* c.) y usada para la producción de tinte.**

Especie	Nombre común
<b>O. tropes Rose</b>	Nopal blanco
<i>O. amyclaea Tenore</i>	Tuna de Alfajayucan
<i>O. crassa Haworth</i>	-----
<i>O. ficus-indica (L.) Miller</i>	Nopal manso de Castilla
<i>O. incarnadilla Griffiths</i>	-----
<i>O. fulginosa Griffiths</i>	-----
<b>O. jaliscana Bravo</b>	Azúcar
<i>O. megacantha Salm-Dyck</i>	Pescuezon, jarrito
<i>O. pilifera Weber</i>	Nopal crinado o Nopal de crines
<i>O. sacra Griffiths</i>	-----
<i>O. streptacantha Lemaire</i>	Nopal cardón
<b>O. tomentosa Salm-Dyck</b>	San Gabriel
<i>O. undulata Griffiths</i>	-----
<i>N. cochenillifera (L.) Salm-Dyck</i>	-----

FUENTE: (Portillo, 1995; Viguera y Portillo, 1997)



## **ORIGEN DE *Dactylopius spp***

La Cochinilla del nopal, es sin duda originaria de América, pues antes del descubrimiento de esta parte del mundo, no se conocía ese insecto, y si bien el color de grana existía, era debido a la púrpura de Tiro, extraída de una concha univalva que los antiguos llamaban "Murex Buccinnun". Por tanto, si bien se encontró cochinilla en distintos puntos del mencionado continente, se puede afirmar, que la región más abundante y más propicia a la propagación de estos insectos, era la "Nueva España", hoy República Mexicana, región que aún los cultiva y exporta en gran cantidad a Europa; pero que según los asertos del Barón de Humboldt, y de Mr. Thierry, eran mucho más abundantes durante la dominación de los reyes aztecas, y aún existía antes de la invasión de los Toltecas ( <http://www.cochinilla.org/socios2/zoologia.htm> ).

## **ESPECIES DEL GENERO *Dactylopius*.**

Según la literatura existen nueve especies del genero *Dactylopius* que son; *D. austrinus*, *D. ceylonicus*, *D. coccus*, *D. Confertus*, *D. confusus*, *D. opuntiae*, *D. salmianus*, *D. tomentosus* y *D. zimmermanii* (Portillo y Viguera, 2002).

Ben-Dov y Morotta (2001), reasignaron a *Coccus bassi* como *Dactylopius bassi*, con lo que el numero llega a 10 especies (Portillo y Viguera, 2002).

Las especies reportadas en México del genero *Dactylopius* son; *D. Ceylonicus*, *D. Coccus*, *D. Confusus*, *D. Opuntiae* y *D. Tomentosus* (Portillo y Viguera, 2002).

### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Dactylopius spp.*

La grana cochinilla la habían nombrado *Dactylopius coccus* c. Y es el nombre que aun continua Costa (1985) citado por Morales (1994). De esta forma la clasificación de la grana fina. (Cuadro 6) De acuerdo con piña (1977) es la siguiente:

CUADRO 6. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Dactylopius spp*

Clase	<b>Insecta</b>
Orden	<i>Homoptera</i>
Suborden	<i>Sternorrhyncha</i>
Superfamilia	<i>Coccoidea</i>
Familia	<i>Dactylopiidae</i>
Genero	<i>Dactylopius</i>
Especie	<i>Coccus</i>
Subespecie	<i>Costa</i>

Las culturas el Pre-Hispanico que se convirtieron en México tenían un conocimiento extraordinario de sus recursos naturales, que fueron utilizados para obtener el sustento diario que permitió que desarrollaran y que alcanzaran las civilizaciones que sorprenden hoy a extranjeros e incluso a mexicano (Portillo y Vigueras 1998a).

Los elementos principales usados por estas culturas eran las plantas, que fueron catalogadas por sus usos y participaron de su identidad del uso. Algunas plantas tenían un nivel divino, por ejemplo, Teonochtli (la pera espinosa divina) (bravo 1978) y Peyotl (dios de la trilogía de Huichol). Durante el período colonial, algunas plantas y sus productos fueron llevados Europa (Portillo 1995).

Algunos productos estaban en alta demanda, incluyendo el pigmento rojo obtenido del insecto llamado grana o cochinilla (cochinilla) (*Dactylopius coccus* Costa). Este insecto era tan

económicamente importante que era la tercera renta más alta para España nueva después de las exportaciones del oro y de la plata (Brana, 1964). México era el primer productor de la cochinilla durante el período colonial (Portillo y Vigueras ). pero, hoy, la cantidad más grande de cochinilla se obtiene de regiones de Perú, de Canarias, y de Chile, actualmente hay un resurgimiento en la demanda para la cochinilla del carmín debida, en parte, a los informes que las reacciones alérgicas del producto sintético de los tintes, y porque hay un deseo mundial de utilizar productos libremente de los añadidos artificiales (Portillo 1992). Debido a la gran importancia que la cochinilla está tomando otra vez encendido, hay interés renovado en México en producir este insecto (Portillo y Vigueras, 1998).

### **CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE *Dactylopius***

En el caso de las hembras miden 3 a 6 mm de largo por 2.5 a 4.5 mm de ancho. Cuerpo oval, convexo, en el que apenas pueden distinguirse las regiones correspondientes a la cabeza, tórax y el abdomen, están cubiertos por una sustancia algodonosa o polvosa secretada por glándulas especiales y que sirve como mecanismo de defensa contra sus enemigos naturales. Esta secreción se identifica como cera, laca o seda y ha servido desde hace siglos para distinguir a la cochinilla fina, *D. coccus*, de sus hermanas de género, la cochinilla corriente *Dactylopius spp.*, que también produce carmín, aunque en menor cantidad y de menor calidad. En *Dactylopius coccus* esta cubierta es como un polvo blanco que se desprende fácilmente, mientras que en las otras especies es filamentosa, se

forma como una telaraña difícil de desprender. Mucho se ha especulado sobre si esta diferencia se ha desarrollado de manera natural o es producto del manejo humano (Pérez y Becerra, 2002).

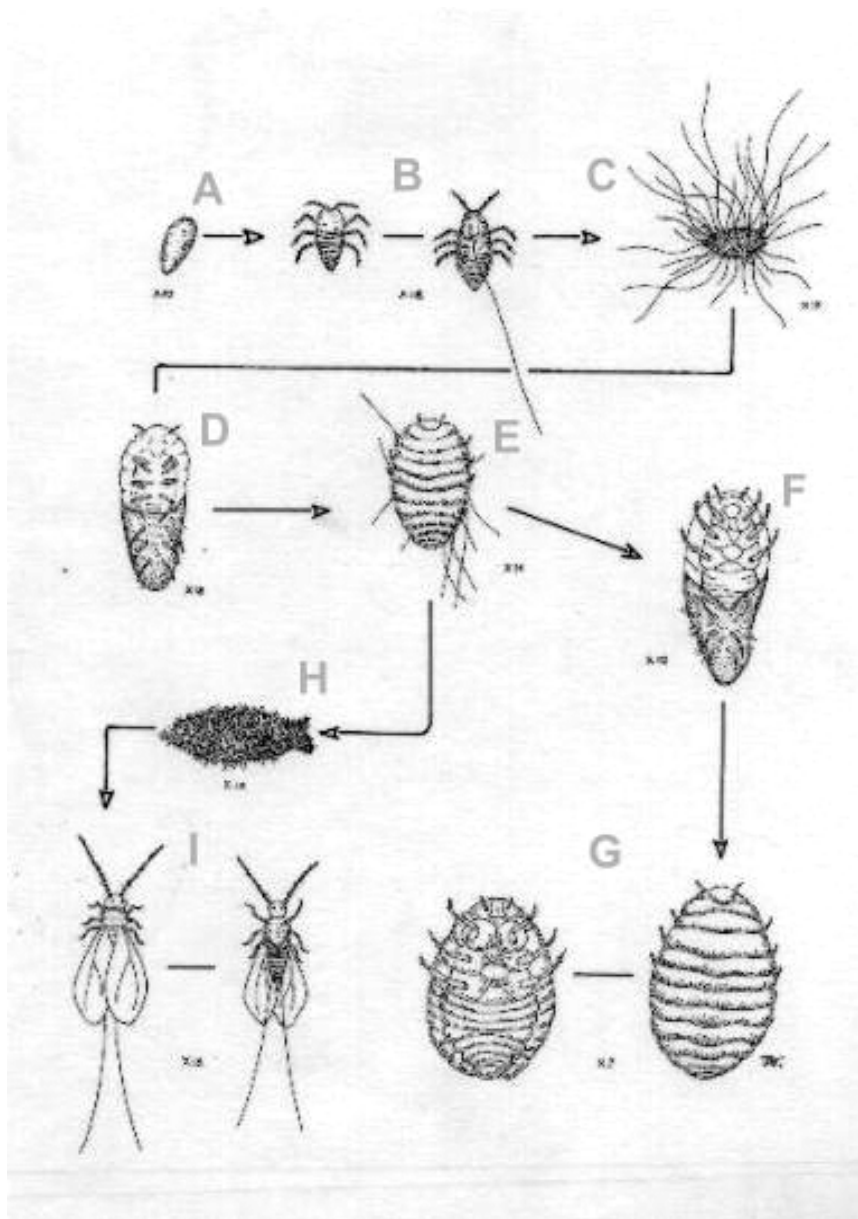
### ***CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DE Dactylopius***

Presenta un marcado dimorfismo sexual en la especie: los machos son mucho más pequeños que las hembras (2.5 mm de largo y 5 mm de expansión alar), su cuerpo es alargado y delgado, son alados y presentan cabeza, tórax y abdomen claramente diferenciados. Proporcionalmente nacen muchos menos machos que hembras; se dirigen a ellas sólo para copular (2 a 3 días) y después mueren, ya que por tener el aparato bucal atrofiado no pueden alimentarse. Una vez fecundada, la hembra mantiene los huevecillos hasta que eclosionan las ninfas, tan pequeñas que es difícil observarlas a simple vista; éstas abandonan el cuerpo de su madre para buscar el lugar más succulento de la penca y ahí clavan su estilete (aparato bucal) para extraer la savia (jugo) de la cual se alimentan, quedando fijas el resto de su vida. Una hembra produce de 150 a 400 huevos y su ciclo biológico es de aproximadamente 115 días (Pérez y Becerra, 2002.).

El desarrollo del insecto, se resiente mucho del estado higrométrico de la atmósfera. En estaciones húmedas, el insecto crece muy poco a poco, y su debilidad atrasa el momento de puesta, la cual, por el contrario, se activa notablemente cuando hace calor (Pérez y Becerra, 2002.).

### **CICLO BIOLÓGICO DE *Dactylopius***

En la sig figura 2 muestra el huevo (A), del cual emerge el primer estado ninfal, denominado ninfa I, éste se divide en: Ninfa migrante, que aquí está con vista dorsal y ventral (B), en esta etapa el insecto busca un lugar donde establecerse; la otra etapa se llama Ninfa establecida, que es el momento en que fija su estilete (aparto bucal) al cladodio del nopal, y es claramente evidenciado por la aparición de numerosos filamentos cerosos que se rompen con facilidad (C). La ninfa I sufre un muda (D), luego de la cual queda desnuda de toda cera blanca, y su cuerpo se observa rojo carmín, pero inmediatamente de terminar la muda, aparece entonces la Ninfa II (E) que de nueva cuenta se cubre de cera polvosa. Hasta aquí no es tan fácil diferenciar los sexos, pero en adelante el dimorfismo sexual es más evidente a simple vista, ya que la hembra lleva a cabo una segunda muda (F) de la cual emerge la hembra adulta (G). En tanto el macho comienza a elaborar un capullo (H) donde sufrirá una serie de transformaciones (prepupa, pupa...) hasta aparecer como adulto alado, el cual se distingue con facilidad por sus dos caudas terminales (I). El ciclo biológico tiene una duración promedio de 90 días, que puede acortarse o alargarse dependiendo de los factores abióticos, especialmente de la temperatura (Portillo, 2003).



**FIGURA 2. CICLO BIOLÓGICO DE *DACTYLOPIUS***

## **DESARROLLO DE LA HEMBRA *Dactylopius***

**De acuerdo con Barbera, et al (1999) es la siguiente.**

### **Huevo:**

Es oval de 0.72 x 0.33 mm con un color rojo intenso y una superficie suave y brillante.

### **Primer instar**

Presenta una fase migratoria y una fase de establecimiento en cladodio. El nuevo es un ovalo rojo intenso de 1.06 x 0.52 mm con ojos rojo oscuro y antenas ligeras que se proyectan hacia fuera. Poseen patas bien desarrolladas en ambos lados. En pocos minutos el cuerpo, incluyendo apéndices, se cubren con una cera blanca polvosa. Horas después muestran filamentos cerosos. Generalmente los caminantes avanzan hacia la planta huésped cuando pueden encontrar cladodios nuevos. Los filamentos crecen tanto del lado y de atrás del cuerpo y son fácilmente destruidos por el viento.

El establecimiento o adherencia del primer instar ocurre con dos días, cuando inserta su estilete en el cladodio para alimentarse. El insecto exhibe un comportamiento tigmotactico, prefiriendo localizarse en la base de las espinas o en irregularidades de la superficie de la planta. Los caminantes parecen ser foto tácticos negativos. Desde este momento se mantiene en el mismo lugar hasta que se completa su desarrollo. Los nuevos caminantes eclosionados no muestran dimorfismo sexual, sin embargo en la medida que se comienzan a producir tiras de cera, los machos y las hembras se separan. En general los caminantes machos tiene filamentos cerosos mas cortos y solo los desarrolla en los segmentos abdominales. El primer instar establecido aumenta en tamaño mientras excreta un liquido viscoso en forma de gotas, que con el tiempo se endurecen y toma un color blanco – amarillento. El estadio de primer instar dura 21 a 25 días.

### **Segundo instar:**

La primer muda se lleva acabo 25 35 días después de la eclosión. Justo después de emerger la muda, el segundo instar es ovalo de 1.14 x 0.65 mm, de color rojo oscuro y brillante. E un periodo corte se cubre con una cera blanca polvosa que oculta la segmentación

del cuerpo. Lo contrario con el primer estadio, no muestra filamentos u otras características fácilmente distintivas. La mayoría se queda establecida en los cladodios. Después de mudar el insecto debe readherirse a la planta huésped. Algunos tienden a ser desplazados y otros no se readhieren con éxito, aunque algunos pueden insertar parcialmente su estilete. Con una duración de entre 13 y 18 días, la piel eliminada permanece adherida a la parte posterior de la hembra en forma de un cuerpo ceroso mas o menos triangular.

#### **Hembra adulta:**

La segunda muda ocurre 11 a 23 días después de la primera muda. Justo después de emerger es ovalado, de color café-rojizo, de un tamaño de 2.81 x 1.87 mm. En posteriores horas se cubre con una cera blanca polvosa y excreta las gotas del líquido viscoso mencionado antes. La fecundación ocurre unos días después de la muda y la hembra aumenta rápidamente de tamaño hasta 6.24 x 4.71 mm. Este periodo de preovoposición dura de 30 a 68 días. La hembra completamente madura en ovoposición completa (28 – 50 días) tiene una apariencia ligeramente oscura. Las hembras vírgenes tienden a ser blancas. El ciclo biológico completo de la hembra es de entre 102 a 181 días.

### **DESARROLLO DEL MACHO *Dactylopius***

**De acuerdo con Barbera, Inglese y Portillo (1999) es la siguiente:**

#### **Huevo y primer instar**

Estos estadios son casi iguales al desarrollo de la hembra. La diferencia principal se relaciona con su comportamiento y la secreción de cera. En general los machos se alojan cerca de la hembra ovopositante.



**Segundo instar:**

Entre los 8 y 12 días después de emerger, el macho produce gran cantidad de cera fibrosa que forma un nido blanco, ovalado entre 1.2 y 2.5 mm de largo con una apertura al final del mismo. Los primeros filamentos cerosos se adhieren al sustrato y luego el insecto comienza a rotar lentamente en su eje longitudinal para formar el nido. Aproximadamente un día después se completa el nido.

**Prepupa:**

La prepupa se forma dentro del nido. Su apariencia externa se diferencia del segundo instar, con un cuerpo rojizo de 1.3 x 0.75 mm y la sección del cuerpo claramente visible. El macho joven permanece en el nido sin alimentarse durante los estadios prepupal y pupal hasta que emerge el adulto.

**Pupa:**

La prepupa se muda en una pupa que también son rojizas y se caracterizan porque se hace más distintiva la segmentación del cuerpo y sus apéndices. Mide 1.65 x 0.75 mm. Las antenas y las patas son más largas que un tercio de la longitud del cuerpo. El periodo de tiempo desde la formación del nido hasta para ninfa II a la emergencia del adulto es entre 18 a 22 días.

**Adulto:**

Después de la última muda, el macho adulto permanece dentro del capullo por 24 horas. El macho emerge de la pupa. Dentro de pocas horas se forman largos filamentos cerosos de la sección extrema del abdomen. El macho adulto es de apariencia frágil, de una longitud de 2.2 mm y de 4.8 mm de ancho (1.3 – 1.5 mm de ancho e el mesotórax). El cuerpo es de color rojizo con un polvo ceroso blanquizco. El macho carece de partes bucales. Las piernas son delgadas y bien desarrolladas.

**DESCRIPCIÓN DE ESPECIES PARA LA PRODUCCIÓN DE LA  
GRANA COCHINILLA**  
*Opuntia ficus- indica*

Fuente: ([www.carpetas.semarnat.gob.mx](http://www.carpetas.semarnat.gob.mx))

LUGAR DE ORIGEN: Aunque se desconoce su lugar exacto de origen, se trata de una especie muy cultivada en las zonas subtropicales, y que se ha vuelto espontánea en México, en la región mediterránea y en el sur de África.

SINONIMIA: *Cactus ficus-indica* L.

*Cactus opuntia* Gossone

*Opuntia vulgaris* Tenore

*Opuntia ficus-barbarica* Berger

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Nopal, nopal de castilla, tuna de castilla, tuna mansa, tuna fina, tuna blanca.

DESCRIPCIÓN: Plantas arborescentes de 3-5 m de alto o más; tronco leñoso bien definido de 60 cm a 1.50 m de altura y 20-30 cm de diámetro; artículos oblongos hasta largamente obovados, de 30-60 cm de largo y 20-40 cm de ancho y 1.9-2.8 cm de grueso, color verde opaco; integran ramas de varios artículos que forman una copa muy ramosa; areólas distantes separadas entre sí como 2-5 cm, pequeñas, angostamente elípticas, de 2-4.5 mm de largo, 3 mm de ancho; espinas casi siempre ausentes, cuando existen son escasas y pequeñas; glóquidas más o menos numerosas, amarillas, caducas; flores de 7-10 cm de diámetro y como de 6-8 cm de largo, segmentos exteriores del perianto ovados hasta ampliamente cuneados, obovados, agudos hasta truncados, enteros, mucronados o denticulados, amarillos con la porción media rojiza o verdosa;

segmentos interiores del perianto angostamente obovados hasta angostamente cuneados, truncados hasta redondeados, enteros, mucronados o denticulados, amarillos hasta anaranjados; pericarpelo con algunas espinas pequeñas, caducas; fruto oval, de 5-10 cm de largo y 4-8 cm de diámetro, amarillo, anaranjado, rojo o purpúreo, con abundante pulpa carnosa, algo umbilicado.

USOS: El empleo de esta planta se remonta a la época prehispánica.

Comestible: Sus frutos (las tunas) y sus artículos tiernos son comestibles.

Forrajera: Aprovechamiento por el ganado.

Industrial: Como gomosa para productos alimenticios.

Medicinal: Se le atribuyen propiedades medicinales, hoy en día es uno de los remedios más populares contra la diabetes, sus artículos tiernos se preparan licuadas con agua o bien se comen crudos o en ensalada; se dice también que es buen remedio contra la gastritis y los cólicos intestinales, para ello es más recomendable usar la raíz cocida y mezclada con guayaba; otras aplicaciones, pero menos frecuentes, son para las afecciones de los pulmones y como auxiliar en el parto.

Ornamental: Se siembra como ornamental, en huertos familiares.

Textil: Se obtienen fibras a partir de las hojas.

HÁBITAT: Ampliamente distribuido en climas seco, semiseco y templado; Se cultiva ampliamente también; hay 3 variedades diferentes, desde al nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m.

Cultivada en suelo pedregoso.

### ***Opuntia jaliscana* Bravo**

Fuente: ([carpetas.semarnat.gob.mx](http://carpetas.semarnat.gob.mx))

DESCRIPCIÓN: Arborescente, con tronco bien definido y ramificadamente abundante, hasta de 4 m de altura. Artículos angostamente oblongos, de 20 cm de largo y 8 a 9 cm de ancho, color verde claro, muy pubescente, algo tuberculado. Aréolas más bien numerosas, distantes entre sí 2.5 cm, pequeñas, circulares hasta piriformes, de 1.5 a 2 mm de largo, circundadas por un angosto margen negruzco con escaso fieltro bayo y glóquidas cortas, amarillas. Espinas 1 a 3, amarillas, cortas, de 5 a 15 mm de largo, algo aplanadas, erectas o dirigidas oblicuamente hacia arriba. Flores en la terminación de los artículos y también en la superficie plana, color rojizo anaranjado; filamentos interiores amarillos, los exteriores rojizos; anteras color crema; estilo rojo intenso; lóbulos del estigma 7, al principio verdosos, después crema ó rojizos; pericarpelo angostamente obovado, pubescente, de 3 cm de largo y 2 cm de ancho, provisto sólo hacia el ápice de numerosas aréolas circulares, con fieltro bayo oscuro y glóquidas muy cortas, sin espinas.

USOS: Comestible: Las pencas se utilizan como producto alimenticio para el hombre

HÁBITAT: Vegetación xerófila con presencia de *Dasyllirion*, *Agave* y *Bursera*.

Matorral de Acacia y nopalera. Suelo laterítico pedregoso. Se encuentra entre los 1450-2250 m.s.n.m.

DISTRIBUCIÓN: estados de Jalisco, Guanajuato y Michoacán.

***Opuntia streptacantha* Lem.**

Fuente: ([carpetas.semarnat.gob.mx](http://carpetas.semarnat.gob.mx))

SINONIMIA: *Opuntia cardona* Weber

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Tuna cardona, nopal cardón, nopal hartón.

DESCRIPCIÓN: Arborescente, muy ramosa, hasta de 5 m de altura. Tronco bien definido de hasta 45 cm de diámetro. Artículos obovados a orbiculares, de 25 a 30 cm de longitud, color verde oscuro. Aréolas pequeñas, cercanas entre sí para este grupo. Espinas numerosas, extendidas, blancas; glóquidas color pardo rojizo, muy cortas. Flores de 7 a 9 cm de ancho, amarillas a anaranjadas; sépalos rojizos; filamentos verdosos o rojizos; lóbulos del estigma 8 a 12, verdes. Fruto globoso, de 5 cm de diámetro, rojo oscuro o a veces amarillento, en ambos casos por fuera y por dentro.

USOS: Agrícola: Se emplea básicamente como cerca viva.

HÁBITAT: Nopalera alterada con *Yucca*. Nopalera, sobre suelo, escaso en vegetación de matorral. Se encuentra entre los 2085-2456 m.s.n.m.

MANEJO: La especie se cultiva y también se aprovecha de las enormes extensiones de las nopaleras silvestres.

DISTRIBUCIÓN: Distribuido a través del desierto Chihuahuense, desde el estado de Chihuahua hasta el estado de México.

### ***Opuntia tomentosa* Salm-Dyck var. *hernandezii* (DC.) Bravo**

Fuente: ([www.carpetas.semarnat.gob.mx](http://www.carpetas.semarnat.gob.mx))

SINONIMIA: *Opuntia hernandezii* DC.

*Opuntia hernandezii* DC var. *typica* Roland-Gosselin.

NOMBRE(S) COMÚN(ES): Nopal de San Gabriel.

DESCRIPCIÓN: Planta erecta, ramosa, de color verde brillante. Artículos grandes, obovados, elípticos, gruesos. Aréolas pequeñas, redondeadas, con fieltro grisáceo. Espinas ausentes, rara vez 1 o 2, pequeñas, blancas y pungentes. De Candolle describe *Opuntia hernandezii* como sigue: Erecta, artículos gruesos, subrotundos,

ovados, subinermes. Flores abiertas; estambres y estilo más corto que los pétalos. Thiery de Ménonville dice: "El nopal es una cactácea *Opuntia* con artículos comprimidos; sus raíces son de un gris cenizo tirando a amarillo, se vuelven leñosas con la edad, hay una pivotante perpendicular y otras horizontales, son redondas, suaves en las plantas jóvenes y leñosas en las adultas. El tallo de este nopal se eleva recto como el de la mayor parte de las *Opuntias*; sus artículos son de forma oblonga-oval, de 10 a 18 pulgadas de largo por 5 a 9 de ancho y como 1 y media de espesor. Cuando la planta ha adquirido todo su desarrollo, la epidermis de los artículos ofrece una superficie suave al tacto, ligera y muy finamente pilosa; es de un verde sombra en los artículos adultos y de un verde claro y brillante en las jóvenes. Las yemas del tronco están armadas de una, dos o tres espinas de las cuales la primera es mayor que la segunda y ésta, mayor que la tercera, cuando hay tres; cuando no hay más que dos, una es siempre más grande que la otra; estas espinas son grandes, numerosas y fuertes y en las ramas viejas de dos o tres años, desaparecen; en los artículos jóvenes raramente hay 1 o 2 espinas cortas. En el resto, las yemas están siempre provistas de fascículos de cerdas color rojizo tostado como en las otras *Opuntias*".

**USOS: Colorante: Este nopal fue uno de los usados desde la época prehispánica hasta nuestros días para el cultivo de la cochinilla.**

**HÁBITAT: Matorral espinoso, sobre suelo pedregoso.**

Matorral xerófito espinoso con *Senecio praecox*, *Opuntia*, *Hechtia*, *Mimosa*, *Bursera* y *Agave*. Se encuentra entre los 1770-2360 m.s.n.m.

**MANEJO: Se mantiene en nopaleras cultivadas para el aprovechamiento y comercialización de la cochinilla.**

DISTRIBUCIÓN: Región central de México, abundante en el valle de México.

### ***Opuntia atropes Rose***

DESCRIPCIÓN: Planta de gran ramificación, con una altura de 1 a 3 metros. Artículos que van de oblongos hasta obovados, con una longitud de 20 a 30cm, color verde oscuro, con pubescencia suave, algo brillantes cuando son jóvenes; hojas de cuatro a cinco mm de largo, acumuladas, pubescentes, con la punta rojiza. Areolas circulares, con filtro leonado. Espinas jóvenes blancas o amarillentas, las viejas son de 3 a 6 cm de largo, un poco anguladas, generalmente erectas, amarilla opaco o morenas en la base, amarillas casi blancas hacia la punta, con numerosas y largas glóquidas. Flores rojizas; ovario pubescente, areolas con glóquidas largas y espinas escasas. Fruto abovado con numerosas areolas provistas de espinas setosas, angostas y largas.

Se les caracteriza por su tronco negrusco.

DISTRIBUCIÓN: Estados de Morelos, México, Michoacán y Guerrero. Localidad tipo: lechos de lava cerca de Yautepec, Morelos (Bravo, 1978).

### ***Opuntia amyclaea Tenore***

Sinónimos: *Opuntia máxima Miller*

*Opuntia alfajayucca Karwinsky*

DESCRIPCIÓN: Planta arbustiva con artículos oblongos hasta elípticos, gruesos, de color verde oscuro hasta glauco, de 30 a 40 cm de longitud; hojas agudas, rojas, de 4 mm de longitud. Areolas pequeñas con 1 o 2 cerdas cortas en su parte inferior. Espinas rígidas perpendiculares de 1 a 4 divergentes, generalmente menor de 3 cm de longitud, blancas o color de cuerno y anguladas las mas

gruesas; glóquidas caducas de color café. Flores amarillentas, fruto no muy jugoso (Bravo, 1978).

### ***Opuntia crassa Haworth***

DESCRIPCIÓN: Planta arbustiva con una altura de 1 a 2 metros, algo ramosa. Artículos abovados hasta oblongos, de longitud de 8 a 12.5 cm, gruesos de color verde azulados o glaucos. Areolas con fieltro y glóquidas de color café. Con 1 ò 2 espinas aciculares, de menos de 2.5 cm de largo, o a veces ausentes.

DISTRIBUCIÓN: No se encuentra en estado silvestre. Cultivada en regiones subtropicales y tropicales de América (Bravo,1978).

### ***Opuntia incarnadilla Griff***

DESCRIPCIÓN: Plantas de gran altura que alcanzan de 4 a 5 metros o mas, con troncos leñosos mas o menos definido. Artículos grandes, obovados hasta oblongos, a menudo oblicuos, como de 40 a 60 cm de longitud o mas, color verde ligeramente glauco. Hojas pequeñas, como de 3mm de longitud, verdes o purpúreas. Areolas pequeñas, en los artículos grandes distantes entre si 4 a 5 cm, con tomento café cuando son jóvenes. Generalmente de 1 a 5 espinas , aplanadas blancas, ligeramente extendidas, a veces escasas y confinadas a las areolas superiores; escasa glóquidas, amarillas, caducas; vuelven a crecer a veces en los artículos viejos. Flores que van de color amarillo hasta anaranjadas, aproximadamente de 8 cm de nacho; ovario abovoide, con o sin espinas. Fruto de 7 a 8 cm de longitud.

DISTRIBUCIÓN: en los estados de Estado de San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato y Zacatecas (Bravo, 1978).



### ***Opuntia fuliginosa Griffiths***

DESCRIPCIÓN: Plantas de 4 metros de altura o mas, arborescentes. Tronco leñoso bien definido, de unos 40 cm de diámetro, con la corteza negra. Artículos subcirculares hasta abovados, de color verde amarillento brillante. Hojas subulado - acuminadas, de 8 a 12 mm de longitud. Areolas elípticas a abovadas, distantes de 3 a 4 cm, con un diámetro mayor de 4 a 5 mm, con fieltro gris claro volviéndose cenizo y finalmente negro: glóquidas amarillas, muy variables comúnmente algo morenas, largo desigual pero frecuentemente de 8 a 10 mm. Espinas, de dos a tres milímetros de largo, traslucidas, de color hueso, ligeramente morenas, volviéndose blancas distalmente, dejando las bases traslucidas algo morenas, al segundo o tercer año se vuelven de un color gris sucio moteado, suberecto extendidas, la mas baja recurvada y la central de mayor longitud, aplanadas y comúnmente torcidas, en numero de 2 a 8 pero comúnmente 2 a 4 incrementando tanto en lo largo como en el numero durante dos o tres años. Flores amarillas con vetas rojas y siempre rojas cuando están cerradas, de tamaño menor, de 4 cm de diámetro cuando están abiertas y de unos 2.5 cm de largo; filamentos de color chocolate claro; estigma verde amarillento, con 6 a 9 lóbulos; pericarpelo subgloboso-abovado, con numerosas foveas en la superficie; densamente cubierto con areolas subcirculares llevando unas cuantas gloquidas y algunas espinas caducas muy delgadas. Fruto de color rojo, abovoide a fusiforme, con areolas circulares provistas de abundantes y prominentes glóquidas amarillas rodeadas por el fieltro ennegrecido; pulpa de color rojo muy intenso y pericarpo delgado.

Esta especie crece generalmente en altitudes de 1600 a 1800 m.s.n.m. en matorral subtropical.

DISTRIBUCIÓN: Estado de Jalisco, Colima y Michoacán (Bravo, 1978).

***Opuntia pilifera Weber***

DESCRIPCIÓN: Planta arborescente que alcanza una altura de 5 metros, tronco grueso, leñoso, bien definido. Artículos orbiculares de 12 a 35 cm de largo, gruesos, de color verde glauco o verde pálido. Numerosas areolas, circulares, de 3mm de diámetro, diámetro, con distancias entre una y otra de 2 cm, poco elevadas, provistas de largos pelos de color blanco, sedosos, de mas de 2 cm de largo, altamente abundantes en los artículos jóvenes. espinas de 3 a 9, generalmente de 3 a 6, aciculares, blancas con la punta amarillina, de 1 a 1.5 cm de largo. Flores grandes de gran tamaño, de 6 cm de diámetro, de color fresa oscuro; estilo rojo, con 7 lóbulos del estigma, de color verde claro; areolas del ovario con glóquidos morenas y con numerosos pelos blancos caducos. Fruto de color rojo, de 4 a 5 cm de longitud, jugoso.

DISTRIBUCIÓN: Estado de Puebla y Oaxaca (Bravo, 1978).

***Opuntia megacantha Salm-Dyck***

DESCRIPCIÓN: Plantas con una altura que alcanzan de 4 a 5 metros o mas, con troncos leñosos mas o menos definido. Artículos grandes, obovados hasta oblongos, a menudo oblicuos, como de 40 a 60 cm de longitud o mas, color verde ligeramente glauco. Hojas pequeñas, como de 3mm de longitud, verdes o purpúreas. Areolas pequeñas, en los artículos grandes distantes entre si 4 a 5 cm, con tomento café cuando son jóvenes. generalmente de 1 a 5 espinas , aplanadas blancas, ligeramente extendidas, a veces escasas y confinadas a las areolas superiores; escasa glóquidos, amarillas, caducas; vuelven a crecer a veces en los artículos viejos. Flores que

van de color amarillo hasta anaranjadas, aproximadamente de 8 cm de nacho; ovario abovoide, con o sin espinas. Fruto de 7 a 8 cm de longitud.

DISTRIBUCIÓN: Estado de San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato y Zacatecas (Bravo, 1978).

### ***Opuntia undulata Griffiths***

DESCRIPCIÓN: Plantas robustas, de gran altura, con ramificación abierta. Tronco cilíndrico aproximadamente de 30 cm de diámetro o más. Artículos muy grandes, abovados, ampliamente redondeados arriba de la parte media, generalmente de 35 a 55 cm, duros y firmes, ondulados o aplanados, brillantes, al principio de color amarillo verdoso, después de color verde oscuro, con un ligero tinte glauco hasta café; escamosos en los troncos viejos; hojas subcirculares en sección, subuladas, acuminadas, comúnmente con matiz rojo en la punta, aproximadamente de 4 mm de longitud sobre un tubérculo prominente y sostenidas por una areola prominente de color café oscuro.

Areolas subcirculares hasta abovadas o elípticas, aproximadamente de 3.5 por 4.5 mm, con una distancia entre ellas de 5 a 6 cm; glóquidos en haces compactos en la parte superior de la areola, como de 1 mm de longitud. Espinas escasas de color blanco, cortas, erectas, aplanadas, rectas o torcidas, de 10 a 15 mm de longitud, 1 a 4, frecuentemente 1 o ninguna. Fruto grande de 4 a 5 por 9 a 10 cm, rojo hasta con un ligero tinte anaranjado; la pulpa de color rojo y anaranjado.

DISTRIBUCIÓN: Cultivada en México (Bravo, 1978)

### ***Nopalea cochenillifera***

DESCRIPCIÓN: Planta arborescente que alcanza un altura de hasta 7 metros, muy ramificada, glabroso; tallo bien definido; cladodios oblongos angostos de aproximadamente 30 cm de largo por 4-7 cm de ancho, verde claro; areolas dispuestas en series espirales de 9 a 10 con lana amarilla y glóquidos. Generalmente espinas ausentes, encontrándose algunas veces una espina en cladodios viejos, de 1 cm de longitud, amarillenta; al exponerse al sol el número puede aumentar ligeramente. Flores tubulares de aproximadamente 5.5 cm de longitud, rojo purpúrea, casi no abre a la antesis; estambres forzados y dispuestos 1 a 1.5 cm arriba del perianto; filamentos de color rosa y anteras amarillas. El estilo se fuerza arriba del androceo, rosa a rojizo, 6 a 7 lóbulos de los estigmas de color verde. Fruto abovado, tuberculado, de aproximadamente 5 cm de longitud, rojo, espinas ausentes, solo glóquidos; semillas numerosas, bien formadas, abovadas, con el hilio hundido, 1 arilo lateral sub-basal y lateral bien desarrollado.

#### USOS:

En México esta planta es utilizada como un sustrato para el cultivo del insecto de la grana cochinilla. El pericarpelo de la flor se utiliza como hortaliza para el consumo humano y como forraje para el ganado.

DISTRUBUCION: En México se cultiva principalmente en las costas del Atlántico y el pacífico (Barbera e Inglese, 1999).

## **ZONAS HABITABLES FAVORABLES PARA EL BINOMIO TUNA-COCHINILLA**

Según la clasificación de zonas habitables del mundo de Leslie R. Holdrige, para el binomio *Opuntia-cochinilla* (Fig. 3) son:

- Montañas subtropicales, altura de 1000 – 2000 msnm., temperatura 18 – 24°C, precipitación de 250 – 500 mm.
- Estepas espinosas, bajas subtropicales, altura de 2000 – 3100 msnm., temperatura de 13 – 18°C, precipitación de 220 – 590 mm.
- Bosques subtropicales secos bajos, altura de 2500 – 3200 msnm., temperatura de 12 – 18°C, precipitación de 500 – 1120 mm.
- Montañas moderadamente espinosas, altura de 500 – 2300 msnm, temperatura 17 – 24° C, precipitación de 415 – 450 mm.
- Bosque subtropical espinoso, altura 2800 – 4000 msnm., temperatura de 7 – 11° C, precipitación de 230 – 670 mm.
- Estepa subtropical montañosa, altura 1800 – 2000 msnm., temperatura de 12 – 24° C, precipitación de 225 – 550 mm.

Fuente: (Mejía Vidaurre, 1993; Flores – Flores (Barbera, Inglesse y Pimienta, 1999).



**FIGURA 3. CULTIVO DE GRANA COCHINILLA**

### **ANTECEDENTES DEL CULTIVO DE LA GRANA COCHINILLA 62(*Dactylopius spp.*)**

La grana fina fue llamada (*coccus cacti L.*), hasta fines del siglo pasado, en que se comprobó que tal denominación correspondía a otro insecto.

Aunque se ha comprobado que existen otros tipos de grana como son *Dactylopius indicus*, *Dactylopius confusus* y *Dactylopius tomentosus*, estas especies que producen de manera similar el colorante característico (ácido carmínico), sin embargo, aparentemente existen diferencias considerables entre ellas, como la cantidad de pigmento y de acuerdo con trabajos realizados como es el caso citado por Morales, (1994). Se mostraron también ligeras variaciones entre ellas, siendo el mejor rendimiento y calidad de colorante obtenido con *Dactylopius coccus costa*. Estas cualidades son una de las principales características que

diferencian a la grana fina de la silvestre, además de otras características morfológicas significativas que existen entre ellas (Morales, 1994).

### **PLANTACIONES INTENSIVAS PARA LA PRODUCCION DEL CULTIVO DE COCHINILLA**

Según Barbera, Inglese y Pimienta (1999) en Chile, Perú y México, se establecen plantaciones especializadas para la producción de grana cochinilla. La distancia que existe entre las plantas es de 0.5 – 1.0 x uno a dos metros; el riego, fertilización y control de malezas se hacen rutinariamente. Las plantas pueden ser infestadas cuando alcanza una altura de uno a dos metros; esas plantas generalmente se obtienen en un lapso de dos a tres años después del establecimiento en terrenos con riego y después de cuatro a cinco años en condiciones de lluvia (Fig. 4).



**FIGURA 4. SISTEMA DE PLANTACIÓN INTENSIVA DE *Opuntia* PARA LA PRODUCCIÓN DE GRANA COCHINILLA.**

#### **PRODUCCION INTEGRADA EN *Opuntia* (FRUTO, FORRAJE Y COCHINILLA)**

En Cochamba, Bolivia la producción de grana cochinilla tuvo un ritmo de producción de 50,110,130 y 0kg/ha. Aplicando un sistema de rotación en la parcela de una hectárea de nopal de las cosechas anuales varia entre 53 y 91kg. La producción de forraje (cladodios) de nopal se mantiene en 10kg / planta por año con picos de hasta 25kg/ planta (cuando se aplica la poda drástica).

La producción de fruto aumenta después de la plantación hasta 3000kg / ha cuando la cochinilla empieza a producir. La producción de cochinilla se optimiza a costa de la producción de fruto y forraje, sin embargo; el impacto económico estimado por la producción de cochinilla fue muy por encima de los otros usos (Vázquez, Gallegos, Treviño y Días, 1997).



## **SITUACIÓN DE LA GRANA COCHINILLA EN MÉXICO**

El incremento de la demanda de los productos naturales es una verídica mundial y presenta una tendencia permanente, la grana cochinilla entra dentro de estos productos al ser un pigmento orgánico. En México se busca la manera de producir este insecto ya que al ser un producto de utilización variada, además de ser respaldado por los principales organismos alimentarios de EAU. y Unión Europea, está plenamente justificado el interés generalizado hacia este insecto. Cuadro 7(Aguirre y Reyes, 1999).

En México el uso del pigmento de la grana cochinilla ha crecido considerablemente al grado que 10 años atrás prácticamente no se utilizaba , ahora este país es el segundo usuario mas grande de carmín en el mundo. Cuadro 8 (Portillo y Viguera, 2003).

En nuestro país es un hecho de que la grana cochinilla debe ser cultivada pero resultaría muy difícil desarrollar los sistemas de cultivo al aire libre como el que se lleva a cabo en Sudamérica , específicamente en el norte de Chile y la costa de Perú, ya que en México se tienen condiciones ecológicas bastante particulares pues se tiene con especies silvestres de grana cochinilla que son excelentes controladores biológicos del nopal hospedero y competidores problemáticos de la grana cochinilla fina , esto a ocasionado que algunos productores disminuyan la producción de grana cochinilla por los efectos negativos de la grana cochinilla silvestre (Aguirre y Reyes, 1999).

De cualquier forma se continúa el cultivo de la grana cochinilla en algunas regiones del país. La superficie de nopal cultivada para la cría de este insecto se mantiene inferior a las 100 ha estimadas por Aguirre y Reyes, (1999). Se estima que la producción de grana es alrededor de 100kg al año. Se ha formado un Programa Nacional de Grana Cochinilla el cual tiene como objetivo fomentar el empleo en

zonas de pobreza extrema mediante el rescate, fomento y apoyo a este cultivo. Dicho programa esta enfocado a pequeños productores y no a las grandes inversiones (Aguirre y Reyes, 1999).

En diversos empresarios se ha despertado el interés por invertir en este cultivo y en el proceso de la grana cochinilla con excepción de Productos Naturales Mexicanos (PRONAMEX), en general lo hacen en escala muy pequeña, ya que en mayor escala no se cuenta con una seguridad que apoye su inversión (Aguirre y Reyes, 1999).

**CUADRO 7. EXPORTACIONES Y PRECIOS DE CARMÍN Y DERIVADOS DE LA GRANA COCHINILLA. (PORTILLO Y VIGUERAS, 2003).**

<b>Periodo</b>	<b>Precios promedio de exportación de cochinilla seca, en dólares / Kg.</b>	<b>Precio promedio de exportación de carmín en dólares/kg.</b>	<b>Precio promedio de exportación de ácido carmínico en dólares/kg.</b>
1992	15.50	107.70	-----
1993	13.70	85.20	-----
1994	18.30	106.30	195.60

1995	55.70	232.80	479.50
1996	87.80	329.30	678.70
1997	74.70	310.00	653.80
1998	30.60	137.60	374.80
1999	25.40	117.50	321.00
2000	18.10	71.00	214.00
2001	16.10	62.50	-----
2002	15.50	51.70	-----

**Nota:** parte de esta información fue proporcionada por Jacqueline Guerrero (Rabobank) y Agroindustrias de Colca S.A. y S.D. Internacional S.A.

Prompex.gob.pe/prompex/menu\_risth/lista\_precios\_colorantes.html

Fuente: (Portillo L. y Viguera A. L. 2003. Cría de grana cochinilla, Universidad de Guadalajara, México.

#### **CUADRO 8. REGIONES CONSIDERADAS EN EL PROGRAMA NACIONAL DE GRANA.**

<b>REGIÓN</b>	<b>ESTADOS</b>
Sureste	Chiapas, Oaxaca, Puebla y Guerrero
Valle de México	Distrito Federal, Hidalgo, Tlaxcala, Morelos y Estado de México
Occidente	Michoacán, Jalisco, Nayarit y Baja California Sur
Altiplano	Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Querétaro

Fuente: (Programa Nacional de Grana Cochinilla, Julio de 1999),

(<http://www.geocities.com/cucba/pronaco.html>)

## **PRODUCTOS DERIVADOS DE LA COCHINILLA**

De la cochinilla se obtienen los siguientes productos:

- Cera.
  - Extracto acuoso colorante de cochinilla.
- Extracto alcohólico colorante de cochinilla.
- Extracto acuoso colorante de cochinilla, estable a los ácidos de frutas.
- Extracto colorante de cochinilla, libre de sodio y potasio, estable a los ácidos de frutas.
- Ácido carmínico en cristales.
- Ácido carmínico en solución acuosa, estable a los ácidos de frutas.
- Ácido carmínico soluble en aceites y grasas comestibles.
- Carmínato de calcio, "carmín negro".
- Carmín de cochinilla en diferentes concentraciones de ácido carmínico.
- Solución de la laca Carmín, al 4% de ácido carmínico.
- Solución acuosa de la laca Carmín, libre de sodio y potasio.
- Laca Carmín en polvo, hidrosoluble.
- Laca Carmín en polvo, hidrosoluble libre de sodio y potasio, etc.

(<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Quimica/pigmentos/archivos%20PDF/tecnologia.pdf>)

## **FACTORES BIÓTICOS QUE AFECTAN EL CICLO DEL *Dactylopius***

### **Especies de *Opuntia***

Las especies de *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, muestran una resistencia a la especie. En el caso de las especies *Opuntia ficus-indica* Mill, *Opuntia jaliscana* Bravo, mantienen la mayor cantidad de cochinilla (Barbera, Inglesa y Pimienta, 1999).

La *Opuntia megacantha* Lem, muestra mayor resistencia a la cochinilla, ya que las ninfas no pueden establecerse ( Maldonado- Garrizo, 1985;citado por Barbera, Inglesa y Pimienta, 1999).

La especie *Opuntia ficus-indica* son las que muestran las mejores características para el establecimiento de la cochinilla en términos del número de estomas y grosor de la cutícula ( Colorantes Naturales Soc. Anónima, 1992; citado por Barbera, Inglesa y Pimienta, 1999).

### **Edad y condición del cladodio**

La edad de los cladodios influye en el establecimiento de los caminantes. Los cladodios de menos de 5 meses de edad, así como aquellos de menos de 3 años no son adecuados para la producción de cochinilla. Con la edad y el grosor de la cutícula y la composición química del cladodio tienen un efecto negativo en establecimiento de la cochinilla; lo ideal son los cladodios de 1 a 2 años de edad. Es de conocimiento común de que la planta debe estar sana y vigorosa para producir buenos rendimientos de cochinilla. Se ha observado que cuando los cladodios tienen deficiencias en su sistema de alimentación y agua se afecta el desarrollo

normal de la cochinilla. También ha sido observado y medido el efecto del vigor del cladodio sobre el establecimiento de ninfas I. Los cladodios gruesos, pesados de color verde oscuro con buena sanidad y alta turgencia mostraron alta resistencia al insecto. Los caminantes no tenían capacidad de penetrar cladodios delgados, débiles y cloróticos con poca turgencia intracelular. Los de turgencia intermedia mostraron susceptibilidad y hubo mayor establecimiento de caminantes Cuadro 9 (Barbera, Inglesa y Pimienta, 1999).

**CUADRO 9. FACTORES ABIÓTICOS QUE INTERVIENEN EN EL CULTIVO DE LA COCHINILLA, TOMADO DE BONILLA (1998)**

FAC TOR	EFECTO	REFE RENC IA
Tem perat ura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de ciclo biológico. Disminución del número de machos.</li> <li>• Grado de ovoposición de las hembras Establecimiento de ninfas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méndez (1992.)</li> <li>• Tekelenburg (1995.)</li> </ul>
Preci	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación hasta el 100% de la población de cochinilla</li> <li>• Sofocación, chamusco, chorreo y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campos y flores, 1988.</li> <li>• Alzate y</li> </ul>

pitación	pérdida de la cochinilla <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento y desarrollo</li> </ul>	Ramírez,(1777). <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIID-CANADA,(1997).</li> </ul>
Viento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limita el establecimiento de las ninfas.</li> <li>• Disminución por arrastre de la cochinilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aquino, (1992).</li> <li>• Maldonado y flores, (1983).</li> </ul>
Luminosidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desplazamiento de las ninfas.</li> <li>• Crecimiento y desarrollo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flores y Zamarripa, (1999).</li> <li>• Aquino, (1992).</li> </ul>
Granizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arroja la cochinilla al suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alzate y Ramírez, (1777).</li> </ul>
Heladas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación más del 50% de la cochinilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alzate y Ramírez, (1777).</li> </ul>

Fuente: (Portillo y Vigueras, 2003). Cría de grana cochinilla. Universidad de Guadalajara, México).

## FORMAS DE CULTIVO Y MÉTODOS DE INFESTACIÓN

Fuente:(<http://www.geocities.com/granacochinilla/criadegranaacochinilla.html>). Las siguientes citas bibliográficas forman parte de esta fuente.

En México se han empleado principalmente dos formas de cultivo para la cría de cochinilla, la primera en planta establecida, utilizada por algunos campesinos a un nivel familiar, y la segunda en

cladodio (penca) cortado para proteger al insecto en cobertizos. Dependiendo de la época estacional, los cobertizos se elaboraban con materiales como: carrizo, petates de palma, cubiertas de zacatillo y hojas de plátano y palma (Alzate y Ramírez, 1777). Actualmente la forma de cría de este insecto se ha modificado de acuerdo al clima, temperatura, presencia de depredadores, disponibilidad del hospedero y otros factores abióticos propios de cada región. Algunas de las formas más empleadas son:

### **Microtúneles**

Para esta forma se utilizan materiales que proporcionen sombra, tales como plástico negro y malla verde de 1 mm de diámetro (Méndez, 1990). Se emplean para planta establecida de aproximadamente dos o tres años de edad o cladodios plantados de un año. Este procedimiento es útil en regiones donde las lluvias son abundantes, la temperatura es menor a 10°C, o cuando se requiere disminuir el ciclo biológico del insecto (Tekelenburg, 1995).

### **Cobertizos o tapescos**

Éstos son elaborados con carrizo, madera, troncos y techo de polilona, malla de sombra, petate de palma, plástico transparente o negro y otros materiales (Rodríguez y Portillo, 1990; Santibáñez, 1990) en los que se utilizan plantas de dos a tres años de edad o cladodios de uno a dos años de edad, que se perforan en su base y después son suspendidos mediante rafia, ixtle (lazo o mecate) o alambre recubierto con plástico. El uso de estos se recomienda cuando se dispone de poco material hospedero, si la cría del insecto no puede realizarse en planta establecida, si se requiere incrementar



la colonia de cochinilla, o cuando ésta se quiere proteger de los factores abióticos.

### **Planta o penca con sistema de cultivo hidropónico**

Esta nueva forma se desarrolló en Perú y México (Vigueras, 1992). Donde se emplean formulaciones con macro y micronutrientes que favorecen el crecimiento del nopal y por consiguiente la cría de cochinilla.

### **Semilla o pío de cría**

La cochinilla que se utiliza para este cultivo es la grana fina, se debe de cuidar en no confundirla con la cochinilla silvestre, que también crece en nopales donde se desarrolla la fina. A diferencia de la grana, la silvestre presenta en su cuerpo una cubierta algodonosa difícil de desprender, además tiene mayor adaptación a condiciones adversas tales como la lluvia y viento.

### **Infestación artificial o natural**

La artificial es aquella mediada por el hombre, donde se emplean principalmente "nidos" de acuerdo a las diversas metodologías (Ricci, bolsita de tul, nido, penca al pie, paño de algodón, raleó de cochinilla, penca infestadora, bandeja con malla milimétrica, etc.) (Abasto, 1993). Los métodos más recomendados en la literatura se mencionan a continuación:

### **Tenate (método oaxaqueño)**

La infestación consiste en colocar las cochinillas madres en la base de la planta del nopal, por medio de "nidos" tejidos de palma que se recomiendan fijarlos por un período de 15 a 20 días, tiempo

en el cual las hembras están liberando los huevecillos, además es recomendable hacer una rotación de nidos hacia las partes de la planta que no presenten una infestación adecuada con la finalidad de que exista una distribución mas homogénea del insecto. (S.D.R., 1990).

### **Bolsa de tul (método peruano)**

Se emplean cochinillas madre, las cuales se introduce en las bolsas de tul (aproximadamente 6 X 6 cm de lado) para luego ser fijadas en las plantas con ayuda de espinas u otro material no metálico para evitar pudrición en la penca. La ubicación de las bolsas debe ser en el tercio medio de la planta por la tendencia de migración ascendente de las crías en busca de pencas, que son la preferida para su establecimiento. Sobre este método Gareca (1993) nos dice que se deben hacer grupos de 15 a 20 cochinillas madres. Para colocarlas en cladodios de 3 años para que emigren a los cladodios superiores de 1 a 2 años (TUKUYPAJ, 1993).

### **Ricci**

Las infestaciones del método Ricci consiste en realizar una pequeña incisión en el tercio medio del cladodio de forma triangular de 2x2x2 cm por 0.5 cm de profundidad, que luego de cicatrizar sirve de soporte para las hembras ovíparas (OV) y sus ovipositoras (Portillo, Viguera y Zamarripa, 1992).

### **Penca al pie.**

Consiste en cortar las pencas de nopal infestadas con colonias de cochinilla cerca de la fase de oviposición; este procedimiento mejora si se coloca la penca-semilla entre 2 pencas; para que quede

protegida del sol y viento sujetándose con un cordón o con espinas. El proceso de infestación se produce al ovipositar las hembras fijadas en la penca; las crías migrantes pasan a la penca de las futuras plantas hospederas para fijarse (TUKUYPAJ, 1993).

### **Paño o algodón**

En este método se utilizan paños y /o algodones sobre cochinilla oviplena fresca, ya que al ovipositar las crías suben por el paño quedando atrapado; entonces estos paños pueden ser llevados y adheridos a las plantas a infestarse (TUKUYPAJ 1993).

### **Nido de caña.**

Consiste en cosechar OV y colocarlas dentro de una caña hueca con pequeñas perforaciones, que permitan salir las crías. Los orificios laterales pueden ser tapados con material fibroso y/o algodón. Una vez llenados con cochinilla se procede a colgarlo sobre la penca en forma horizontal, con ayuda de algún cordón de lana u otro material (TUKUYPAJ, 1993).

### **Raleó de Cochinilla**

Consiste en cosechar cochinillas OV dejando 10 por cladodio, la reproducción es considerable en un 100% (TUKUYPAJ, 1993).

### **Penca infestadora**

Consiste en cortar de la inserción del tallo las pencas infectadas con gran número de hembras adultas en plena oviposición para luego quitar el cladodio dejando de 15 a 20

cochinillas por cada parte para después infectar la porción del cladodio mediante una espina mas o menos larga (Gareca, 1993).

### **Bandeja con malla milimétrica**

Se aplica a cladodios sin raíces; es decir se cortan cladodios que reúnan las óptimas condiciones para la infestación y posterior a la infestación se cuelgan en un ambiente húmedo y con ventilación adecuada. Se elabora en un marco de madera de 10 x 90 cm, con cuatro patas formando con malla milimétrica. En el marco, se coloca una cantidad de OV y abajo cladodios de 1 año. Al marco se le da un movimiento horizontal 2 veces por día y los cladodios se retiran a las 48 horas para luego proceder a colgarlos (Gareca, 1993).

### **SELECCIÓN DE LA PENCA PARA INFESTAR**

Las pencas que se van a utilizar para la producción, no deben de estar muy maduras ni muy tiernas ya que la cochinilla no vive en estas pencas, la edad ideal es de uno a dos años. Una vez escogidas las pencas, se lavan para quitar suciedad, telarañas o cochinilla silvestre que pudiera tener, luego se procede a perforarlos en la base, para colgarlos e introducirlos dentro de un cobertizo para su protección.

## COLOCACIÓN DEL NIDO EN LA PENCA

Una vez elegido el material para infestar, el nido se coloca en la parte media de la penca y se sujeta con espinas, nunca con alfileres o alambres, ya que esto propicia que se pudra o se dañe la penca Fig 5.



**FIGURA 5. INFESTACIÓN DE *Dactylopius* en *Opuntia***

## ÉPOCA ÓPTIMA DE INFESTACIÓN

Las condiciones climáticas tienen un gran impacto en el momento que realiza la infestación de la cochinilla. El viento y la lluvia pueden separa fácilmente a los caminantes y a los primeros instares. Lluvias torrenciales y el granizo también separan insectos en otros estadios inclusive hasta adultos. La mejor época de infestación es después de las lluvias; esta época esta caracterizada en Bolivia con poco viento, temperaturas mínimas arriba de 8 a 10°C, y poca precipitación. Cuando se tiene de

nuevo el tiempo e lluvias, la cochinilla esta por terminar su segunda generación y comienza la tercera.

Entre la cochinilla ya establecida que tiende a formar colonias densas de insectos, hay suficiente protección para mantener la población durante la época de lluvias. En el caso de que una infestación sea dañada por lluvia o viento, se recomienda el resembrar a principios de la primavera después del frío invernal; en el caso de Bolivia la siembra se realiza en Abril-mayo y en agosto (Barbera, Inglese y Pimienta, 1999).

#### **CAUSAS POR LAS CUALES NO PROSPERA LA INFESTACIÓN**

Entre los enemigos de la Cochinilla, se distingue también por lo dañoso y cruel, cierta oruga parda, del grueso de un cañón de pluma de cuervo, y de una pulgada de largo. Descúbrase este insecto sondeando, por medio de un alfiler o de una púa, en los tejidos de las pencas ocupadas por las cochinillas; levantando la película exterior de la penca, se ve a la oruga devastadora, que harta de sangre, se agita, se enrosca, se desprende de la hoja, y cae al suelo. Otra oruga o larva de lepidóptero, del grueso de una simiente de acelga, hace también mucho daño a la Cochinilla, pues la devora y es uno de los mayores obstáculos que se oponen a su multiplicación. La "tiña" suele atacar a los nopales, y de ellos son productores ciertos gérmenes, que apareciendo al pié de las plantas, no tardan en apoderarse de ellas, y causarles daño de mucha entidad. La multiplicación de estos insectos es rápida y considerable, y su aglomeración forma sobre la epidermis de las hojas del nopal, una costra leprosa, sumamente perjudicial a la economía de la vegetación, como se produce en la planta una especie de rugosidad o aspereza tal, que impide a las Cochinillas fijarse y adherirse a ella. Las hojas de los nopales atacadas por esta lepra, parecen como

salpicadas de salvado, y en ella se nota como un vello amarillento, mezclado de puntitos blancos, parecidos a otras tantas Cochinillas recién nacidas (<http://www.cochinilla.org/socios2/zoologia.htm>).

### **PREFERENCIAS DE COLONIZACIÓN DE *Dactylopius***

El insecto productor del carmín, la cochinilla de la grana, *Dactylopius coccus*, se desarrolla sobre los cladodios de algunas especies del género *Opuntia* y *Nopalea*, Fig 6. Entre éstas, *O. ficus-indica* es la especie que el insecto coloniza con mayor éxito y que permite las mayores producciones del carmín, Cuadro 10. A pesar de que otras especies de *Opuntia* son eventualmente colonizadas por el insecto, se desconocen las características anatómicas que hacen de una especie un bueno o malo hospedero de la cochinilla de la grana Fig. 6 (Trejo, Gómez y Salazar, 2001).



**FIGURA 6. *Opuntia* INFESTADA**

**CUADRO 10. PARÁMETROS CLIMÁTICOS Y EDÁFICOS RECOMENDABLES PARA DESARROLLAR LA CRÍA DE LA COCHINILLA.**

<b>FACTOR</b>	<b>RANGO</b>	<b>ÓPTIMO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Temperatura <sup>6</sup>	20 a 32 <sup>0</sup> C	26-28 <sup>0</sup> C	En las regiones de alta variación se puede ajustar usando protecciones. La cochinilla puede soportar temperaturas extremas como 36 <sup>0</sup> C a 40 <sup>0</sup> C y menores de 0 <sup>0</sup> C, sin embargo el efecto de la temperatura dependerá del tiempo a que se exponen los insectos a estas temperaturas.
Luz	40 a 60 %	50%	Se controla con sombreados. La cantidad de luz requerida está en función de la temperatura ya que estos dos factores interaccionan favorablemente al insecto dentro de ciertos rangos, los cuales no se han estudiado a profundidad.



Humedad relativa	30 a 60%	40%	El valor es estimativo ya que no existen evaluaciones adecuadas
Lluvia.	100 a 600 mm	300mm	Dependiendo de la temperatura, la cochinilla se puede criar en regiones mas o menos lluviosas que las anotadas
Suelo	Aluviones	De origen volcánico	Todo tipo de suelo excepto los calizos y de alto contenido de calcio y magnesio. Los mejoradores de suelo y el control de la fertilización pueden hacer utilizables muchos suelos de origen calizo
Altitud	0 a 2,300 msnm	200 a 1800 msnm	La altitud no es una limitante si la temperatura y la radiación se encuentran dentro de los rangos apropiados

<sup>6</sup> Las temperaturas extremas, fuera del rango óptimo, son soportables por el insecto en periodos relativamente cortos, no existen evaluaciones específicas que determinen estos parámetros.

Fuente: (<http://www.geocities.com/cucba/pronaco.html>).

### **ENEMIGOS NATURALES DE *Dactylopius***

En México, algunos ejemplos de éstos son las famosas y bellas catarinas (*Hyperaspis sp.* y *Chilocorus sp.*), el gusano aguja (*Symphorobius sp.*), el gusano telero (*Laetilia coccidivora*), el gusano tambor (*Bacca sp.*), y algunos ácaros, así como, por supuesto, las cochinillas silvestres o corrientes (*Dactylopius zimmermanni*, *D. ceylonicus*, *D. tomentosus*, *D. confusus*, *D. confertus*, *D. opuntiae*, *D. salmianus*). Los huéspedes de la cochinilla fina, *Opuntia ficus-indica* y sus variedades y *Opuntia nopalea*, pueden sostener poblaciones del insecto por periodos largos (siete años) sin morir; en cambio, infestado con la cochinilla silvestre un nopal puede secarse en seis meses (Pérez y Becerra, 2002).

Actualmente, la cultura de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus*) está reconstruyendo en México y el mundo. Sin embargo, varios enemigos naturales reducen muy perceptiblemente las poblaciones de este insecto en sus anfitriones del *Opuntia*, especialmente en México donde hay un impacto más alto. En adelante es necesario desarrollar algunos controles sobre los enemigos de la cochinilla.

En otras partes del mundo, varios autores han divulgado sobre los depredadores de las cochinillas (las arañas, todas las aves insectívoras, y en particular las gallinas, los ratones, algunos reptiles, y varios insectos, entre ellos las hormigas). En México la presencia de enemigos naturales de la cochinilla es muy significativa porque algunos depredadores podrían convertirse en una amenaza seria, produciendo ocho a diez generaciones por año, especialmente en regiones con un clima caliente, donde la cultura de la cochinilla debe ser intensiva; si no, la producción se podría perder, según lo sucedido en el período colonial (Alzate y Ramírez 1777). Recientemente, en Perú, las larvas de un *Hemerobiidae* (*Symphorobius spp.*) ha comenzado a atacar las plantaciones de la cochinilla, eliminando hasta 40% de cochinillas inmaduras. Este insecto está presente en México y se nombra aguja del gusano (gusano de la aguja). El control biológico de la cochinilla excesiva de los enemigos naturales es muy fuerte porque estos enemigos son comunes y sostienen con frecuencia las poblaciones de la cochinilla. Estas observaciones son primordiales para el productor de cochinilla, porque establecen a los enemigos naturales en México. Por lo tanto, el control de *entomophagous* es una necesidad para los productores de cochinilla en México, y debe ser un objetivo si la producción de la cochinilla realmente se desea (Portillo y Viguera, 1998).

## GRANA COCHINILLA COMO CONTROL BIOLÓGICO

Como control biológico Algunas especies de cochinilla han sido ampliamente utilizadas en muchos países como medio de control biológico en plantas de *Opuntia*. El primer informe de este uso proviene de la India, donde se introdujo en 1863 la cochinilla *Dactylopius ceylonicus*, que controló exitosamente una planta invasora de *Opuntia vulgaris*. Posteriormente, esta misma especie de cochinilla fue utilizada para controlar al mismo cacto en el sur y este de África y en Australia. La cochinilla *Dactylopius opuntiae* de México se volvió famosa después de que fue introducida primero en Australia en 1932 y más tarde en Sudáfrica en 1938, donde contribuyó sustancialmente al control de *Opuntia stricta* y *Opuntia ficus-indica*, que habían invadido miles de hectáreas de pastizales. (Perez y Becerra, 2002).

La cochinilla fue introducida posteriormente en muchos otros países, en donde distintas especies de *Opuntia* introducidas de América se habían convertido en una plaga. La cochinilla sudamericana *Dactylopius austrinus* fue introducida en Sudáfrica y Australia en 1935 con buenos resultados en el control de *Opuntia aurantiaca*, originaria de Uruguay y Argentina. Este pequeño cacto había invadido grandes áreas de valiosos pastizales haciendo imposible la ganadería. La cochinilla norteamericana *Dactylopius tomentosus* fue introducida en Australia en 1925 y más tarde en Sudáfrica en 1970 para controlar el avance de la “cholla”, *Opuntia imbricata* (Perez y Becerra, 2002).

Actualmente el doctor Helmuth G. Zimmermann (Agricultural Research Council, Plant Protection Research Institute), trabaja para

encontrar una solución viable para el control de *Opuntia pallidum*, una *cilindropuntia* que desde 1970 se ha convertido en una planta invasora en algunas regiones de baja precipitación pluvial en Zimbabwe. El peligro principal de esta especie es que desarrolla unas espinas terribles que al ser mordidas por el ganado le cierran el hocico y muere de hambre. Existe, además, una verdadera amenaza de que la planta se extienda a Mozambique y al Parque Nacional Kruger de Sudáfrica. Las autoridades de Zimbabwe solicitaron a México el suministro de una especie de cochinilla, *Dactylopius tomentosus*, que en México parásita de manera natural a *Opuntia pallidum*, con la esperanza de que pueda contribuir a la solución del grave problema que los Fig. 7 (Perez y Becerra, 2002).



**FIGURA 7. CONTROL DE *Opuntia pallidum* POR GRANA COCHINILLA SILVESTRE**

## **GRANA COCHINILLA COMO PLAGA**

Fuente:[http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/70/plagas.html?id\\_pub=70](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/70/plagas.html?id_pub=70)

Cuando la temperatura empieza a ascender después del invierno comienza la actividad y la reproducción se hace notable. Las ninfas introducen sus estiletes para fijar a la penca, reproducirse y completar su desarrollo. El cuerpo de las hembras está cubierto por una secreción blanca algodonosa. Cada de 150 a 160 huevecillos produce un colorante rojo intenso Fig. 8



**FIGURA 8. *Opuntia* INFESTADA DE GRANA COCHINILLA SILVESTRE**

### **Daño**

Las hembras introducen sus estiletes, se alimentan succionando la savia del nopal, lo que debilita a la planta. Por otro

lado, al fijarse también es las partes terminales atacan los frutos y causan su caída prematura. Los machos no causan daños.

### **Control**

Como plaga también tiene numerosos enemigos naturales como son, el *Chilocorus cacti* que se alimenta de las hembras; la larva de *Lactilia coccidivora* 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; Dipterex 90% en dosis de 300 cc/ha y Malation 50% a razón de 150 cc/ha, diluidos en agua .

## **CONCLUSIONES**

La cochinilla es un cultivo que en países como México, Perú, y Bolivia se da de manera silvestre en zonas áridas, por lo que es una alternativa como fuente de ingresos para los habitantes de estas zonas. Por esta razón los estudios destinados a incentivar la producción, mejorar las formas de cultivo y obtener mejores rendimientos y calidad de cochinilla, son de especial importancia para los productores.

La potencialidad que tiene México es de perspectivas excelentes ya que cuenta con especies de *Opuntia* distribuidos en casi todo el país como son: *O. atropes*, *O. amyclaea*, *O. crassa*, *O. ficus-indica*, *O. incarnadilla*, *O. fulginosa*, *O. jaliscana*, *O. megacantha*, *O. pilifera*, *O. sacra*, *O. streptacantha*, *O. tomentosa*, *O. undulata*, *N. cochenillifera* . Así estas especies son hospederos de *Dactylopius*.

Aun así la contribución a la difusión de la información actualizada sobre poblaciones de *Opuntias* en áreas naturales esta muy limitada. Ya que existen áreas con muy buenas cualidades para la explotación del cultivo de grana cochinilla en nuestro país como otra fuente de ingresos en las regiones marginadas, que en la actualidad la demanda de este producto ha ido incrementando en forma considerable.

## BIBLIOGRAFIA

Alzate and Ramirez, J. 1777. Memoria en que se trata del insecto grana o cochinilla, de su naturaleza y serie de su vida, como también del método para propagarla y reducirla al estado en que forma uno de los ramos más útiles del comercio. In: "La Naturaleza". Soc. Mex. Hist. Nat. 6. 1882-1884:97-151.

**Aymonin, G. 1983. Flore de Madagascar et des Comores: 145 Cactées. Paris: Muséum National d'Histoire Naturelle.**

Barbera G., Inglese P. Y E. Pimienta B. 1999. Agrobiología, Cultivo y Usos del Nopal. Roma, Italia:FAO.

Borror, D.J. 1977 . An Introduccion to the study of insects. Fifth edition.

- Brana, D. 1964. Cochineal: Aboriginal dyestuff from Nueva España. In: Proceedings XXXVI Congreso Internacional de Americanistas. Department of Geography. The University of Texas, U.S.A. pp. 77-91.
- Bravo, H. H. 1978. Las cactáceas de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Second edition. México, D.F.
- Bravo, H.,H. e I. Piña L. 1979. Algunos aspectos sobre la industrialización del Nopal. Cact. Succ. Mex. XXIV 89-94
- Brom, R.F. 1970. El Nopal. Comisión Nacional de Fruticultura SAG.
- Burgos, Vázquez S.N. 1983. El Nopal opuntia spp. Tesis Monográfica. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Cipriano, P.A.2002. Importancia económica de la tuna (opuntia spp.) en México y las alternativas para su comercialización. Monografía. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila, México.
- Coronado,P.R. 1977. Introducción ala entomología. Editorial Limusa. México.
- Chapman, R:F. 1975. The insects. Structure and function. Englis University Press, London. 819p.
- Chevalier, A. 1947. Dossier sur les cactus (Opuntias) espèces fruitières et fourragères. Espèces nuisibles. Revue Internationale de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale 27: 444-454.



- García, A. E. 1983. ensayo de adaptación de dos especies del genero opuntia con fines de reforestación. Tesis. UAAAN. Buenavista, saltillo, Coahuila.
- Gilreath, M. E. and J. W. Smith. 1987. Natural enemies of *Dactylopius confusus* (Homoptera: Dactylopiidae): Exclusion and subsequent impact on *Opuntia* (Cactaceae). *Environ. Entomol.* 14(4):730-738.
- Leuenberger, B. E. 1993. Interpretation and typification of *Cactus opuntia* L., *Opuntia vulgaris* Mill., and *O. humifusa* (Rafin) Rafin (Cactaceae). *Taxón* 42: 419-429.
- López, González J.J. 1977. Descripción y transformación del ecosistema opuntia streptacantha Lemaire. Tesis. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México
- Mann. J. 1969. Cactus feeding insects and mites. U.S. Nat. Mus. Bulletin 256. 158 p.
- Marroquín, J.S. et al. 1964. estudio ecológico y dasonómico de las zonas áridas del norte de México. SARH. Subsecretaria Forestal y de la Fauna. México.
- Mejia Figueroa, R.E. 1983. evaluación de 4 genotipos de Nopal opuntia spp. Bajo condiciones agronomicas diferentes, en las localidades de Ocampo, Buenavista Coahuila y Noria de Guadalupe, Zacatecas. Tesis. UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Morales, L.R. 1994. producción intensiva de grana cochinilla (*Dactylopius coccus* c.) ; en túneles de polietileno y prueba de duración de diferentes medios en laboratorio. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Piña, L.I. 1977. La Grana Cochinilla del Nopal. Monografías LANFI, México D.F.

Portillo, M. L. 1995. Los nopales hospederos de las cochinillas del carmín (*Dactylopius* spp.) y algunas consideraciones sobre su aprovechamiento, pp. 62-65. In E. Pimienta-Barrios, C. Neri-Luna, A. Muñoz-Urias and F. M. Huerta-Martínez [eds.]. Proc. VI Congreso Nacional y IV Congreso Internacional Sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad de Guadalajara, México.

Portillo, L. 1995. Los hospederos de las cochinillas del carmín (*Dactylopius* spp.) y algunas consideraciones sobre su aprovechamiento. In: Pimienta B., E. et al. (eds.). Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad de Guadalajara, México. pp. 62-65.

Portillo, L. and A. L. Viguera. 1998a. Los cactus como alimento. Suplemento Presencia

Portillo y Viguera. 2002. II Congreso Internacional de Grana cochinilla y Colorantes Naturales y II reunión internacional del

Grupo de Trabajo en Cochinilla cactusnet, FAO-Onu.  
Universidad de Guadalajara. México

Portillo y Viguera. 2003. Cría de Grana Cochinilla. Universidad de Guadalajara, México.

Ramírez, M. A. 1985. Comportamiento agronómico del jardín de introducciones de nopal (*Opuntia* spp) en la localidad de Buenavista Coahuila. Tesis. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Rojas, M.P. 1961. aprovechemos las Zonas Áridas, Cultivo del Nopal Tunero. *El Campo*, XXX (878): 48 – 54

Vázquez A.R.E., Gallegos V.C., Treviño H. N.E., Días T.Y. 1977. Metodología para la Integración de Cultivos Alternativos en la producción campesina en Cochamba, Bolivia. Memorias. VII Nacional y V Internacional, Congreso sobre el conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad de Nuevo León, Facultad de Agronomía. Monterrey, N.L. México.

Viguera, G. A. L., and L. Portillo M. 1997. Cría de cochinilla, pp. 2-4. In R. E. Vázquez-Alvarado, C. Gallegos-Vázquez, N. Treviño-Hernández and Y. Díaz-Torres [eds.] Proc. VII Congreso Nacional y V Congreso Internacional Sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.

Villareal, A. 1958. El Nopal como forraje para el ganado. Primer Congreso de Investigación Agrícola en México. Esc. Nac. Agric. Chapingo. México. pp. 210 – 220

Zimmermann, H. G., and M. Pérez Sandi C. 1999. A new insect pest on Opuntiae in wait for Mexico, pp. 333-341. In J. R. Aguirre-Rivera and J. A. Reyes A. [eds.]. Proc. VIII Congreso Nacional y VI Congreso Internacional Sobre Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Zimmermann, H. G., V. C. Moran, and J. H. Hoffmann . 2000. The renowned cactus moth, *Cactoblastis cactorum*: its natural history and threat to native *Opuntia* floras in Mexico and the United States of America. *Diversity and Distributions* 6: 259-269.

### **CITAS DE INTERNET**

Pérez Sandi M. y Becerra R. Última actualización: jueves 16 mayo, 2002. Nocheztli:el insecto del rojo carmín. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad.México. Disponible en: <[http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio\\_espanol/doctos/nocheztli.html](http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/nocheztli.html)>

Portillo M. L. and Vigueras G. A. L. Natural Enemies of *Coccinella* (*Dactylopius coccus* Costa): Importance in México. Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. México. Disponible en : <<http://www.jpacd.org/Jpacd98/portil.pdf>>

Trejo P., J. P., Gómez S., M., Salazar O., Luis A. 2001 Algunos aspectos anatómicos de los cladodios de dos especies de Opuntia, hospedera y no hospedera, de la cochinilla de la grana (*Dactylopius coccus*). XV Congreso Mexicano de Botánica. México. Disponible en : <<http://www.socbot.org.mx/disco/resume/re280.htm> >

Vigueras G. A. L. and Portillo L. December 2001. Uses of Opuntia species and the potential impact of *Cactoblastis cactorum* (Lepidoptera: Pyralidae) in Mexico. Departamento de Botánica y Zoología, Universidad de Guadalajara. México. Disponible en : <<http://www.fcla.edu/FlaEnt/fe84p493.html> >

Zamudio. Teodora. Última modificación: Miércoles, 25 de Febrero de 2004. Tuna (*Opuntia Ficus*) Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social. Disponible en:< [http://www.prodiversitas.bioetica.org/tuna.htm#\\_ftnref1](http://www.prodiversitas.bioetica.org/tuna.htm#_ftnref1)>

<http://www.jpacd.org/Jpacd98/portil.pdf>.

<http://www.ciatej.net.mx/ciatej/nopal/introduccion.htm>

<http://members.lycos.co.uk/WoodyPlantEcology/docs/opuntia.rtf>

[http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/70/plagas.html?id\\_pub=70](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/70/plagas.html?id_pub=70)

<http://www.cochinilla.org/socios2/zoologia.htm>

<http://www.giga.com/~mag/Tratado%20Nopal.htm#Tax>

[http://www.planetacactus.com/opu\\_ficus\\_indica.html](http://www.planetacactus.com/opu_ficus_indica.html)

[http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/70/descrip.html?id  
\\_pub=70](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/70/descrip.html?id_pub=70)

[http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/indices/amplia\\_importancia.  
htm](http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/indices/amplia_importancia.<br/>htm)

[http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia\\_ficus.htm](http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia_ficus.htm)

[http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia\\_jaliscana.htm](http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia_jaliscana.htm)

[http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia\\_streptacantha  
.htm](http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia_streptacantha<br/>.htm)

[http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia\\_tomentosa.ht  
m](http://carpetas.semarnat.gob.mx/pfnm3/fichas/opuntia_tomentosa.ht<br/>m)