
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS



**RELACIÓN ENTRE MÉTODOS DE SECADO DE
COCHINILLA SILVESTRE (*Dactylopius sp*) Y EL
RENDIMIENTO DE ÁCIDO CARMINÍCO.**

T E S I S P R O F E S I O N A L

**P A R A O B T E N E R E L T Í T U L O D E :
L I C E N C I A D O E N B I O L O G Í A**

**P R E S E N T A :
M A R Í A D E J E S Ú S C O N C E P C I Ó N
I N O C E N C I A L Ó P E Z S O T O**

GUADALAJARA, JALISCO. A 17 DE JUNIO DEL AÑO 2005



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología

169/ C. C. BIOLOGÍA

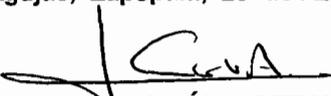
C. MARÍA DE JESÚS CONCEPCIÓN INOCENCIA LÓPEZ SOTO
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título : **"RELACIÓN ENTRE MÉTODOS DE SECADO DE COCHINILLA SILVESTRE (*Dactylopius sp*) Y EL RENDIMIENTO DEL ÁCIDO CARMÍNICO"** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo al **DR. EULOGIO PIMIENTA BARRIOS**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
Las Agujas, Zapopan., 29 de Abril del 2005


DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


DRA. ANA ISABEL RAMÍREZ QUINTANA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

C.c.p. DR. EULOGIO PIMIENTA BARRIOS - Director del trabajo

Dr. Carlos Álvarez Moya.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Carrera de Licenciado en Biología.
 CUCBA.
 Presente

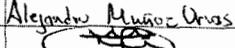
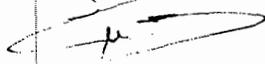
Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad Tesis e informes, opción Tesis con el título: "Relación entre métodos de secado de cochinilla silvestre (*Dactylupius* sp) y el rendimiento del ácido carmínico" que realizó la pasante María de Jesús Concepción Inocencia López Soto con número de código 084362735 consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente
 Las Agujas, Zapopan, 9 de Junio de 2005


 Dr. Eulogio Pimienta Barrios
 Director del trabajo


 V. B. C. A.
 13/06/05.

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
Dr. Alejandro Muñoz Urias		09/ JUNIO / 2005
M. en C. Martín Pedro Tena Meza		09/ JUNIO / 2005
M. en C. Liberato Portillo Martínez		07/ JUNIO / 2005
Supl. M. en C. Teresa de Jesús Aceves Esquivias		09/ JUNIO / 2005

AGRADECIMIENTOS

DR. EULOGIO PIMIENTA BARRIOS: Para mi director de tesis, por su ayuda y comprensión, porque sin ella yo no podría presentar este trabajo de investigación. **GRACIAS.**

DR. ALEJANDRO MUÑOZ URIAS: Para mi sinodal , por su apoyo incondicional en los trámites de titulación y en la revisión de este proyecto de tesis. **GRACIAS.**

M. en C. TERESA DE JESÚS ACEVES: Por su apoyo desde el primer momento para que yo realizará los trámites de titulación. **GRACIAS.**

PARA MI MAMÁ CELIA SOTO MORENO: Porque sin su apoyo yo no sería una profesionista. Por todo esto muchas gracias mamá.

PARA MI PAPÁ JUAN LÓPEZ HERRADA: En su memoria para agradecerle todo lo que me dio para realizar mi carrera profesional.

PARA MI ESPOSO OSCAR PLINIO HUIZAR C.: Por su apoyo y confianza para que yo realizará los trámites de la presentación de la tesis para mi titulación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	5
REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
METODOLOGÍA	29
RESULTADOS	36
DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51
GLOSARIO	60

1. INTRODUCCIÓN

El nopal pertenece al género *Opuntia* (Cactaceae) a nivel mundial comprende 258 especies de las cuales 114 están presentes en México; Este género es quizás el más versátil de las cactáceas tanto por su amplia distribución geográfica como por su diversidad de hábitat, por lo que constituye uno de los recursos naturales más relevantes para los agricultores, ya que de esta planta se obtiene fruta (tuna), verdura (nopalitos) para consumo humano y como forraje durante la época de sequía, amén de otros usos. El área dedicada al cultivo de esta planta se estima superior a las 210,000 ha, de las cuales 150,000 son para forraje, 50,000 para fruto, 10,000 para verdura (nopalitos) y 100 para grana cochinilla, en tanto que el área silvestre se pondera en más de 3'000,000 ha. (Vigueras y Portillo, 2003).

Los campesinos consumen nopales como alimentos, pero también ha sido tradicional obtener de ellos el forraje de sus tunas y pencas, leña de sus tallos y el colorante derivado de la grana cochinilla. (Velázquez, 1998.).

Existen dos especies de grana cochinilla : La silvestre y la grana fina, cuya especie silvestre, luego de domesticada, se convirtió tal vez en la grana fina que contiene una proporción mayor de ácido carmínico como sostienen las investigaciones de Ignacio del Río, uno de los recuperadores de la vieja tradición de su cultivo en Oaxaca. La especie silvestre es una plaga muy agresiva contra la que lucha el productor de nopal casi como tragedia, este insecto parásito de las pencas de los nopales, se alimenta transformando los jugos de éstas en un compuesto llamado ácido carmínico que químicamente es un derivado de la antraquinona que posee el color rojo. (Velázquez, 1998).

El colorante rojo obtenido a partir de la cochinilla del nopal goza de una especial apreciación de múltiples culturas (Pimienta – Barrios, 1990).

La importancia de la cochinilla del nopal, dentro de los recientes años se ha incrementado dramáticamente porque regresa la tendencia del uso de los colorantes naturales, y esto ha sido el resultado repentinamente de una nueva demanda para la cochinilla en todo el mundo, para las industrias farmacéuticas y textiles. (Robles, 2000). Uno de los factores que ha limitado el desarrollo del cultivo comercial de la grana o cochinilla en México, estriba en el hecho de que la grana cultivada presenta una alta sensibilidad a los factores ambientales adversos, como se mencionan previamente, lo cual incrementa los costos de producción, por lo que se convierte el cultivo de este insecto en una inversión no redituable.

Una alternativa para esto es el cultivo de la grana silvestre, ya que presenta una mayor rusticidad a factores climáticos adversos, lo cual es ventajoso desde el punto de vista económico, ya que reduce los costos de cultivo. Sin embargo una de las objeciones que se tiene para el cultivo de grana silvestre es el bajo contenido de ácido carmínico por lo que es el objetivo principal de este trabajo es evaluar y comparar diferentes métodos de secado de "cochinilla" hembras y su relación con la productividad del ácido carmínico.

Es por ello necesario el estudio de los métodos de secado para llevarse a cabo una evaluación para identificar cual método resulta favorable para el secado, así mismo del cual se obtiene un porcentaje mayor en ácido carmínico.

OBJETIVO GENERAL

Identificar los métodos más eficientes de secado de grana silvestre para obtención de mayor porcentaje de ácido carmínico.

HIPÓTESIS

El porcentaje del ácido carmínico que se obtiene a partir de la cochinilla o grana va a depender del método de secado que se utiliza mediante la extracción de este pigmento.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 DESCRIPCION DEL GENERO Opuntia

2.1.1 CLASIFICACION TAXONOMICA

Los nopales tuneros pertenecen a la familia Cactácea, subfamilia Opuntioideae , tribu Opuntieae , genero *Opuntia* y subgénero *Opuntia* (Aceves 1991). A pesar de que se han realizado estudios la taxonomía del subgénero *Opuntia*, es aun confusa porque la mayoría de las descripciones se han realizado a un solo ejemplar sin considerarla variabilidad existente en su habitat original, donde la hibridación ha dado lugar a la diferenciación de especies que, en realidad, no son mas que variedades, formas geográficas, ecotipos, etc. (Bravo, 1978).

Probablemente la primera clasificación de especies de nopal tunero fue realizada por los Nahuas, que utilizaron una clasificación práctica. De esta manera denominaban Noctli o Nopalli a los nopales, añadiendo uno o varios términos Noctli, ayudaba a precisar su clase o tipo. (Pimienta - Barrios, 1990).

2.1.2 DISTRIBUCION.

Las cactáceas, son autóctonas del Continente Americano en el que se les encuentra distribuidas desde el Canadá hasta el Argentina, especialmente en las regiones áridas y semiáridas. La República Mexicana es el principal productor y consumidor de tuna en el mundo; se cultivan aproximadamente 50,000 ha., Qué representan una fuente valiosa de recursos económicos y alimenticios en amplias regiones semiáridas del territorio Nacional (Robles y Galindo, 2003).

México por sus peculiares condiciones de topografía y clima es el país que posiblemente alberga la mayor cantidad de especies distribuidas en los estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí,

Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y México como lo señaló Bravo en 1987. (Gutiérrez, 2002).

Los principales estados, se pueden agrupar en dos grandes regiones que son: Región Centro - Norte (comprende los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro y Jalisco) y la región Centro - Sur (Estado de México, Distrito federal, Puebla, Morelos, Tlaxcala e Hidalgo). Además de estas zonas se tienen registradas plantaciones de nopal en diferentes estados como: Durango, Coahuila, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz, Tamaulipas, Michoacán y Baja California Norte y Sur, entre otros. (Gallegos y Méndez, 1999).

En México, hay aproximadamente 30 millones de ha de nopal silvestre y 6,000 ha. de nopal tunero cultivado; Los estados con mayor superficie plantada de nopal tunero son Zacatecas, con 13,000 ha., San Luis Potosí, con 9,000 ha., Aguascalientes, con 6,000 ha. Y Guanajuato, con 6,084 ha. Que representan el 59% de la superficie en el ámbito nacional. (Gutiérrez, 2003).

2.1.3 NOPALERAS DEL SOLAR

Actualmente las nopaleras de diferentes especies cubren una superficie de 300,000 km² (30 millones de ha) dentro de las zonas áridas y semiáridas del país, donde las principales zonas productoras de nopal tunero se encuentran en Zacatecas, Estado de México, Guanajuato, San Luis Potosí, Hidalgo, Jalisco, Querétaro, Aguascalientes y Oaxaca con 13, 130; 8,622; 6,454; 3,585; 3,000; 2,720; 1,908; 1,474 y 620 ha, respectivamente. (Gutiérrez y Robles, 2002).

Las zonas áridas y semiáridas son biomas donde predominan periodos secos prolongados, precipitación irregular; temperaturas extremas entre el día y la noche; suelos poco profundos, bajos en materia orgánica y susceptibles a procesos de degradación. No obstante, continúan en expansión las plantaciones

Comerciales y la ganadería, lo que ocasiona una pérdida de la cobertura vegetal nativa. Una de las estrategias para combatir esta degradación, es a través de sistemas productivos perennes diversificados usando especies nativas. El nopal (*Opuntia spp*) reúne tales características además de su importancia alimenticia, medicinal, industrial y ornamental (González y Riojas, 2003).

Los nopales son recursos genéticos que pueden ser utilizados en la producción de frutos, cladodios tiernos para verdura y forraje y en la obtención de colorantes naturales mediante el cultivo de la grana – cochinilla, la cual presenta una alternativa en aquellas zonas áridas y semiáridas del país. (Tito, 1988).

Opuntia ficus- indica Miller y *O. Tormentosa* Salm-Dyck son dos plantas tradicionalmente utilizadas en el cultivo de la grana o cochinilla; sin embargo, es necesario realizar estudios con respecto a la susceptibilidad de otras especies a ser hospederas de *Dactylopius coccus* Costa.(Rodríguez, 1988).



2.1.4 ESTABLECIMIENTO

En México, las plantaciones de nopal se han venido estableciendo principalmente bajo dos modalidades: Un **sistema tradicional**, el cual se caracteriza por ser de grandes extensiones, hasta 10 ha. Con una baja densidad de población 2,500 a 16,000 pencas por ha. Y un bajo o nulo manejo del cultivo. Un **sistema intensivo-tecnificado** de una extensión más reducida, una alta densidad de población, de hasta 90, 000 plantas por ha., y con una alta utilización de insumos, riego, fertilización, fertirrigación uso de cubiertas plásticas, etc. Ambos sistemas permiten hacer un uso integral de la nopalera, de tal forma que se puede combinar la explotación de nopalito, forraje y/o la producción de grana o cochinilla. (Gallegos y Méndez, 1999).

2.1.5 MORFOLOGIA DE LA PLANTA

El nopal, por sus características morfológicas y fisiológicas, es una planta estratégica para enfrentar los riesgos de las condiciones climáticas fluctuantes. (Gutiérrez, 2002). La suculencia es la principal característica morfológica de los nopales y de la mayoría de las cactáceas. Esta puede considerarse como el sello distintivo de su parte aérea (Tallo, Flores y Frutos) y resulta de la proliferación de las células de ciertos tejidos parenquimatosos, asociada a un aumento en el tamaño de las vacuolas y a una disminución de los espacios inter celulares (Nobel, 1994).

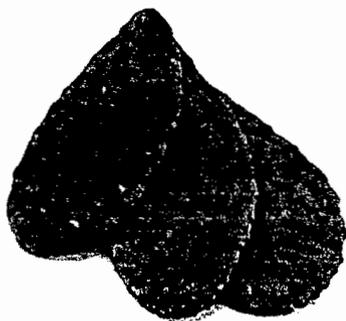
El nopal se ha considerado como un modelo atractivo nutrimentalmente hablando; posee niveles aceptables de fibra, calcio y niveles intermedios de retinal. (Valdés, García, Cruz & Paredes, 2003).

2.1.6 TALLO Y HOJAS.

Los tallos de las cactáceas tienen formas muy diversas pero constantes para cada entidad taxonómica. En el subgénero *Opuntia* las especies son arbustivas que están provistas de un tronco bien definido, rastreras si carecen de él arborescentes cuando tienen un tallo cilíndrico formado por cladodios viejos. (Bravo, 1978).

En el nopal es común observar hojas pequeñas durante el crecimiento activo del tallo, sin embargo en corto tiempo caen, por lo que en su ausencia el proceso fotosintético se realiza en las partes verdes de los tallos conocidos como "cladodios". La forma aplanada de los cladodios, fue base para considerar el efecto de su orientación en la eficiencia fotosintética; su influencia en la producción de materia seca, podría manifestarse por una elevación de la temperatura interna y aceleración de los procesos metabólicos. (Gobierno del Estado de México, 1981).

En la evolución de los nopales tuneros, una modificación importante para enfrentar las condiciones adversas, es la reducción en el tamaño de la lámina foliar (hojas). Las hojas del nopal se diferencian durante el desarrollo de los cladodios jóvenes y después de 30 a 40 días, las hojas se desprenden del cladodio y son reemplazadas por espinas, que son hojas modificadas esclerificadas (Benson, 1963: citado en Pimienta-Barrios, 1990).



2.1.7 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS Y ECOLOGICAS DEL NOPAL

Los nopales pueden ser rastreros o arborescentes con flores de diversos colores como son: blancas, verdosas, amarillentas, anaranjadas y rojas. El polimorfismo presentado por los nopales es causado por la hibridación motivada por la polinización cruzada durante la floración (Bravo, 1980) aún cuando el tiempo en que la flor puede ser fecundada es restringido a un día como lo indica Alvarado en su estudio realizado en 1978. (Gobierno del Estado de México, 1981).

El nopal tunero tiene la habilidad de crecer en suelos con poca fertilidad, tepetatosos y superficiales, pero en suelos profundos con alta calidad de fertilidad es donde se han encontrado las mejores respuestas en producción y calidad. (Gutiérrez, 2002). Es una planta arbórea perenne, que puede alcanzar hasta 5 mts. De alto por 3 o 4 mts. De diámetro de copa. La raíz es muy fibrosa, cilíndrica, de rápido crecimiento alcanzando longitud hasta 5 mts. A los 4 años de edad. (Marín y Cisneros 1977).

Su sistema radical, por su gran desarrollo y poder de penetración, coadyuva a la permeabilidad del suelo, a la vez que su vigorosa nervadura contribuye a formar una firme barrera contra la erosión. Por otra parte, las pencas retienen partículas orgánicas que mueven el aire, las que resbalan por su superficie tersa hasta el suelo, o bien, se quedan en las conjunciones de los brazos de donde el agua de lluvia las arrastra para depositarlas al pie de las plantas, formándose así una capa de materia orgánica que aumenta constantemente de espesor, mejorando la calidad del suelo. (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, 1982).

El tallo o tronco es muy ramificado, suculento y aplanado. Las ramas o "pencas" son articuladas, aplanadas y de forma oblonga o espatulazas, variando el color de estas ramas desde verde claro a verde gris. En la superficie las ramas presentan numerosas sinuosidades, de donde nacen las flores, espinas y gluquídios, que son espinillas de color amarillo. (Marín y Cisneros 1977).

El nopal, presenta un sistema radical superficial y muy ramificado, compuesto por una gran cantidad de pelos absorbentes, lo cual le permite captar a la planta la poca humedad disponible. Dado que año con año, estos pelos absorbentes se están renovando y constituyen una fuente de materia orgánica que se incorpora al suelo, mejorando las propiedades químicas y físicas del mismo. También tiene una gran importancia ecológica, ya que es un buen agente de conservación del suelo, pues protege a éste de la erosión eólica e hídrica (Amante y Figueroa: Gallegos y Méndez, 1999).

Ante el grado de perturbación ambiental, el nopal se perfila como alternativa para captar parte del incremento de CO₂ por ser una de las pocas especies que pueden establecerse con éxito en superficies deterioradas. (Pimienta - Barrios, 1993; Pimienta - Barrios, 1997).

López et al., (1981) reportan que técnicos españoles, después de estudios comprobados en el desierto de Almería, concluyeron que las plantas de nopal ahí existentes podrían producir 966 kg. Anuales de caucho sintético. (Bravo y Scheinvar, 1999).

El estudio de las especies de *Opuntia* y su distribución ha servido para apoyar estudios encaminados al aprovechamiento de estas plantas, actualmente se trabaja con el cultivo de la grana en 3 especies de *Opuntia* y en una especie de *Nopalea*. (Arreola, 1988).

2.1.8 CLASIFICACION DE LA GRANA

La mayoría de los investigadores concuerdan en que existen dos tipos de grana cochinilla; la **fina o cultivada** y la **silvestre o corriente** . Se conocen a nivel mundial, nueve especies; Cinco de las cuales se encuentran en nuestro país.(Méndez et al., 1999).

Clase: Insecto

Orden : Homóptera

Suborden: Sternorrhyncha

Familia: *Dactylopiidae*

Género: *Dactylopius*

Especie: Spp

Grana o cochinilla” *Dactylopius* spp (Homoptera: Dactylopiidae). La grana o cochinilla es una de las plagas más importantes en todas las regiones nopaleras de México. Está considerado como uno de los agentes de control biológico del nopal más sobresaliente en Australia y Sudáfrica. Ataca a una gran variedad de especies y formas de nopal; también existe una alta especificidad o preferencia por establecerse en cierta especie o variedad de nopal, lo cual sugiere que es posible que existan ciertos ecotipos o “ razas ” (Gallegos, Méndez, 1999).

La cochinilla del carmín *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: Dactylopiidae) es una especie altamente específica y muestra una notable preferencia por un reducido número de cultivares de nopal (*Opuntia ficus - indica* Mill). Esto comporta una elevada especialización en la planta nutricia, ya que esta acentuada monofagia vincula su distribución geográfica a la presencia de la planta huésped. Entre los factores de contención que desempeñan un rol particularmente importante sobre el potencial reproductivo de la cochinilla, al igual que en otros coccoideos es la duración del fotoperíodo. (Méndez *et al.*, 2003).

Las características de la familia *Dactylopiidae*: Esta familia presenta dimorfismo sexual; es decir, hay machos y hembras bien diferenciados. Las hembras tienen hábitos gregarios y se caracterizan por tener el cuerpo muy blando, secretan una gran cantidad de filamentos y cera que las hace semejantes a los piojos harinosos; su cuerpo es oval-plano, en su parte ventral y convexo dorsalmente; las antenas cuentan con seis a siete segmentos; tienen un par de espiráculos por donde respiran y el aparato bucal es del tipo picador-chupador; su probóscide

está formada por tres pares de estiletes, los cuales utilizan como instrumento cortante para succionar su alimento y como sostén en la penca. Las hembras requieren necesariamente del macho para la fertilización de los huevecillos. El cuerpo de las hembras y del macho durante el primer estadio, están cubiertos por un material conocido como "coccicerina " la cual es secretada por pequeñas glándulas ubicadas en diversas partes del integumento.

Estos materiales que cubren al insecto, como una capa pulverulenta o como un revestimiento de hilos o finas laminillas, es un mecanismo de defensa contra sus enemigos naturales o para protegerlos de los factores climáticos adversos. Los machos en el estado adulto presentan un par de alas bien desarrolladas y de una venación reducida; antenas moniliformes de 10 segmentos y en el extremo del abdomen tienen filamentos o apéndices caudales. En el estado adulto no pueden alimentarse, debido a ello, presentan un período de vida muy corto y su función primordial es la fecundación de las hembras. (Méndez, Aquino, Puga & Martínez, 1999).



2.1.9. FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DE LA COCHINILLA.

LUMINOSIDAD

La cochinilla del nopal se identifica fácilmente por las masas algodonosas presentes cerca de la base de las espinas, las cuales, al aplastarlas producen un líquido color rojo - morado. Las ninfas recién nacidas son de color rojo púrpura, con tres pares de patas y varios pelos largos en el cuerpo. (González, Esquivel y Quezada, 1999). Durante esta etapa las ninfas son negativamente fototácticas, por lo cual buscan los sitios más sombreados para insertar su probóscide dentro

de los tejidos y comenzar a alimentarse. (Gallegos y Méndez, 1999). Tanto los adultos como los estados jóvenes de la plaga dañan la planta al succionar los jugos de la penca o de los frutos; este insecto forma grupos de 10 a 12 insectos alrededor de cada espina; provoca la caída de pencas, el debilitamiento general de la planta e incluso su muerte. (González, Esquivel y Quezada, 1999).

Los huéspedes de la cochinilla fina *Opuntia ficus-indica* y sus variedades y *Opuntia nopalea*, pueden sostener poblaciones del insecto por periodos largos de siete años, sin morir; en cambio, infestado con la cochinilla silvestre un nopal puede secarse en seis meses.(Pérez & Becerra,2001).

VIENTO

El viento es importante sólo para la dispersión pero un fuerte viento puede desprenderlas y de esto resulta que jamás podrán clavar de nuevo su estilete lo que les producirá la muerte. (Pérez & Becerra, 2001).

TEMPERATURA Y LLUVIAS

El cultivo de grana requiere ciertas condiciones ambientales, porque el insecto muestra un alto grado de sensibilidad, como temperatura media de cerca de los 20 ° C., una humedad relativa de 40% y sobre todo muy baja precipitación pluvial ya que las lluvias "lavan" o desprenden la cochinilla fina. (Pérez & Becerra, 2001). Su incremento poblacional se presenta al aumentar la temperatura en los meses de marzo - abril y su población empieza a declinar en los meses de septiembre - octubre. (Gallegos y Méndez, 1999).

La cochinilla silvestre posee adaptaciones morfológicas que le permiten una mayor supervivencia frente a los factores físicos (lluvia, viento y heladas), pero no así frente a sus enemigos naturales.(citado por Aquino, 1992). (Aquino y Bárcenas, 1999).

COLORANTES SINTÉTICOS

Actualmente existe una tendencia mundial a sustituir los colorantes artificiales, por productos de origen natural debido a las consecuencias que trae consigo su empleo (alergia y principios cancerígenos). Esto ha ocasionado un mayor interés por la grana cochinilla ya que los cuerpos secos de las hembras y los productos obtenidos a partir de ellas tienen una amplia utilización en la industria alimenticia, textil y farmacéutica, entre otras. (Aquino y Martínez, 1999).

A mediados del siglo XX entra en escena otro factor que reactiva nuevamente el cultivo de la grana. Se detectan casos de alergias provocadas por el uso de colorantes artificiales en alimentos industrializados e incluso algunos de estos son señalados como agentes cancerígenos. En 1988 se introdujo la cochinilla en Chile, donde actualmente existe una producción intensiva de gran calidad. La empresa Colores Naturales de Chile, fundada en 1991 por José Antonio Bustamante ofrece una gran variedad de productos derivados de la cochinilla, entre los que podemos mencionar, por ejemplo, el carmín líquido de color rojo oscuro que se utiliza como colorante para yogurt, helados, refrescos, embutidos, cecinas, caramelos, cerezas, licores, harinas, galletas, mermeladas, etc. O las lacas carmíneas insolubles y el polvo de color rojo brillante que se utiliza además en cosméticos y fármacos como tabletas, cápsulas y jarabes, entre varias presentaciones de uso más específico; Es por ello que la industrialización de la cochinilla se ha desarrollado estos últimos años para proveer de colorante al mundo. (Pérez y Becerra, 2001).

2. 1. 10 . EVOLUCION HISTORICA DE LA COCHINILLA EN MÉXICO

El cultivo de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) se realizaba desde antes de la colonia. El pueblo mexicano ya cultivaba y utilizaba eficientemente la grana cochinilla, insecto que vive como parásito de diferentes cultivares de nopal (*Opuntia sp*). Dicho cultivo constituyó en la época prehispánica y colonial una de

las principales actividades agrícolas para los productores rurales de esa época. (Díaz, Solís, Nuñez & Vázquez, 1999).

ÉPOCA PREHISPÁNICA

En Mesoamérica, desde la época prehispánica, fueron empleados diversos colorantes y pigmentos en la decoloración de murales, vasijas, códices textiles; en esculturas, edificios y en la elaboración de alimentos. La mayoría de los colorantes eran extraídos de flores, semillas, hojas cortezas y frutos siendo escasos los de origen animal. Dentro de estos últimos, el colorante rojo obtenido a partir de la cochinilla del nopal goza de una especial apreciación de múltiples cultura. (Pimienta – Barrios, 1990).

Para las tribus indígenas altamente civilizadas, como los Mexicas, muy adelantados en las ciencias naturales y especialmente en botánica (se les consideraba así por sus hábitos de observar la naturaleza y de alimentarse y curarse con vegetales). (Bravo y Scheinvar, 1999).

Los antiguos mexicanos, grandes conocedores de los vegetales, describieron por medio de símbolos y dibujos, algunas de estas plantas que llegaron a nosotros a través de los códices realizados durante la conquista. De esto se deduce la especial importancia que los nopales tenían en medicina y la alimentación hasta llegar a determinar la función de asentamiento humano y de quedar representado en nuestro símbolo patrio más tarde. (López y Elizondo,1990).

Durante el desarrollo de los pueblos chichimeca en el norte y centro de nuestro país, así como de las culturas del centro y algunas del sur (como la Mixteca y la Zapoteca), el nopal ha ocupado un papel muy importante a lo largo de nuestra historia; Así, en el jeroglífico de la gran Tenochtitlán, aparece el nopal marcado la fundación del imperio Azteca, símbolo que se conserva en nuestro actual escudo nacional. (Granados y Castañeda, 2000).

Nocheztli era el nombre que los aztecas daban a la cochinilla. Los Mixtecos la llamaban Induco y los zapotecos bi-yaa. Diversos testimonios nos hablan de la importancia de este pequeño insecto parásito del nopal que desde hace siglos se ha utilizado para teñir de rojo carmín el cuerpo, los textiles, códices, muros y alimentos (Pérez y Becerra, 2001).

La cochinilla tenía un gran valor en la época prehispánica: con grana se teñían las prendas de la alta sociedad, debido a la importancia del color rojo en esa época. El rojo representaba la sangre, los rayos del sol, el fuego y a varios de sus dioses principalmente atribuían este color. Para los toltecas el país del color rojo, donde estaba la casa del sol, era el poniente, para los Tarascos el rojo representa el este y para los chontales significa la fuerza" (Ortiz, 1992: citado en Pérez y Becerra, 2001).

Del mismo modo, se empleó para teñir pelo de conejo y plumas, parte fundamental de la indumentaria antigua mexicana: la población que no tenía el privilegio solemne de las plumas de quetzal elaboraba sus vestidos de algodón, adornándolos con pelo de conejo y plumas de aves teñidas. Un dato excepcional es su uso como pigmento para colorear alimentos desde la época prehispánica. (Velázquez, 1998).

Actualmente el insecto se cultiva en algunas regiones del Estado de Oaxaca (Valles centrales, Mixteca y Sierra Juárez), en los cuales se están desarrollando algunos programas gubernamentales tendientes a impulsar el cultivo y aprovechamiento del insecto del cual se obtiene el ácido carmínico un producto de gran demanda en el mercado internacional, puesto que es un sustituto de las anilinas rojas, a las que se les ha comprobado su acción carcinógena en alimentos, cosméticos, medicamentos y textiles). (Tito, 1988).

En cuanto al origen geográfico del insecto, Piña (1981) menciona dos teorías: La primera se apoya su origen en México concretamente en la zona Mixteca de

estado de Oaxaca, de donde supuestamente fue llevada en sus nopales hospedares al Perú durante el siglo XVIII.- La segunda sustenta que fue en Perú donde se origino y que fue traído a México antes de la conquista (Piña, 1981).

ÉPOCA COLONIAL

En la época de la colonia, la cochinilla logró ser el tercer producto de exportación de la Nueva España. Si el viaje original de Colón buscaba los territorios de las especias, el producto de esta empresa de navegación fue una tierra rica en elementos naturales. Entre ellos, la riqueza en oro, la plata y grana cochinilla fueron los verdaderos grandes descubrimientos. Se cuenta dijo Voltaire: "y valió la pena el descubrimiento solamente por dos productos: el chocolate y la grana.". Para ilustrar su importancia basta citar una de las ordenanzas de Felipe III en 1620: Uno de los más preciados frutos que se cría en nuestras Indias Occidentales es la grana o cochinilla, mercadería igual que el oro y la plata.(Velázquez,1998).

Las túnicas de los emperadores aztecas, incluyendo a Moctezuma, eran de color carmín intenso. Para lograr este color, los emperadores exigían a sus súbditos el pago de impuestos con insectos, específicamente insectos que tuvieran color intenso. (Nobel,1998).

La grana cochinilla sustituyó el uso del kermes en Europa. Con ella se tiñeron las capas de la realeza y de los papas, y lo más granado de la sociedad, como su nombre lo indica, la ostentó en el color de sus vestidos. La cantidad de recursos que generó para España fue tan grande que la grana se rodeó de un gran misterio para impedir que otros países la conocieran. Varios países intentaron romper el monopolio español sobre la gran cochinilla. Francia envió incluso a Thiéry de Menenville en el siglo VIII para que clandestinamente estudiara su cultivo, buscando exportarlo hasta Centroamérica y particularmente a las posesiones francesas en el Caribe. También se asegura que Inglaterra trató de hacer lo propio procurando trasladar nopales con grana silvestre a la India y a

Sudáfrica. Actualmente, las Islas Canaria y Perú son los que la producen en mayor cantidad. (Velázquez, 1998).

En el siglo XIX, en las Islas Canarias se producía un pigmento muy valioso a base de un insecto que se alimentaba de Nopal; En la actualidad en México se producen muchas bebidas de agaves y los frutos de muchas especies de cactus se venden en los mercados de todo el mundo. (Nobel, 1998). "En algunos lugares del mundo pensaban que era alguna semilla o grano, pero cuando se descubrió que era un animal, los países atados al monopolio español como Francia, Inglaterra y Holanda, que usaban grandes cantidades de grana para teñir sus uniformes, trataron y consiguieron unas semillas o animales vivos para plantarlos en otros lugares como las Antillas, en algunas Islas de Oceanía y África, pero la grana sólo prosperó en las islas Canarias".

Desde la antigüedad los colorantes púrpura y escarlata gozaron de especial estimación en el mundo mediterráneo. El descubrimiento de ambos tintes y de los secretos de su fabricación se atribuye a los fenicios. El tinte púrpura de los fenicios se obtenía de los caracoles marinos pertenecientes a los géneros Púrpura y Murex (Piña, 1981.).

La industria de la púrpura floreció durante más de 2000 años sin embargo, desde la división del imperio romano, la industria comenzó a declinar paulatinamente. El tinte escarlata se obtenía de dos insectos: Fargaroides Polínicos, originario del este de Europa y de Kermés Vermilio, originaria del sur de Francia, España, norte de África e Islas del Egeo. (Piña 1981) En España se le denomina quermeses a ese último insecto, la palabra derivada del sancrito krmí que significa grana, de KRMI también deriva carmín. (Dhalgren, 1985: citado Piña, 1991).

Pronto éstos se convirtieron en la materia de tinte más fina rica en tono generalmente fija o indeleble a la luz y el agua e invariablemente costosa,

aunque solo han sobrevivido pocos datos de la reconquista. (Piña 1981).

La grana, por su gama de colores y sus brillantes, llegó a constituir un símbolo de poder en Europa (Pimienta - Barrios, 1990). Es aparente que la cochinilla se usa para teñir la ropa (Piña 1981); con su carmín fueron teñidas capas de altos eclesiásticos, ropa de aristócratas, las famosas casacas rojas de la arma británica, los informes del ejercito de Napoleón etc., se uso para colorear lanas y sedas como ingredientes de medicamentos, colorantes de cosméticos, pasteles, bebidas, mantequillas, dulces, así como pinturas para artistas. (Pimienta-Barrios,1981) El algodón, la única fibra superior disponible en la antigua Centroamérica no podía teñirse satisfactoriamente solo con cochinilla, se requería de un mordente para ser firme su color y para esto se empleaba el alumbre, en centro y Sudamérica; En esta ultima tanto para algodón como en fábricas de lana. La lana y la seda eran teñidas con cochinilla en México desde la mitad del siglo XVI (Piña,1981).

Fue en México donde se desarrolló su cría sistemática en unidades de producción familiar, condición que los españoles aprovecharon a su llegada y mediante pesados tributos impuestos a los indígenas acopiaron grandes volúmenes de grana, la comercializaron y dominaron por varios siglos el mercado del colorante. (Aquino y Bárcenas, 1999)

Piña (1977) citado por Piña (1981), señala que una vez derrumbado el monopolio español de la grana a partir de la guerra de independencia de México, se estableció una libre competencia entre los diversos países productores originando el abatimiento de los precios del colorante.

Salazar (1982) citado por Piña (1981), señala que el derrumbe de la comercialización y producción de la grana provoca un impacto negativo en los pueblos Oaxaqueños que buscaban completamente su economía entorno a la cochinilla repegandose estos a una economía de subsistencia y autoconsumo, perdiendo su carácter comercial.

Desde hace más de 20 años en México se ha estado intentando recuperar la cultura de la producción y aprovechamiento de la grana. Sin embargo, por problemas socioeconómicos, continuidad de programas de investigación y producción así como la falta de coordinación institucional, no ha sido posible siquiera cubrir la demanda nacional. Actualmente se tienen que importar grandes volúmenes de este colorante para satisfacer un mercado nacional creciente, demanda que responde a una población que está progresivamente más interesada en el consumo de productos naturales. (Aquino y Bárcenas, 1999).

De este modo, sobrevivieron algunas industrias caseras aborígenes textiles para la demanda interna (Piña 1981). En el estado de Oaxaca, sobrevivieron artículos del vestido tradicional, tales como huipiles y cinturones, algunas veces se incorporaron cedas teñidas con cochinilla y aparentemente el teñido de lana con grana no a cesado por completo. Por otra parte, solo se ha encontrado una referencia con respecto al teñido de pieles. La práctica parece haber tenido su origen y haber estado confinada al viejo mundo, notablemente al sur de España y noroeste de África.

2.2.2 DECADENCIA

Durante la primera mitad del siglo XIX, los precios del insecto empezaron a disminuir, debido a un aumento de la oferta ocasionado por la entrada al mercado de otros países, como Guatemala, Perú e Islas Canarias (Méndez, Aquino, Puga & Martínez, 1999).

Otra causa importante, en la caída de la producción, fue el descubrimiento de los colorantes sintéticos (anilinas.) más baratos y puros que el producido por la grana cochinilla. Así mismo, en México diversos factores internos ocasionaron su decadencia, destacando entre ellos: la Guerra de Independencia, la baja calidad de la grana mexicana y la situación social en la que se encontraban los indígenas

productores de grana cochinilla, entre otros. (Méndez, Aquino, Puga & Martínez, 1999.).

A finales del siglo XIX y principios del XX el cultivo del insecto estaba limitado a unos pocos pueblos en el estado de Oaxaca y su producción era destinada a abastecer algunas industrias locales de teñido de fibras naturales (principalmente lana.). (Méndez et al., 1999).

En el estado de Oaxaca; en la década de los 60 el museo de artes populares del Instituto Nacional Indigenista trató de fomentar el cultivo de la grana en la región del Istmo de Tehuantepec. En los años sesentas del siglo XX la COPRODEO de Oaxaca y los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial realizaron estudios concernientes al cultivo e industrialización de la grana; estableciendo plantaciones del nopal poco a fines del cultivo de insecto, este mismo problema se ha suscitado en otras como SARH y CONAFRUT, en las que muchas de las plantaciones han sido abandonadas. Otras de las instituciones que han trabajado para fomentar el cultivo del insecto en artesanías e industrias populares de Oaxaca y la Secretaria de desarrollo Rural. En investigación, solamente dos instituciones han implementado sus líneas; el I.T.A.O. No. 23 y el I.N.I.F.A.P. que en forma conjunta encausan esfuerzos para consolidar una tecnología adecuada para el cultivo y aprovechamiento del insecto. (Tito, 1990).

2.2.3 LA GRANA DEL NOPAL

Se caracteriza por su aspecto de pequeñas motitas de algodón, que al ser aplastadas, muestran una coloración rojo intenso en su interior; si el ataque a la planta es severo, puede originar que el fruto se caiga antes o después de que madure. (Gutiérrez, 2000).

Existen dos tipos de cochinillas: la cochinilla silvestre y la fina. La cochinilla silvestre se distingue de la fina porque su cuerpo esta cubierto de una madeja

algodonosa blanca, en vez del polvo de la cochinilla fina. (Aquino & Bárcenas,1999).

Este insecto crece y se produce sobre las pencas de los nopales y viven en una adecuada simbiosis sobre las plantas a partir de sus extractos en donde se obtiene el ácido carmínico (Pimienta - Barnios,1990).

Aunque la producción de colorante es una característica distintiva de la familia *Dactylopius coccus* Costa tiene importancia económica mundial por su alta calidad de concentración de colorante rojo (ácido carmínico). (Aquino & Bárcenas, 1999).

Estudios recientes han demostrado que las anilinas rojas sintéticas utilizadas en la coloración de diversos productos alimenticios, en la fabricación de artículos de belleza y otras industrias, son causantes de alergias e incluso son señalados como agentes cancerígenos, ello aunado a las nuevas tendencias ecológicas a nivel mundial, han elevado la demanda del colorante natural Acido Carmínico obtenido a partir de la Grana Cochinilla; Lo cual, en varias naciones europeas y en Estados Unidos se ha prohibido el empleo de ciertos colorantes artificiales.

En el mercado nacional e internacional existe una gran variedad de presentaciones comerciales que se pueden extraer a partir de los cuerpos secos de las hembras de la Grana Cochinilla que se pueden aplicar en varios rangos de ph.

Derivados comerciales obtenidos de la Grana cochinilla:

Derivado	Acido Carmínico	pH estable
Solución de carmín líquido	5.0%	5.5.-8.0
Extracto de cochinilla	7.5%	3.5-5.0
Acido carmínico microencapsulado	10.0%	2.5-8.0
Laca aluminica de ácido carmínico	50.0%	5.5-8.0
Acido carmínico libre purificado	90.0%	

Actualmente la demanda mundial estimada es de aproximadamente 1000 toneladas anuales, misma que no ha sido posible satisfacer. Debido a esto, empresas dedicadas a la producción y extracción de colorantes naturales realizan pedidos de grandes volúmenes en forma constante, lo cual dadas las condiciones actuales es difícil de cumplir. (Méndez, Aquino, Puga & Martínez, 1999.).

Por todo lo anteriormente señalado, se justifica plenamente el hecho de que los colorantes naturales hayan tomado una nueva importancia en los mercados internacionales aumentando con ellos su cotización. (Méndez et al., 1999).

El cultivo de la grana cochinilla, representa una alternativa para incrementar el nivel económico de los productores, ya que es participar los integrantes de las familias rurales, que en muchas ocasiones no cuentan con un empleo, lo que motiva el fenómeno migratorio. (Robles y Galindo, 2003):

Flores et al. (1995): citado por Garza y Vázquez, (1999); estiman que en México la superficie de nopal hospedero de la grana carmín es aproximadamente de 100 ha.

CICLO BIOLÓGICO

Macho y hembra son similares en el estado de huevo, emigrante o ninfa I y ninfa II. A partir de este estado se presentan las diferencias, y se comienzan a diferenciarse los dos sexos. (Piña,1979).

En el caso de los machos la INFA II forma un cocon en cuyo interior muda para dar lugar a la PRE - pupa que posteriormente, previa muda, pasa al estado de pupa, de este emerge el macho adulto. (Marín y Cisneros 1977).

DESARROLLO DE LA HEMBRA

A) Huevo: inicialmente es depositado por uno, pero posteriormente de la ovo posición se hace continua y los huevos quedan unidos formando una serie o cadena. Eclosionan a los 10 o 20 minutos, pudiendo observarse el movimiento de la ninfa, persistiendo en la hembra como una masa cerosa blanca.

B) Ninfa I: Las ninfas recién emergidas presentan una alta movilidad, por lo cual son fácilmente dispersadas por el viento a otras pencas o plantas. Durante esta etapa las ninfas son negativamente fototácticas por lo cual buscan los sitios más sombreados para insertar su probóscide dentro de los tejidos y comenzar a alimentarse.

C) Ninfa II: En esta etapa la ninfa una vez realizada su fijación ya no volverá a moverse de ese sitio.

D) Hembra Adulta: Las hembras carecen de alas, es decir, son sedentarias y todo su cuerpo está cubierto por una capa algodonosa. El ácido carmínico contenido en el cuerpo del insecto y la secreción cerosa que los cubre juegan un papel importante en la defensa del insecto, contra enemigos naturales y factores climáticos adversos.

La duración total del ciclo puede oscilar entre 26 y 90 días, dependiendo de las condiciones de temperatura. Tan solo una hembra puede ovopositar durante su etapa reproductiva entre 296 y 646 huevecillos y de 4 a 23 por día, esto explica el porque puede cubrir totalmente una planta en poco tiempo. Su incremento poblacional se presenta al aumentar la temperatura en los meses de marzo-abril y su población empieza a declinar en los meses de septiembre- octubre. (Gallegos y Méndez, 1999).

DESARROLLO DEL MACHO

En los estados del huevo y ninfa I, no se aprecian diferencias entre ambos sexos, requiriendo ambos el mismo tiempo para su desarrollo (de 21 a 25 días).

A) Ninfa II: de 8 a 12 días después de emergida forma un cocón, en cuyo interior se forma la porto-pupa, misma que muda originando la pupa y, posteriormente, el adulto. Entre la formación del cocón y la emergencia del adulto transcurren de 18 a 22 días.

B) Proto-pupa: dentro del cocón se forma la proto-pupa, externamente se diferencia fácilmente de la ninfa II, el cuerpo es rojizo, las secreciones del cuerpo claramente visibles; se forman proyecciones laterales, que darán a las alas, antenas y patas.

C) Pupa: la proto-pupa muda para dar origen a la pupa, también es de color rojizo, y se caracteriza por que las regiones del cuerpo y apéndices se hacen más distinguibles, la cabeza, tórax y abdomen están bien diferenciados.

El adulto emerge de la pupa dentro del cocon saliendo a los pocos minutos por la abertura de la parte posterior.

El adulto es de apariencia frágil de 2.2 mm. De largo y 4.8 mm. De expansión halar, el cuerpo de color rojizo, con ligera pulverulencia cerosa. Antenas bien desarrolladas, presentan tres pares de ojos simples carece de aparato bucal. Un par de alas Mesotoraxicas blanco, patas desarrolladas delgadas, el insecto es de movimientos lentos, llega a vivir 3 ó 4 días (Marín y Cisneros 1977).

Los machos en estado adulto son insectos alados muy pequeños, frágiles y de vida efímera. (Gallegos & Méndez, 1999).

HISTORIA DE LA VIDA DE LOS MACHOS

La historia de la vida de los insectos cochinillas machos, los cuales pertenecen a los insectos holometábolos, están teniendo un origen de confusión en la literatura. Después de eclosionar, la mayoría de los machos emigrantes permanecen debajo de una cubierta cerosa protectora de la hembra madre y se alimenta durante todo el 1er. instar. Algunos machos emigrantes, no obstante se establecen en grupos en la base de espinas cerca de la madre. Alrededor de 5 días después empiezan a comer, el 1er. instar de machos producen pequeñas cantidades de lama cerosa posteriormente y cera granular anteriormente en adición a los largos y lisos filamentos en el cuerpo. La cera es muda junto con la exuvia de la muda. Durante la primera parte del 2do. instar, aquí es casi no cubierto por cera. El segundo instar del macho emplea 5 días comiendo debajo de la hembra, y esto es seguido por un periodo intermitente alimentación y vagabundeo a menudo lejos de la madre, antes de la construcción del comienzo del cocón; es tardada esta función de la secreción cerosa originada fuera de poros en el cuerpo del atrasado segundo instar del macho. Las primeras hembras de cera son adheridas al sustrato de la cera de la hembra madre, y el insecto gira lentamente en la longitud lineal de axis, formando un cocón blanco compuesto de filamentos cerosos y abiertos por la parte posterior, hasta que el macho maduro emerge, el resto del ciclo de vida es acabado en el cocón y el macho no vuelve a alimentarse.

La madre del tercer, cuarto y quinto instar del adulto toma lugar en el cocón, sin embargo la exitosa exuvia es empujada hacia fuera por la parte posterior de cocón, indicando cuando ha ocurrido; Por alrededor de tres días el adulto sigue en la parte de adentro del cocón con unos distintivos filamentos anales sobresalientes; las dos alas del macho adulto son la etapa dispersa. El macho adulto no se alimenta y muere después de haber sido inseminado a una sola hembra; este acceso aumenta para la hembra por cavar por la cubierta de lana cerosa; aunque las hembras pobres de seta cera son también aceptadas. (Moran & Cobby, 1979).

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el presente trabajo se utilizaron 40 morfoespecies de nopal tunero colectadas en poblaciones de solar (s), cultivadas (c) y silvestres (s), las que presentaban sus cladodios infectados con la grana cochinilla. Estas plantas se encontraban crecimiento en recipientes de plástico con capacidad para almacenar agua hasta 18 L. Estas especies son descritas en el listado presentado en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Lista de morfoespecies de nopal tunero utilizado en este trabajo.

MORFOESPECIE EVALUADA	NOMBRE CIENTÍFICO	TIPO DE NOPALERA	LOCALIDAD DE COLECTA
L-3	<i>Opuntia</i> spp.	C	Ojocaliente, Zac.
Pepino	<i>Opuntia</i> spp.	C	Pánfilo Natera, Zac
Blanca de Castilla	<i>Opuntia</i> spp.	C	Genaro Gomina, Zac.
Camuesa	<i>Opuntia</i> spp.	C	San Pedro, SLP
Cristalina	<i>Opuntia</i> spp.	C	Pinos, Zac. .
Pelón Liso Guadalajara	<i>O. ficus indica</i>	C	Tesistán, Jal.
Pelón Liso Tonalá	<i>O. ficus indica</i>	So	Tonalá, Jal.
Rojo de Tonalá	<i>O. ficus indica</i>	So	Tonalá, Jal.
Pelón Liso San Martín	<i>O. ficus indica</i>	So	Tlaquepaque, Jal.
Morada Techaluta	<i>O. ficus indica</i>	So	Techaluta, Jal.
Blanco del Monte	<i>O. ficus indica</i>	So	Tlatepaque, Jal.
Charola Arriaga	<i>O. ficus indica</i>	So	Villa de SLP.
San Pedrito	<i>O. ficus indica</i>	So	Tlaquepaque, Jal.
Chamacuelo	<i>O. ficus indica</i> .	So	Tlaquepaque, Jal.
Nopal Manso	<i>O. ficus indica</i>	So	Tlaquepaque, Jal.
Zaeta	<i>O. ficus indica</i> .	So	Armadillo de los Días Infante, SLP
Fafayuco 82	<i>O. ficus indica</i> .	So	Villa de Ramos, SLP.

Fafayuco	<i>O. ficus indica</i>	So	Villa de Ramos, SLP
Fafayuco	<i>O. ficus indica</i>	So	Villa de Ramos, SLP
Fafayuco	<i>O. ficus indica</i>	So	Villa de Ramos, SLP
Fafayuco	<i>Opuntia</i> spp.	So	Villa de Ramos, SLP
Cardón	<i>O. streptacantha</i>	Si	Ojuelos, Jal.
Blanco Huerta, Jal.	<i>Opuntia</i> spp.	Si	Tlaquepaque
Xoconostle	<i>O. xoconostle</i>	Si	Ojuelos, Jali.
Xoconostle rojo	<i>O. xoconostle</i>	Si	Pinos, Zac.
Xoconostle Blanco	<i>O. xoconostle</i>	Si	Ojuelos, Jal.
Copena 5	<i>Opuntia amyclaea</i>	C	Tecamachalco, Puebla
Blanca de Alfajayucan Puebla.	<i>O. amyclaea</i>	C	Tecamachalco
Pelón Liso oj.	<i>O. ficus-indica</i>	C	Ojuelos, Jal.
Amarilla huesona	<i>O. megacantha</i>	C	Pinos, Zac.
Pelón liso	<i>O. ficus-indica</i>	C	Zapopan, Jal.
Burrona	<i>Opuntia</i> spp.	C	Pinos, Zac.
Chapeada	<i>Opuntia</i> spp.	C	Pinos, Zac.
Naranjota	<i>Opuntia</i> spp.	C	Pinos, Zac.
Tlaconopal	<i>O. ficus-indica</i>	C	Chapingo, Mex.
Copo de nieve	<i>O. ficus-indica</i>	C	Chapingo, Mex.
Pelón liso L.	<i>O. ficus-indica</i>	C	Pinos, Zac.
Panpatón	<i>Opuntia</i> spp.	C	Ojocaliente, Xac.
Blanca Rincón de Romos	<i>Opuntis</i> spp.	C	Rincón de Romos, Ags.
Pelón San Elías	<i>O. ficus-indica</i>	C	San Elías, SLP.

1.- Descripción del material vegetativo:

Se utilizaron 40 morfo especies de nopal tunero (*Opuntia spp*) que se encuentra en el patio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Guadalajara. Parte de este material fue colectado de un banco de germoplasma de nopal tunero que se encuentra establecido en el campo experimental de San Luis Potosí, dependiente del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de San Luis Potosí y en poblaciones silvestres de solar y cultivadas localizadas en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco y Guanajuato.

En los cladodios (pencas) del patio de la Facultad de Ciencias Biológicas se llevo a acabo el acopio y secado de uno de los tratamientos de grana silvestre (*Dactylopius spp*). Los restantes se llevaron acabo en el laboratorio de Fisiología Vegetal en la mencionada facultad.

2.- Acopio de la cochinilla

El acopio, recolección o cosecha se efectuó a partir del tercer mes (Enero 10 de 1991) en la que después de haber infestado ("sembrado") el nopal (15 de Octubre de 1990), una vez que las hembras fueron fecundadas, cuando las más adelantadas empiezan la postura de huevos, es decir a los 90 días, cuando los insectos se encuentran en estado grávido y oviposición.

Esta es la época de recolección, por cuanto el material colorante en la cochinilla se halla en su máxima concentración. Por ello la colecta debe estar orientada a las hembras adultas, ya que ha cumplido su ciclo evitando causarles daño que perjudique su valor comercial o recoger insectos jóvenes.

Para la recolección de cochinilla se requieren de cepillos o escobillas cosechadoras o recipientes recolectores. Preferentemente se recomienda usar una espátula mediana durante el acopio para evitar destruir los huevos o la cochinilla que aun no han logrado su total desarrollo.

El recipiente recolector debe ser un embudo de tela con aro de alambre. El procedimiento es el siguiente: Con la espátula se recogieron las pencas que contienen cochinillas (hembras adultas) se deslizo la espátula de arriba hacia abajo, entre la superficie de la penca y el vientre de los insectos, haciéndolos caer en el recipiente recolector. Ambos instrumentos tienen un mango de longitud necesaria para alcanzar las pencas y maniobrar con relativa facilidad y comodidad y no perjudicar las pencas ni tener pérdidas de cochinilla.

Una vez recolectada la grana cochinilla, fue llevada al laboratorio de Fisiología Vegetal que se encuentra ubicado en el área experimental de la Facultad mencionada, donde fue registrado el peso fresco de la grana, en la balanza granataria.

PESO FRESCO:

El peso fresco es de 10 g cochinilla silvestre para todas y cada una de las muestras de los tratamientos de secado, se asigno una etiqueta para identificar el número de muestra y tratamiento de secado (sol, temperatura ambiente laboratorio, obscuridad y/o estufa a 38"), en el cual sería sometido; se tomaron 5 muestras de 10g grana para cada uno de los tratamientos, se anotó la hora y la fecha en la que fue recolectada la muestra.

TRATAMIENTO SOL

NO. MUESTRA	HORA	FECHA	PESO FRESCO
1	12:00	21/01/91	10 g.
2	12:54	21/01/91	10 g.
3	12:14	22/01/91	10 g.
4	7:30	13/11/91	10 g.
5	8:00	16/11/91	10 g.

TRATAMIENTO TEMPERATURA AMBIENTE LABORATORIO

NO. MUESTRA	HORA	FECHA	PESO FRESCO
1	12:45	15/01/91	10 g.
2	1:15	15/01/91	10 g.
3	4:51	18/01/91	10 g.
4	5:17	13/09/91	10 g.
5	4:00	26/07/91	10 g.

TRATAMIENTO OSCURIDAD

NO. MUESTRA	HORA	FECHA	PESO FRESCO
1	3:41	10/01/91	10 g.
2	1:15	15/01/91	10 g.
3	2:21	21/01/91	10 g.
4	3:40	01/03/91	10 g.
5	5:33	12/11/91	10 g.

TRATAMIENTO ESTUFA A 38 GRADOS CENTIGRADOS

NO. MUESTRA	HORA	FECHA	PESO FRESCO
1	3:41	10/01/91	10 g.
2	1:15	15/01/91	10 g.
3	2:21	21/01/91	10 g.
4	3:40	1/03/91	10 g.
5	5:33	12/11/91	10 g.

3. -Tratamientos de secado

Se evaluaron los siguientes tratamientos de secado:

1.- **Secado al sol.** Este tratamiento se llevó a cabo tomando 10 g de grana en cada una de las repeticiones. Se utilizo para su secado 5 cajas de petrí con grana cochinilla y se cubrieron con su tapadera respectivamente cada una. Después estas muestras se expusieron a la acción directa de los rayos solares, durante un periodo que oscila de tiempo de 4 a 6 horas diarias. Por la tarde y noche se guardaron las muestras en una gaveta del laboratorio.

2.- **Secado en temperatura ambiente de laboratorio.** Este tratamiento se llevó a cabo tomando 10 g de grana cochinilla en cada una de las cinco muestras

y se colocaron en caja de petrí con tapadera y se dejó a temperatura ambiente en el laboratorio, utilizándose para dicho tratamiento la mesa de trabajo del laboratorio.

3.- Secado en oscuridad. Este tratamiento se llevó a cabo tomando 10 g de grana cochinilla en cada una de las 5 repeticiones, colocándose ésta en caja de petrí con sus tapaderas respectivamente cada una y dejándose en la oscuridad en una gaveta..

4.- Secado en estufa 38° C. Se tomaron 10 g de grana cochinilla en cada una de las cinco repeticiones de este tratamiento y se colocaron en una caja de petrí con tapadera y se dejaron en temperatura de 38° c en la estufa, todo esto en cada una de las repeticiones.

4.- Toma de datos:

Después de la colecta y/o acopio de grana silvestre se registraron los siguientes datos una vez secas las muestras:

* Peso seco (g) de cada una de las muestras de grana.

* Peso polvo (g) obtenido de la molienda en mortero de porcelana de manera individual de cada una de las muestras.

5.- Después se tomaron los tiempos de secado en cada uno de los tratamientos en días y horas.

6.- En cada una de las muestra que se utilizaron en los tratamientos, se llevo a cabo la evaluación del porcentaje de ácido carmínico mediante el método plan ácido carmínico.

7.- Análisis estadístico:

Se utilizo el diseño experimental de bloques completamente al azar; la unidad experimental son 10 g de cochinilla silvestre por muestra. Se aplicó análisis de varianza a los datos obtenidos de las variables de Peso Seco, Peso Polvo y Porcentaje de Ácido Carmínico y cuando se encontró diferencia estadísticamente significativa se aplicó la prueba de múltiple de medias de Tukey.

8. Evaluación del porcentaje de ácido carmínico

8.1. Método plan ácido carmínico:

A 30 mg de muestra de cochinilla se le adicionan 30 ml de ácido clorhídrico (2N), y después hervir para disolver el polvo de cochinilla, y después se deja enfriar. Después se transfiere a un matraz aforado de 100 ml y se diluye con agua hasta alcanzar el volumen indicado y después se mezcla. Se toma una alícuota de esta muestra para medir la absorbancia a una longitud de onda de 494 nm. Se usaron 3 ml de ácido clorhídrico (2N) como blanco. (Escribir el peso de la muestra tomada).

El porcentaje de ácido carmínico se estimó usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Ácido Carmínico} = \frac{(15) \times (A) \times (100)}{(0.262) \times (x)}$$

donde = (x) es el peso en mg de la muestra tomada.

(A) es la absorbancia de la solución muestra y (0.262) es la absorbancia de una solución de ácido carmínico con una concentración de 15 mg por litro.

*NOTA: Al tiempo de preparar estas nuevas especificaciones (1979) existía un A.D.I. temporal para el carmín armónico o sales equivalentes de calcio, Potasio o Sodio de 0-2.5 mg kg⁻¹ del peso del cuerpo que ha sido mantenida.

RESULTADOS

Durante la colecta de grana silvestre (*Dactylopius sp*) en las plantas de Opuntia y O. *Ficus - indica*, la mayoría de las colonias fueron encontradas más en partes protegidas de los cladodios y un desproporcionalmente número mayor de las colonias en superficies expuestas, ya que tienden a colonizar bajo las areolas. y de esta manera parecen tener mas protección por las espinas del viento y lluvias.

La penca madre es el piso mas afectado por la presencia del insecto cochinilla que se alimenta de sabia elaborada de las Opuntias, como resultado de estas pesadas infestaciones, muchos de los cladodios se pusieron amarillos y murieron, otros se pudrieron; Sin embargo se encontraron morfoespecies del nopal con mayor capacidad hospedera de cochinilla en un 100% Chamacuero, Blanca-Huerta, Fafayuco 85 y Tlaconopal. Pero también se encontraron morfoespecies con un 0% de infestación Tapon, Tapon de mayo y Amarillo-Huesona Ags.

La grana presenta dimorfismo sexual; las hembras 3.3. a 6.0 mm de longitud por 2.5 a 4.5 de ancho; la región dorsal es convexa y presenta 11 segmentos. La región ventral es plana y pueden reconocerse en ella las regiones correspondientes a la cabeza, tórax y abdomen. En su parte anterior, están las antenas que son rectas con 11 segmentos y un par de ojos. La boca presenta un pico o probosis, el tórax posee tres pares de patas de tres artejos; en los segmentos torácicos hay dos pares de espiráculos. Todo el cuerpo del insecto esta cubierto por una sustancia cerosa de color blanco, que es secretada por unas pequeñas glándulas y constituye un mecanismo de defensa contra los enemigos naturales.

La cochinilla diferente a otros insectos coccidos, la hembra migratoria (1er. Instar larval) del insecto cochinilla desarrolla largos filamentos ceroso en la superficie dorsal del cuerpo, eso disminuye su velocidad terminal en el aire y aumenta su dispersión por el viento. Antes de la dispersión, las hembras migrantes escalan hacia la parte superior de la planta anfitriona. Este comportamiento es mas marcado en migrantes de 2-3 días de edad en el cual la planta al unir forma de filamentos cerosos, son mas desarrollados. Sin embargo las hembras permanecen en un estado de larva prolongado y pueden derivar nutrimentos de los artículos (nopales) hasta por tres años por medio de un aparato bucal picador. El macho desarrolla, largos filamentos ceroso en el abdomen solo posteriormente, mientras las hembras tienen largos, mas conspicuos filamentos en la superficie dorsal del cuerpo anterior y posteriormente.

Después de emerger la hembra migrante se mueve lejos de la madre, y ellas tienen varios comportamientos y adaptaciones fisiológica, de ese modo ayuda a la dispersión; Sobre colonizando una nueva planta-hospedera o alimentándose en un sitio, el cual pueden tomar arriba de 10 días, ellos insertan una parte de la boca, se establecen y empiezan a comer. Ellas permanecen sésiles y continúan comiendo por el resto de sus vidas; Después de establecidas, el 1er. Instar de las hembras empiezan a secretar lana cerosa alrededor e la periferia del cuerpo y retienen los lisos filamentos cerosos, característicos de la fase de dispersión. Los

apéndices no se desarrollan, después del 1er. Instar, y la hembra llega a ser un inflado carmín-colorado, el saco lleno de huevos aumenta la secreción cerosa en el 2do. Instar desde glándulas y poros en la dermis y, en el laboratorio, delicado rizado de cera es visible dorsalmente, en el campo de la cera es mas rápidamente curtida por la intemperie y compactada. Los filamentos vidriosos y la exuvia de el 1er. Instar es a menudo visible en un lado del cuerpo en el 2do. Instar de la hembra. La elaboración de la cubierta cerosa continúa durante el periodo de preoviposición en el 3er. Instar y la cera es mas compacta que en el 2do. Instar. El último periodo de preoviposición es de un promedio de 26 días después que la hembra es inseminada, y la secreción de cera cesa pronto cuando el 1er. Huevo es puesto. El 3er. Instar de la hembra puede seguir inseminada por arriba de 80 días cuando ella es inseminada, el mismo periodo de preoviposición sigue, y la duración total de producción de migrantes (mediante 50 días) tiene por todas las hembras, si es inseminada tempranamente o retrasadamente.

Los machos en estado adulto son muy parecidos a una mosquita blanca, de color blanquecino con alas bien desarrolladas con la venación reducida, antenas en forma de hilo con 10 segmentos, en el abdomen presenta filamentos caudales, no se alimenta por lo que tiene una vida muy corta el cual cumple con el único objetivo de fecundar a las hembras.

No es posible distinguir las hembras de los machos en el primer instar, las ninfas inmediatamente después de emerger, pero a las 234 horas de emergidas, existe en la grana silvestre un fototropismo positivo antes de la dispersión por viento de los migrantes, este comportamiento cambia después de la dispersión a fototaxis negativa mientras que el migrante se establece en la planta, anfitriona. Todas las especies de *Dactylopius* son aparentemente ovíparas y los machos son comunes pero son necesariamente esenciales para la producción de la población.

El ciclo biológico de la cochinilla se inicia cuando la temperatura ambiental empieza a ascender, pues la reproducción de estos insectos se hace notable; las ninfas de 36 días de edad son capaces de procrear porque ya poseen aparato reproductor. La ovoposición de la cochinilla comienza cuatro semanas después de la fecundación y cada hembra ovoposita de 150 a 160 huevecillos, de los que nacen inmediatamente las ninfas. Este insecto se contrae hasta que muere, es lo que se le denomina grana negra; al nacer los hijos, se aferran con la trompa y se alimentan con el jugo de nopal. En un periodo de tres meses, los insectos de la cochinilla están completamente desarrollados y listos para rendir cosecha al aparearse y ovopositar nuevamente.

Durante la cosecha una vez recolectado el insecto se realizaron los tratamientos de secado del insecto obteniendo los siguientes resultados:

PESO SECO: Después de la aplicación del tratamiento en las diferentes muestras de secado, se tomo la grana seca y se peso obteniendo los siguientes resultados:

Tablas 1

TRATAMIENTO AL SOL

NO. MUESTRA	PESO SECO
1	4.3 g
2	5.2 g
3	5.2 g
4	4.6 g
5	4.2 g

$X = 4.7$

$ET = 23.5 \text{ g.}$

TRATAMIENTO TEMPERATURA AMBIENTE LABORATORIO

NO. MUESTRA	PESO SECO G.
1	3.8 g
2	3.9 g
3	3.8 g
4	3.9 g
5	2.5 g

$X = 3.58$

$ET = 17.0 \text{ g}$

TRATAMIENTO OSCURIDAD

NO. MUESTRA	PESO SECO
1	5.5 g
2	4.2 g
3	4.2 g
4	4.0 g
5	4.3 g

$X = 4.44$

$ET = 22.2 \text{ g.}$

TRATAMIENTO ESTUFA 38° G.

NO. MUESTRA	PESO SECO G.
1	4.2 g
2	4.3 g
3	4.2 g
4	4.0 g
5	4.4 g

$X = 4.22$

$ET = 21.1 \text{ g.}$

Los resultados de las tablas fueron sometidos a un análisis de varianza, obteniendo los siguientes resultados:

ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
TRATAMIENTOS	3	3.437469	1.145823	4.6768	0.022
BLOQUES	4	0.987976	0.246994	1.0081	0.442
ERROR	12	2.940002	0.245000		
TOTAL	19	7.365448			

CON UN NIVEL DE SIG. $0.022 < .05$ (ALFA) SE DESCARTA LA POSIBILIDAD DE IGUALDAD DE MEDIAS, SE ENCONTRO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA Y SE LES REALIZO UNA PRUEBA MÚLTIPLE DE MEDIAS

TABLA DE MEDIAS

PRUEBA MÚLTIPLE DE MEDIAS (TUKEY)

TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	4.70	1	4.70 A
2	3.58	3	4.44 AB
3	4.44	4	4.22 AB
4	4.22	2	3.58 B

Nivel de Significancia: 0.05
 Tukey= 0.9297

La media más alta obtenida en los secados en los distintos tratamientos fue del tratamiento secado al Sol. El hecho de que haya obtenido más peso en grana es debido a que durante su secado el tratamiento secado al sol fue más rápido la muerte del insecto debido a la deshidratación sufrida a causa de los rayos solares.

PESO POLVO: Una vez que las muestras de grana-cochinilla estaban completamente secas en los distintos tratamientos, estas fueron molidas usando un mortero; después fueron coladas usando una coladera doméstica, para finalmente registrar el peso de estas muestras para cada tratamiento. En cada una de las muestras, y se obtuvieron los siguientes resultados:

TRATAMIENTO AL SOL

TRATAMIENTO TEMPERATURA AMBIENTE LABORATORIO

NO. MUESTRA	PESO POLVO
1	3.9 g
2	4.7 g
3	4.9 g
4	4.1 g
5	3.8 g

NO. MUESTRA	PESO POLVO G.
1	3.6 g
2	3.6 g
3	3.6 g
4	3.6 g
5	3.4 g

X = 4.28

X = 3.56

ET = 21.4 g.

ET = 17.8 g

TRATAMIENTO OSCURIDAD

TRATAMIENTO ESTUFA 38° G.

NO. MUESTRA	PESO POLVO
1	4.3 g
2	3.9 g
3	3.8 g
4	3.6 g
5	3.7 g

NO. MUESTRA	PESO POLVO G.
1	4.2 g
2	4.3 g
3	4.2 g
4	4.0 g
5	4.4 g

X = 3.86

X = 3.82

ET = 19.3 g.

ET = 21.1 g.

El peso polvo en mayor cantidad obtenido fue el del tratamiento secado al Sol, estos resultados de los tratamientos fueron sometidos a una análisis de varianza obteniendo los siguientes resultados:

ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
TRATAMIENTOS	3	1.331970	0.443990	5.2077	0.016 *
BLOQUES	4	0.516937	0.129234	1.5158	0.259
ERROR	12	1.023071	0.085256		
TOTAL	19	2.871979			

CON EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA OBTENIDO DE .016 <.05 SE DEBE DESECHAR LA HIPÓTESIS DE IGUALDAD DE PESOS MEDIOS IGUALES ENTRE LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS.

Debido a que los resultados obtenidos del análisis de varianza resultaron con diferencia significativa se aplicó una prueba múltiple de medias (TUKEY).

TABLA DE MEDIAS

PRUEBA MÚLTIPLE DE MEDIAS (TUKEY)

TRATAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTO	MEDIA
1	4.28	1	4.28 A
2	3.56	3	3.86 AB
3	3.86	4	3.82 AB
4	3.82	2	3.56 B

Nivel de Significancia=0.05

Tukey= 0.5484

De los resultados obtenidos se demostró estadísticamente que el secado en exposición directa al Sol fue el que se obtuvo el mayor rendimiento en polvo.

PORCENTAJE EN ÁCIDO CARMÍNICO El mayor porcentaje de ácido carmínico se obtuvo cuando las muestras fueron secadas en estufa de incubación a 38° C, como se demuestra en los siguientes resultados:

TRATAMIENTO AL SOL

NO. MUESTRA	% ACIDO CARMINICO
1	7.061
2	5.916
3	5.725
4	7.442
5	12.977

$$X = 7.82$$

$$ET = 39.121\%$$

TRATAMIENTO OSCURIDAD

NO. MUESTRA	% ACIDO CARMINICO
1	5.725
2	9.923
3	6.297
4	8.587
5	9.351

$$X = 7.97$$

$$ET = 39.883\%$$

TRATAMIENTO TEMPERATURA AMBIENTE LABORATORIO

NO. MUESTRA	% ACIDO CARMINICO.
1	8.206
2	7.251
3	8.206
4	10.114
5	5.343

$$X = 7.82$$

$$ET = 39.120\%$$

TRATAMIENTO ESTUFA 38° G.

NO. MUESTRA	% ACIDO CARMINICO
1	9.541
2	8.015
3	8.206
4	7.251
5	9.351

$$X = 8.47$$

$$ET = 42.364\%$$

El Porcentaje de ácido carmínico se obtuvo a partir del método plan ácido carmínico ya señalado anteriormente el cual se aplico a las 5 muestras de los cuatro tratamientos ya señalados, obteniéndose el siguiente resultado :El mayor porcentaje de ácido carmínico obtenido fue en el tratamiento de SECADO EN LA ESTUFA de incubación 38 grados centígrados, el cual se RECOMIENDA, como se demuestra a continuación en la siguientes tablas, siendo parte del el objetivo principal del presente trabajo experimental.

ANÁLISIS DE VARIANZA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
TRATAMIENTOS	3	1.416748	0.472249	0.1044	0.955
BLOQUES	4	10.698364	2.674591	0.5914	0.678
ERROR	12	54.273560			
TOTAL	19	66.388672			

EN EL ANÁLISIS DE VARIANZA NO SE ENCONTRO DIFERENCIA SIGNIFICATIVA POR ESTAR GRANDE SU PROBABILIDAD.

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	7.8248
2	7.8240
3	7.9766
4	8.4727

DISCUSIÓN

Actualmente el nopal (*Opuntia spp*) es objeto de interés de orden científico y comercial, ya que numerosos productos de esta planta están siendo motivo de comercio alrededor del mundo. En México su importancia es histórica ya que de él ha dependido un gran sector de productores agrícolas de bajos recursos. (Robles, 1999). Los nopales, son plantas con gran capacidad de adaptación a una amplia gama de suelos y climas, adquieren relevante importancia económica y social puesto que son plantas útiles en la alimentación humana y animal, primordialmente para la obtención de colorantes naturales mediante el cultivo de la grana-cochinilla. (Tito, 1990).

El estado fisiológico de los cladidos de estación y estación (Whiting,1980) puede ser que tenga un importante factor que no está controlado y el cual contribuye a la variación en el éxito de la colonización (Zimmermann, 1981) (citado por Moran, Gunn y Walter 1982), tienen listados diferentes puntos de evidencias circunstanciales, el cual confirman esta sugerencia y él atribuye particularmente el estado del nitrógeno de la planta anfitriona y fluctuación estacional en nivel planta hormona, como un determinado éxito de colonización (Moran, Gunn & Walter 1982).

En México existe una variedad bastante extendida cochinilla llamada silvestre, que se caracteriza por estar recubierta de una especie de capullo de fibra en lugar de la capa cerosa de la cochinilla fina. (Cremades & Luxberto, 1997). La grana o cochinilla es una plaga que durante el invierno tiene poca actividad pero que tan pronto comienza la primavera, o sea que aumenta la temperatura, se reproduce atacando por igual las pecas y los frutos.(Secretaría de Desarrollo Agropecuario, 1982). La grana daña las pecas al succionar la savia en la base de las espinas. Cuando la infestación es fuerte, sobre todo en los meses de verano, los daños se pueden extender inclusive a los frutos. Se reconocen fácilmente por la masa algodonosa que las cubre y porque al presionar el insecto libera un líquido viscoso de color rojo intenso, al cual debe su nombre.(González, Esquivel & Quezada,1999). Los daños los ocasionan las hembras y ninfas al introducir su pico y succionar la savia de los cladidos y frutos, lo que trae como consecuencia un amarillamiento y debilitamiento de la peca y/o la caída de frutos. (González, 2001).

Los diferentes procesos que sigue la cochinilla luego de ser desprendida del cladidio que le ha servido como fuente de alimento, refugio y reproducción, hasta llegar al proceso de extracción del ácido carmínico se le conoce como postcosecha. Este proceso es una de las actividades que reviste especial importancia debido a que puede afectar en mayor medida la conservación y la calidad de la cochinilla. (Lobo, González, Carnero & Méndez, 2003).

La grana proviene de los cuerpos secos de las hembras adultas, el insecto denominado cochinilla, el que está constituido por 10% de ácido carmínico, 40% de materia orgánica, 10% de grasa, 2% de cera y 2% de cenizas. (Gobierno del Estado de México, 1981).

Existen 2 tipos de grana, la fina y la silvestre, pero ambas presentan diferentes formas de cultivo, la fina requiere ser criada en un invernadero, mientras que la silvestre crece como su nombre lo dice en estado silvestre, no requiere de cuidados especiales. La grana silvestre es de menor calidad debido a que no es fácil desprenderla de la capa algodonosa y su rendimiento en ácido carmínico es menor, pero sin embargo es una alternativa de menor costo en su cultivo; esta grana también la podemos postcosechar y realizar los mismos pasos para la obtención del carmín (colorante vegetal).

Se entiende por manejo postcosecha, la forma de sacrificar y secar al insecto después de ser desprendido del hospedero.

Este manejo presenta tres etapas: sacrificio, secado, clasificación y empaque (Tukuyupaj,1993: citado en Viguera,1999).

El sacrificio implica principalmente cambios de temperatura, ya sea más elevada o menor a la del ambiente para provocar la muerte de la cochinilla (Tukuyupaj,1992: citado en Viguera,1999).

El secado es el proceso de extracción deliberada del agua contenida en el insecto. Existen diversas maneras para secar la cochinilla, pero se debe tener el cuidado necesario para sacrificarla previamente sin afectar su presentación (Sánchez G., 1985: Viguera, 1999); sin embargo se siguen efectuando prácticas tradicionales que contribuyen muy poco a mejorar el producto. Para deshidratar al insecto se utilizan el secado natural y el industrial.

Las técnicas de secado deben realizarse con la finalidad de no afectar la estructura química del ácido carmínico y así obtener un mayor rendimiento de materia colorante (Arias j.,1988:Viguera,1999). También se puede exponer la cochinilla al sol durante cinco o seis días, sobre tendales (cubiertas) donde se coloca la grana cochinilla (Bustamante M.,1985: citado en Viguera,1999).

El tratamiento de secado al sol es sin duda un tratamiento que no requiere inversión, una muestra de 10 g de grana silvestre se seca en 47 horas y se obtiene un peso seco de 4.3 % y un peso en polvo de 3.9 % debido a que durante la molienda hay un poco de pérdida en el mortero, y la obtención de un 7 % de ácido carmínico; Mientras que en el secado en la Estufa A 38° C una muestra de grana silvestre de 10 g se seca en 334 h se obtiene un peso seco de un 4.2 % un peso polvo 4 % y un porcentaje mayor de ácido carmínico de 9.5 %. Sin duda estos tratamientos nos permiten determinar cual de los dos debemos utilizar para futuros tratamientos de secado y la obtención del ácido carmínico.

Eisner et al. (1989): Montiel, Valdez & Llanderal, (1997) mencionan que el ácido carmínico está presente en la hemolinfa y en los músculos de ninfas, adultos y en los huevos y embriones de las hembras grávidas.

Aramayo A. Y Rojas F. (1992); citado en Viguera 1999. Señalaron una relación directa entre el contenido de ácido carmínico y el número de días de oviposición previos al proceso de secado. En efecto, el contenido de pigmento aumenta con el número de días de oviposición (Tukuyupaj,1992;Viguera, 1999).

El pigmento se obtiene únicamente de las hembras del género *Dactylopius*, las cuales se envuelven en capullos algodonosos en los artículos (nopales) y los frutos de *Opuntia ficus-indica*.(Nobel, 1998).

El ácido carmínico procedente de la cochinilla se utiliza como colorante de alimentos, bebidas, cosméticos (incluyendo al lápiz labial); indicador de pH (detector visual de la acidez o de la alcalinidad de una solución); y pigmento muy apreciado por los artistas (Crimson Lake). Debido a que los colorantes derivados del alquitrán (anilina) están asociados con el cáncer en animales de laboratorio, se ha renovado el interés por el carmín para dar color alimentos incluyendo: camarones, jaleas, cerezas Maraschino y el aperitivo italiano Campari. En 1992 la producción mundial fue de 300 ton; cerca de 90% procedente de Perú y el resto de las Islas Canarias. (Nobel,1998).

A partir de 1998 un grupo de campesinos de villa de Tezontepec, Hidalgo, interesados en cultivar la grana cochinilla *Dactylopius coccus* Costa, decidieron investigar en que tipo de nopal se producía este insecto. Ellos encontraron que el nopal que da mayor rendimiento de grana es el nopal *Opuntia ficus indica* var. (Ávila, Cuevas, Ascencio & Berdeja, 2003).

La forma más común de efectuar la propagación de cochinilla en tunales que carecen de ella, es mediante la colocación de pencas cortadas completamente infestadas entre los cladodios componentes de la planta de tuna. (Flores, 1997). Los daños que genera este organismo se localizan en la parte basal de las espinas del nopal. Los ataques severos de este organismo pueden causar la caída del fruto, el debilitamiento de la planta y finalmente la muerte de esta. (Granados & Castañeda,2000).

Algunos productores han tomado la iniciativa de producir pie de cría de otros países como España, de la cual existen antecedentes de que es uno de los tipos de Grana Cochinilla con una alta calidad. Sin embargo, las condiciones físicas (temperatura, humedad relativa, altitud, entre otras) y biológicas (variedad, edad, condición nutricional e hidratación de la penca, y el método de secado, etc.) de la región donde se produce el insecto influyen tanto en la calidad como en los parámetros de crecimiento poblacional de insecto. (Méndez, 1997).

La gran demanda por el pigmento de la grana cochinilla en nivel mundial, está influida por varios aspectos, como son la moda del consumidor crítico hacia lo natural. Pero sobre todo se basa en su uso como aditivo colorante en alimentos como carnes, salsas, confituras y mermeladas, en la fabricación de cosméticos y fármacos, así como para tinciones histológicas y en aplicaciones de fotografía; recientemente se ha dado a conocer su uso en el teñido de larvas y pulpas de

lepidópteros. Países como Francia, Inglaterra y Alemania son los que más emplean el carmín, mientras que en Japón se presenta una demanda mayor por el ácido carmínico. Asimismo, su comercialización como materia prima (grana seca) se ha incrementado en la última década, con fluctuaciones en su precio que van desde los 13.00 dólares hasta más allá de los \$100.00 dólares por kilogramo. (Vigueras, 1999).

Por ello el uso de este colorante orgánico fue aceptado por la administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos de América y por la Comunidad Económica Europea, cuyos países miembros son importantes consumidores de carmín, lo anterior, además de haber reactivado el cultivo de la cochinilla como producto de importancia industrial, perfila al insecto como una excelente alternativa para sustituir a los tintes sintéticos. (Vigueras & Portillo, 1997).

En Oaxaca, Chiapas y Guatemala, se siguen tiñendo con la cochinilla las telas, plumas y lana, con las que elaboran ropas, adornos y cobijas. (Bravo & Scheinvar, 1999).

Hoy KITZCELL les ofrece como inicio de su vida empresarial, el carmín de cochinilla solución, preciado aditivo de color que en la actualidad esta retomando la importancia y gloria que ostentó en nuestro pasado. Es compromiso de KITZCELL adquirir toda la materia prima cochinilla con una alta calidad a fin de producir derivados del carmín. (Rodríguez, 2003).

Desafortunadamente en nuestro país dada la escasez de cochinilla, sólo se han podido evaluar algunos de estos métodos en nivel experimental; sin embargo, se cuenta con registros antiguos que describen algunos procesos utilizados durante las épocas prehispánica y colonial, mismos que pueden servir de base para establecer un manejo propio para México. (Vigueras, 1999).

CONCLUSIONES:

CONCLUSIONES:

Durante la colecta de grana silvestre (*Dactylopius sp*) en *Opuntia* y *O. ficus* una muy grande porción de colonias se encontraron en las partes protegidas de los cladodios, mientras que un desproporcional número mayor de colonias en superficies expuestas, encontrándose así en la parte soleada un promedio de 5,186 colonias y en la parte sombreada 4,984 colonias en la nopalera del campo experimental de la Facultad de Ciencias Biológicas haciendo una diferencia de 202 colonias.

Se encontraron morfo - especies del nopal con mayor capacidad hospedera de cochinilla a efectos de recomendarlos en la crianza y explotación de este insecto, en 100% chamacuero, Blanca-Huerta, Fafayuco 85 y Tlaconopal; también se encontraron dentro de las especies de *Opuntia* algunas no susceptibles para la crianza de cochinilla silvestre como es el caso de: Tapón, Tapón de mayo y Amarillo – Huesona.

Para el secado de grana silvestre se recomienda el de la exposición del Secado de la muestra al Sol donde se obtuvo una media de 4.7g como ya se demostró estadísticamente; El Peso Polvo en mayor cantidad obtenido fue el del tratamiento Secado al Sol obteniendo estadísticamente una media de 4.28 g y el Porcentaje de Acido carmínico obtenido fue de 8.47% en el tratamiento de Secado en Estufa de incubación a 38° c. recomendándolo para la obtención del carmín.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

Acevez T., E. 1991. Variación en la morfología del xilema en morfoespecies silvestres y cultivadas de nopal. (*Opuntia spp*) tunero. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Guadalajara.

Amante y Figueroa, 1993; citado en Gallegos V., C.; y S. J. Méndez G. 1999. Establecimiento y manejo de huertos de nopal para la cría de la grana o cochinilla fina. Curso de capacitación. Técnicos CODAGEA. Colegio de Postgraduados. Campus San Luis Potosí. pp. 2- 36.

Aramayo A. y Rojas F. (1992): citado por Viguera G., A.L. 1999. Aspectos generales del manejo postcosecha y comercialización de la grana cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 – 329.

Aquino P., G. y N.M. Bárcenas O. 1999. Cría de la cochinilla para la producción de grana y sus posibilidades de resurgimiento en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 275 – 307.

Aquino, 1992: citado en Aquino P., G. y N. M. Bárcenas O. 1999. Cría de la cochinilla para la producción de grana y sus posibilidades de resurgimiento en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 275 – 307.

Arias, J. 1988: citado en Viguera, A. 1999. Aspectos generales del manejo postcosecha y comercialización de la grana cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 - 331.

Arreola N., H.J. 1988. Distribución de las especies de *Opuntia* en Jalisco. En: López G., J.J.; M.J. Ayala O. (Eds.). El Nopal. Programa y Resumen de la 3ª Reunión Nacional y 1ª Internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 111.

Ávila U., M. M.; M. S. Cuevas C.; D. Ascencio A.; y B.M. Berdeja M. 2003. Cultivo de nopal para la producción de grana carmín en tres municipios del estado de

Hidalgo, México. En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.). Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. p. 155.

Benson, L. 1963. The Cacti of Arizona. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.

Bravo, H.H. 1978. Las Cactáceas de México. UNAM. Segunda Edición. México, D.F.

Bravo, 1978; citado en Álvarez B., N. 1990. Efecto de la fertilización química y orgánica en componentes reproductivos del nopal (*Opuntia ficus indica*) L. Miller. Tunero Variedades Naranjona. Tesis de Licenciatura de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Guadalajara. pp. 69.

Bravo H., H. y L. Scheinvar. 1999. El interesante mundo de las cactáceas. Editorial IEPSA. p. 31 y 150.

Bustamante M, 1985; citado en Viguera G., A.L. 1999. Aspectos generales del manejo postcosecha y comercialización de la grana cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 - 331.

Cremades I., I. y L. Romero Z. 1997. Cultivo y aprovechamiento de la grana cochinilla en México. :En R. Vázquez A.; C. Gallegos V.; N. E. Treviño H. y Y. Díaz T. (Comps). Memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey N.L. México. p. 180 – 181.

Díaz S., T.; L.A. Solís G.; E. Nuñez L. y J.D. Vázquez. 1999. Rendimiento de grana de cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) con cuatro niveles de infestación en dos especies de nopal (*Opuntia spp.*). En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. p. 110.

Eisner, 1989; citado en Montiel R., L.; J. Valdez C. y C. Llanderal C. 1997. Presencia de carmín en los órganos internos de *Dactylopiidae* En: R. Vázquez A.; C. Gallegos V.; N. E. Treviño H. y Y. Díaz T. (Comps). Memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey N.L. México. p. 178.

Esparza R., J.B. y M. Quiroz M. 2003. Efecto de la Harina de nopal forrajero y verdura sobre la absorción de grasa en la elaboración de frituras. En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.). Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. pp. 242- 245.

Flores F., V.1997. Manejo de la cochinilla en comunidades campesinas.:En R. Vázquez A.; C. Gallegos V.; N. E. Treviño H. y Y. Díaz T. (Comps). Memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey N.L. México. pp. 59-63.

Flores, 1995; citado en Garza y Vazquez, 1999. Evaluación de métodos de cultivo e infestación para la producción de grana. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. p. 112.

Gallegos V., C. y S.J. Méndez G.1999. Establecimiento y manejo de huertos de nopal para la cría de la grana o cochinilla fina. Curso de capacitación. Técnicos CODAGEA. Colegio de Postgraduados. Campus San Luis Potosí. pp. 2- 36.

Garza Z., A. y R. Vázquez A. 1999. Evaluación de métodos de cultivo e infestación para la producción de grana. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. p. 112.

Gobierno del Estado de México. 1981. Perspectivas de la utilización del nopal y la tuna. Ed. CODAGEM SARH SAIMEX. p. 9.

González G., E.2001. Principales plagas de nopal tunero. Folleto Científico No. 29. SAGARPA INIFAP CIRNOC CEPAB. México. p. 17.

González G. , E.; F. Esquivel V. y E. Quezada G. 1999. Control de plagas del nopal tunero en aguascalientes. CEPAB. p. 16-18.

González D., A. y M. E. Riojas L. 2003. Desarrollo de tres cultivares y dos especies silvestres de nopal (*Opuntia spp*) en un cultivo diversificado. En:G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.).Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. pp. 214-218.

Granados S., D. y A. D. Castañeda P. 2000. El Nopal. Historia, Fisiología, Genética e importancia frutícola. Editorial Trillas. P. 129.

Gutiérrez A., F. 1994. Respuesta de ocho clones de nopal tunero a cuatro intensidades de poda en Aguascalientes, México. XXXX ANNUAL MEETING SPONSORED BY. Proceedings of the Interamerican society for tropical horticulture. Volume 38 . Interamerican society fortropical horticulture. Department of Agriculture SARH. Universidad of Chapingo. P. 106.

Gutiérrez A., F. 2000. Tecnología de producción de nopal tunero en Aguascalientes. Folleto Científico No. 25. SAGAR INIFAP CIRNOC CEPAB. México. p. 17.

Gutiérrez A., F. 2002. Caracterización del fruto de 25 selecciones de nopal tunero. Folleto Científico No.12. SAGAR INIFAP CIRNOC CEPAB. México. p. 24.

Gutiérrez A., F. 2003. Evaluación y comparación de la tuna de variedades comerciales de nopal tunero en Aguascalientes. Folleto Científico No.17. INIFAP CIRNOC CEPAB. México. p. 21.

Gutiérrez A., F. y F. J. Robles E. 2002. Evaluación y comparación de la tuna de 14 selecciones de nopal tunero (*Opuntia spp*), en Aguascalientes. Folleto Científico. No. 13. SAGARPA INIFAP CIRNOC CEPAB. México. p. 24.

Hernández, R.L. 1978. Distribución del sistema radical del nopal (*Opuntia amyclaeae*). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Chapingo.

Hernández R.; Velázquez E. 1998. El Nopal y su historia. Editorial Clío. p. 9.

Lobo R., G.; M. González G.; A. Carrero H. y S. de J. Méndez G. 2003. Evaluación de diversos métodos de sacrificio y secado de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: *Dactylopiidae*). En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.). Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. p. 166.

López G., J.J. y J.L. Elizondo E. 1990. El Conocimiento y aprovechamiento del nopal en México. En: López G., J.J. y M. J. Ayala O. (Ed.) El Nopal. Memorias de la 3ª. Reunión Nacional y 1ª. Internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 1 y 2.

Marín L., R. y F.V. Cisneros 1977. Biología y morfología de la cochinilla del carmín. *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: *Dactylopiidae*). Rev. Per. Ent. Vol. 20 (1): 115-120.

Méndez G., S.J. 1997. Supervivencia de tres tipos de grana-cochinilla fina, *Dactylopius coccus* (Homoptera: *Dactylopiidae*) en Salinas Hidalgo, San Luis Potosí, México. En: R. Vázquez A.; C. Gallegos V.; N. E. Treviño H. y Y. Díaz T. (Comps). Memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey N.L. México. p. 177.

Méndez G., S. J.; A. Carrero H. ; y R. Tiberi. 2003. Potencial biótico y calidad de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa (Hemiptera: *Dactylopiidae*) en diferentes cultivares y condiciones de fotoperíodo. En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.). Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso

Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. pp. 159 – 162.

Méndez G., S. J.; G. Aquino P.; P. Puga J. y J.J. Martínez H. 1999. El cultivo de la grana o cochinilla fina (*Dactylopius coccus*). Colegio de Postgraduados. Campus. San Luis Potosí. México. p. 1- 17.

Miller R., D. 1976. *Dactylopiidae* En: Syllabus for Workshop on Scale Insect Identification. John W. Beardsley, et al. (Editores). Nov. 1976. Hawaii, USA.

Montiel R., L.; J. Valdez C. y C. Llanderal C. 1997. Presencia de carmín en los órganos internos de *Dactylopiidae* En: R. Vázquez A.; C. Gallegos V.; N. E. Treviño H. y Y. Díaz T. (Comps). Memorias del VII Congreso Nacional y V Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del nopal. Monterrey N.L. México. p. 178.

Moran C., V. and B.S. Cobby. 1979. On the life – history and fecundity of the cochineal insect *Dactylopius austrinus* de Lotto (Homoptera: *Dactylopiidae*), a biological control agent for the cactus. *Opuntia aurantiaca*. Department of Zoology and Entomology, Rhodes University, Grahamstown, South Africa. 7 pages.

Moran C., V.; B. H. Gunn and G.H. Walter. 1982. Wind dispersal and settling of first instar crawlers of the cochineal insect *Dactylopius austrinus* (Homoptera: Coccoidea: *Dactylopiidae*). Department of Zoology and Entomology, Rhodes University, Grahamstown, South Africa. 13 pages.

Moran V., C. and J. H. Hoffman. 1987. The effects of simulated and natural rainfall on Cochineal insects (Homoptera: *Dactylopiidae*), Colony distribution and survival on cactus cladodies. Department of Zoology University of cape Town, 8 pages.

Nobel S., P. 1994. Remarkable Agaves and cacto. Oxford University Press. New Cork.

Nobel S., P. 1998. Los Incomparables Agaves y Cactus. Editorial Trillas. p. 5.

Ortiz, 1992; citado en Pérez S., M. y R. Becerra. 2001. La cochinilla. Biodiversitas. Boletín bimestral de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. p. 1- 8.

Pérez S., M. y R. Becerra. 2001. La cochinilla. Biodiversitas. Boletín bimestral de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. p. 1 – 8.

Pimienta B., E. 1990. El Nopal Tunero. Editado por la Universidad de Guadalajara. 246 p.

Pimienta, B. E. 1993. El nopal una alternativa ecológica productiva para las zonas áridas y semiáridas. *Ciencia*. 44: 345-356.

Pimienta B., E. 1997. El Nopal en México y el Mundo. *Cactáceas Suculentas Mexicanas*. (Ed.) CONABIO SEMARNAP PROFEPA UAM. pp. 87 – 95.

Piña L., I. 1979. Principales países productores de grana fina y algunos aspectos biológicos sobre la producción de este colorante. *Revista de los laboratorios Nacionales de Fomento Industrial*. Vol. 5 (3): 14:16.

Piña E., E. 1981. La Cochinilla del nopal, *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: *Dactylopiidae*) ciclo biológico, distribución geográfica y utilización. Tesis de Licenciatura de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. P. 408.

Piña 1977; E .Piña E. 1981. La Cochinilla del Nopal. *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: *Dactylopiidae*) ciclo biológico, distribución geográfica y utilización. Tesis de Licenciatura de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. 40 p.

Robles M., A. 1999. Respuesta de la grana de cochinilla en diferentes cultivares de nopal. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). *Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. p. 113.

Robles M., A. 2000. The preference of the carmine cochineal, *Dactylopius coccus*, for different cultivars of *Opuntia ficus - indica* in México. En: *The IV th International Congress on Cactus Pear and Cochineal & The IV th General Meeting of the FAO – CACTUSNET (International Cooperation Network on Cactus Pear)*. Under the Patronage of H.E. the Minister of Agriculture and the International Society for Horticultural Science. P. 52.

Robles M., A. y G. Galindo G.2003. Evaluación de grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa), en dos fechas de Infestación , en cinco variedades de nopal. En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.).*Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal*. Zacatecas, Zac., México. p. 163 – 165.

Rodríguez M., I.R. 1988. Algunas especies del genero *Opuntia* como hospedero de *Dactylopius coccus* Costa. En: López G., J. J.; M.J. Ayala O. (Ed.) *El Nopal. Programa y Resúmenes de la 3ª. Reunión Nacional y 1ª Internacional*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah; México. p. 82.

Rodríguez F., A. 2004. Los Nopales: uso y potencialidades en Cuba. Memorias X Congreso Nacional y VIII Congreso Internacional. Sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal y otras Cactáceas de valor económico. Fifth International Congress on cactus pear and cochineal. Chapingo, estado de México. p. 1-3.

Rodríguez G., A. 2003. KITZCELL: Industrialización y comercialización de derivados de la cochinilla. En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.). Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. p. 339.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 1982. Cultivo, explotación y aprovechamiento del nopal. Editorial Gobierno del estado de México. No. 12. p. 28.

Salazar, 1982; E. Piña E. 1981. La cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera: *Dactylopiidae*) ciclo biológico, distribución geográfica y utilización. Tesis de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. 40 p.

Sánchez G. 1985; A.L. Viguera G. 1999. Aspectos generales del manejo postcosecha y comercialización de la grana cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 – 329.

Tito S., M. 1990. El cultivo de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) del nopal (*Opuntia spp*) en Oaxaca. En: López G., J. J. y M. J. Ayala O. (Ed.). El nopal. Memorias de la 3ª Reunión Nacional y 1ª. Internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 279 – 283.

Tito S., M. 1988. El cultivo de la grana- cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) del nopal (*Opuntia spp.*) en Oaxaca. En: López G., J.J. y M.J. Ayala O. (Ed.) El Nopal. Programa y Resúmenes de la 3ª Reunión Nacional y 1ª. Internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. p. 81.

Tito S., M.; V. Villalobos A.; L. Granada C. y R. Enriquez V. 1988. Propagación clonal *in vitro* del nopal (*Opuntia tomentosa* Salm – Dyck) para el cultivo de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa). En: López G., J. J.; M.J. Ayala O. (Ed.) El Nopal. Programa y Resúmenes de la 3ª. Reunión Nacional y 1ª Internacional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah; México. p. 87.

Tukuypaj, 1992; citado en Viguera G., A.L. 1999. Aspectos generales del manejo post cosecha y comercialización de la grana de cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI

Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 – 329.

Tukuypaj, 1993; citado en Viguera G., A.L. 1999. Aspectos generales del manejo post cosecha y comercialización de la grana de cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 – 329.

Valdez M., M.; P.A. García.; A. Cruz H. y O. Paredes L. 2003. Establecimiento de un sistema de regeneración *in vitro* para nopal usado como verdura (*Opuntia sp.*). En: G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.).Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. pp. 69 – 70.

Velázquez E. 1998. Los Usos Memorables de una Cactácea. El Nopal y su Historia. Editorial Clío. pp. 25- 31.

Viguera G., A.L. 1999. Aspectos generales del manejo postcosecha y comercialización de la grana cochinilla en México. En: J. R. Aguirre R. y J.A. Reyes A. (Eds). Memoria de VIII Congreso Nacional y VI Internacional sobre Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 318 – 329.

Vigueras G., A.L. y L. Portillo M. 1997. Cactáceas suculentas Mexicanas. (Eds) CONABIO SEMARNAP PROFEPA, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 97 – 99.

Vigueras G., A.L. y L. Portillo M. 2003. El Nopal (*Opuntia spp.*): Alerta y acciones en México ante el avance de *Cactoblastis cactorum* Berg. En : G. Esparza F.; M. A. Salas L.; J. Mena C. y R.D. Valdez Z. (Eds.).Memoria del IX Congreso Nacional y VII Congreso Internacional. Conocimiento y aprovechamiento del Nopal. Zacatecas, Zac., México. pp. 139 – 140.

GLOSARIO

GLOSARIO

Antraquinona: Sustancia derivada del antraceno que se emplea en la fabricación de colorantes.

Arreolas: Son regiones circulares pequeñas en los cladodios, en las base de las espinas donde la hebra vascular y tejidos meristemáticos se concentran cerca de las superficie y da elevación a la estructura areola, inclusive principalmente muy pequeñas babas de espinas. (Moran y Hoffmann 1987).

Axis: (ac – sis) eje, línea real ó imaginaria que pasa por el centro de una esfera que gira en tomo de dicha línea.

Bioma: Conjunto de vegetales y animales que viven en una zona determinada.

Carmín: Carmine. De color rojo encendido. Colorante rojo intenso que se obtiene de la cochinilla.

Colonia: (del lat. Colonia, de colonus, colono, y éste der. De colore, cultivar, reunión de individuos de la misma especie con manifiesta relación entre sí, siendo en general, característica la forma del conjunto de la agrupación.

Cladodio: Rama modificada en forma de hoja, o con hojas rudimentarias, que lleva a cabo la función clorofílica, como el espárrago.

Cochinilla del Nopal: Zool. Nombre común de los insectos de la fam. Coccidios *Dactylopius cocc lus* y *D. indicus*, que se crían sobre hojas de *Opuntia ficus indica*. De ellos se obtiene el colorante denominado carmín o rojo de cochinilla.

Deshidratación: f. acción y efecto de deshidratar o deshidratarse. La deshidratación tiene lugar por varias causas, como la elevación de la temperatura, disminución de la presión de vapor del compuesto por medio del vacío y por la presencia de sustancias desecantes.

Elemento: element m. parte integrante de una cosa o un conjunto.

Exuvia: (ex-yú-vi-f) 1.- Los despojos de los animales. 2.- (Geol) Los restos animales petrificados o fósiles.

Fotoperíodo: m. Distribución de los tiempos de luz y oscuridad, durante el día y el año, por los efectos que produce en los seres vivos.

Fototropismo: m. fenómenos en que el factor estimulante es la luz.

Holometábolo: adj., Zool. (De holo – y el gr. Metabole; cambio).f. Metamorfosis complicada, propia de los insectos endopterigotas.

Instar: (del lat. Instare) tr. Repetir la súplica o petición o insistir en ella con ahinco.
Intr. Apretar o ungir la pronta ejecución de una cosa.

Muestra: Conj. De mediciones (elementos) que constituyen una parte de la población.

Parámetro: Un carácter de la población (La media X , pareja.). Un parámetro es un valor fijo que rara vez conocemos, los parámetros son estimados a partir de las muestras.

Población: Conj. De mediciones de una variable estudiada sobre todos los individuos que se encuentran en la población (cochinilla) tomando en cuenta las variables.

Probóscide: Prolongación tubular en la nariz o la boca de ciertos animales y O.1 algunos insectos.

Savia: (del lat, sapa, jugo mosto) f. Jugo contenido en la planta, y sobre todo, el que en las plantas vasculares circula por sus elementos conductores. La savia llamada ascendente es más fluida y se compone del agua absorbida por las raíces junto con las sales del suelo disueltas en ella; circula por los vasos leñosos.

Unidad experimental (cochinilla) : Unidad de material experimental sobre la cuál se aplica un tratamiento.

Variable: Es la característica medible de una unidad experimental (Peso, tiempo, entre ácido.).