

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



FACTIBILIDAD DEL CULTIVO DE LA GRANA COCHINILLA
(*Dactylopius coccus* Costa) DEL NOPAL EN
ZAPOTLANEJO, JALISCO, MEXICO.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A
GABRIEL ALVAREZ CARRANZA
GUADALAJARA, JAL. SEPTIEMBRE 1995



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

COMITE DE TITULACION
SOLICITUD Y DICTAMEN

CLAVE: 0GA82061/93

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
PRESENTE.

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

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO DE LA GRANA COCHINILLA (Dactylopius coccus
Costa) DEL NOPAL EN ZAPOTLANEJO, JALISCO, MEXICO

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE TITULACION.
MODALIDAD: Individual.

NOMBRE DEL SOLICITANTE: GABRIEL ALVAREZ CARRANZA CODIGO: 078153598

GRADO: _____ PASANTE: X GENERACION: 77-82 ORIENTACION O CARRERA: GANADERIA

Fecha de Solicitud: 22 DE NOVIEMBRE DE 1993

Gabriel Alvarez
Firma del Solicitante

DICTAMEN

APROBADO (X) NO APROBADO ()

DIRECTOR: ING. LIBERATO PORTILLO MARTINEZ

ASESOR: ING. CARLOS GUZMAN PAREDES

ASESOR: M.C. JOSE DE JESUS RODRIGUEZ BATISTA

[Signature]
M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

Liberato Portillo
ING. LIBERATO PORTILLO MARTINEZ
DIRECTOR

[Signature]
ING. CARLOS GUZMAN PAREDES
ASESOR

[Signature]
M.C. JOSE DE JESUS RODRIGUEZ BATISTA
ASESOR

[Signature]
M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
Vo.Bo. Pdte. del Comité.

FECHA: 19 de julio de 1995

CONTENIDO

Acerca del presente trabajo.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Introducción.....	1
Antecedentes.....	2
Objetivos e Hipótesis.....	19
Materiales y Métodos.....	20
Resultados.....	25
Discusiones.....	40
Conclusiones.....	47
Literatura citada.....	48

EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS FUE REALIZADO CON APOYO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION TITULADO: "LA GRANA O COCHINILLA DEL NOPAL Y SU CULTIVO EN JALISCO", PERTENECIENTE AL DEPARTAMENTO DE BOTANICA Y ZOOLOGIA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS, UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA; SIENDO JEFE DE ESA INSTITUCION LA M.C. LAURA GUZMAN DAVALOS.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Josefina Carranza Ledesma
Pedro Alvarez Gutiérrez

Con esfuerzo y sacrificio me brindaron la oportunidad de ser un profesionista.

A MIS HERMANOS:

Que me impulsaron en momentos difíciles para seguir adelante en mi carrera profesional.

A MI ESPOSA:

Teresa Trujillo Ramírez

Con su apoyo estuvo siempre a mi lado para alcanzar la meta deseada.

A MIS HIJAS:

María del Carmen
Alejandra Jael
María Isabel
Karla Fernanda
Mariela Nataly

Gracias por ser un estímulo en mi superación.

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, FACULTAD DE AGRONOMIA:

Por la oportunidad de cursar una carrera profesional.

A MI DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Liberato Portillo Martínez

Por su constante e incondicional ayuda para la realización de este trabajo.

A MIS ASESORES:

M.C. José de Jesús Rodríguez Batista
Ing. Carlos Guzmán Paredes

Por su buena disposición, sugerencias y apoyo, hicieron que este trabajo llegará a su culminación.

A MIS AMIGOS:

Biól. Ana Lilia Viguera Guzmán
M. C. Ruben Torres Hernández

Por su constante apoyo, desinteresada ayuda y amistad sincera.

A todas aquellas personas que de alguna forma colaboraron para que mi profesión y este trabajo se realizaran.

RESUMEN

Con el fin de conocer la factibilidad de cultivar cochinilla en Zapotlanejo, Jalisco, fueron evaluados los siguientes cuatro métodos de infestación: Boliviano, Oaxaqueño, Peruano y Ricci, los tres primeros conformados por 20 hembras ovíparas (OV) de la cochinilla *Dactylopius coccus* Costa, y el último sólo con 6 OV. El experimento contó con cinco repeticiones para cada uno de los tratamientos, mismos que se analizaron estadísticamente mediante un Diseño Completamente al Azar y Comparaciones Múltiples de Medias de Tukey. El estudio se realizó en Zapotlanejo, Jalisco bajo condiciones de cobertizo y de acuerdo al sistema de nopaloteca o penca separada del nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.

Se encontró que los métodos de infestación Boliviano, Oaxaqueño y Peruano pueden ser utilizados para el cultivo de cochinilla en la zona de estudio. El método Ricci difirió significativamente del resto de los métodos por lo que no se recomienda su uso en épocas frías. El ciclo biológico del insecto cochinilla tuvo una duración de 122 días que equivalió a 2,025.5 unidades calor. Se concluye que la coccidocultura o cultivo de la grana cochinilla es una actividad factible de realizarse en la zona de Zapotlanejo, Jalisco.

INTRODUCCION

Existe un insecto mexicano que vive exclusivamente como parásito de varias especies de nopal, se le conoce como grana o cochinilla, su nombre científico es *Dactylopius coccus* Costa. Este insecto ha sido utilizado como materia colorante desde la época Prehispánica para la obtención de un fuerte color carmín. El interés actual hacia este tinte orgánico radica en que varios colorantes rojos sintéticos, han sido prohibidos por presentar propiedades nocivas para la salud de los consumidores; dichos efectos van desde simples alergias hasta efectos cancerígenos. Esto ha motivado el incremento de la demanda de los productos libres de aditivos químicos, que de por sí cada vez es mayor. Por lo que las industrias de cosméticos, fármacos y alimentos entre otras, han volcado su atención hacia los colorantes orgánicos, y dado que la cochinilla es un pigmento aceptado por la Food and Drug Administration de los Estados Unidos y por la Comunidad Económica Europea, su cultivo presenta un atractivo potencial (Piña, 1977).

Sin embargo, en México dejó de cultivarse prácticamente a mediados del siglo pasado (Piña, *op. cit.*), ésto conlleva a que se pierdan las técnicas de su manejo y aprovechamiento. Es por ello, que para reactivar la coccidocultura, se ocupa de un soporte de conocimientos mínimos que permitan de nueva cuenta su implantación en nuestro país. Sobre esto ya se tienen significativos avances, ya que la iniciativa privada, así como varias instituciones de investigación y organismos no gubernamentales, se han dado a la

tarea de contribuir al respecto; pero hace falta mucho trabajo por realizar, lo que se logrará en gran parte, encaminado esfuerzos a un punto común.

ANTECEDENTES

Hay dos clases de grana cochinilla del nopal que pertenecen al género *Dactylopius* (familia *Dactylopiidae*, orden *Homoptera*), una de las cuales está constituida por un grupo de ocho especies (Tabla 1) mismas que reciben el nombre de cochinillas corrientes o granas silvestres, la otra clase está representada exclusivamente por la especie *Dactylopius coccus*, la cual se conoce como cochinilla fina o grana cultivada (Portillo, 1992 y 1993). Estos dos tipos de cochinilla eran conocidos por los indígenas mexicanos (Brana, 1964), siendo la grana fina, la especie que se ha utilizado para la obtención de colorante desde el período Tolteca, que corresponde al siglo X d.C. (Wright, 1963). Dahlgren (1963), sugirió que la coccidocultura se originó probablemente en Oaxaca y regiones de Guerrero y Puebla, teoría que apoya Wright (op. cit.), quién mencionó que en esa zona la cochinilla fue cultivada en especial por los pueblos mixteco y zapoteco. La grana en esta época se utilizaba como pintura, colorante y cosmético (Sahagún, 1829), así como tributo, ya que Brana (op. cit.), asentó que varias comunidades de Oaxaca, Puebla y Guerrero la entregaban con este último propósito a la Triple Alianza del Valle de México. Asimismo, Macgregor (1976), consignó que los Toltecas y Teotihuacanos la

usaron para teñir textiles, pintar esculturas, edificios públicos y religiosos, así como murales y códices.

Ya en la época de la Colonia, parece ser que el primer envío de cochinilla a Europa ocurrió en 1526, sin embargo, Brana (op. cit.) señaló que fue en 1543 ya que es una fecha más razonable, puesto que los indígenas acostumbraban a producir lo suficiente para el mercado regional y por lo tanto no habría cochinilla en abundancia para una fecha temprana como es 1526. El mismo autor asentó que a pesar del gran auge que tenía en esta época, la coccidocultura comenzó a decaer entre 1805 y 1818 (o sea, antes y durante la Guerra de Independencia de México). Macgregor(op. cit.) dijo al respecto, que la excesiva explotación de los indígenas cochinilleros, así como la adulteración de la misma por los intermediarios y los mismos productores y la aparición de los colorantes sintéticos entre los años 1854 y 1864, motivaron que el insecto dejara de cultivarse. Además que en 1910, 1930 y 1940, Guatemala, Perú, Argelia e Islas Canarias abastecieron el mercado de la cochinilla en Europa.

Los hechos antes descritos parecen revertirse, ya que en años recientes han sido prohibidos una serie de colorantes como amapola GR o escarlata GR (MAPA y EPTASA, 1983), y el Red Dye #2, por causar daños a la salud del hombre e incluso pueden llegar a originar cancer (Piña, 1977).

Tabla 1. Según Portillo (1992), las ocho especies que se conocen como grana silvestre son las que aparecen en la siguiente tabla.

<i>Dactylopius austrinus</i> De Lotto, 1974
<i>D. ceylonicus</i> (Green, 1986)
<i>D. confertus</i> De Lotto, 1974
<i>D. confusus</i> (Cockerell, 1983)
<i>D. opuntiae</i> (Cockerell, 1986)
<i>D. salmianus</i> De Lotto, 1974
<i>D. tomentosus</i> (Lamark, 1801)
<i>D. zimmermanni</i> De Lotto. 1974

ASPECTOS GENERALES DE LA COCHINILLA

Ciclo biológico.

Según Marín y Cisneros (1977), el ciclo de vida de la cochinilla hembra de *Dactylopius coccus* Costa pasa por los estados biológicos de huevecillo, ninfa y adulto. Las ninfas tienen dos estadios ninfales previos al estado adulto. Mientras que el macho pasa por huevecillo, ninfa, pupa y adulto (Figura 1).

Factores abióticos y bióticos.

Durante el desarrollo de la grana se presentan factores abióticos y bióticos que disminuyen el rendimiento en la cosecha del productor. Entre los primeros se encuentra los vientos directos, la insolación, las lluvias y el granizo (Herrera, 1983).

Los factores bióticos más comunes son: aves, lagartijas, culebras, armadillos, aves, de corral y varios insectos (Alzate, 1794). Los insectos son los más dañinos y difíciles de contrarrestar sus efectos en la producción. Entre los mas comunes señalados como depredadores se encuentran: *Coilocorus cacti*, (Coccinellidae). El adulto se caracteriza por su forma semiesférica, élitros de color negro con una mancha circular de color rojo en cada uno de ellos. El abdómen es rojo o amarillo, miden de 4 a 4.5 mm de largo por 3 mm. de ancho; las larvas son negras cuando están completamente desarrolladas miden de 5 a 7 mm de largo, el adulto se alimenta de los insectos de cuerpo blando. Esta especie se encuentra en todo el país y en abundancia en el Valle de México (Coronado, 1939). *Cactilia coccidivora* Coms. (Lepidóptera-Pyralidae). En el estado de larva se alimenta de *Dactylopius coccus* Costa, su ataque es más severo durante el primer estadio ninfa 1 de la grana cochinilla. Este depredador inverna en estado de pupa (Garcia, 1965). *Hyperaspis trifurcata* (Coccinellidae). Comúnmente conocido en Oaxaca como gusano telero. El estado adulto es una típica catarinita, élitros de color mezclado negro y ocre. El estado de larva es cuando causa más pérdidas en el cultivo de grana o cochinilla (Quevedo, 1988 citado por Cruz, 1990).

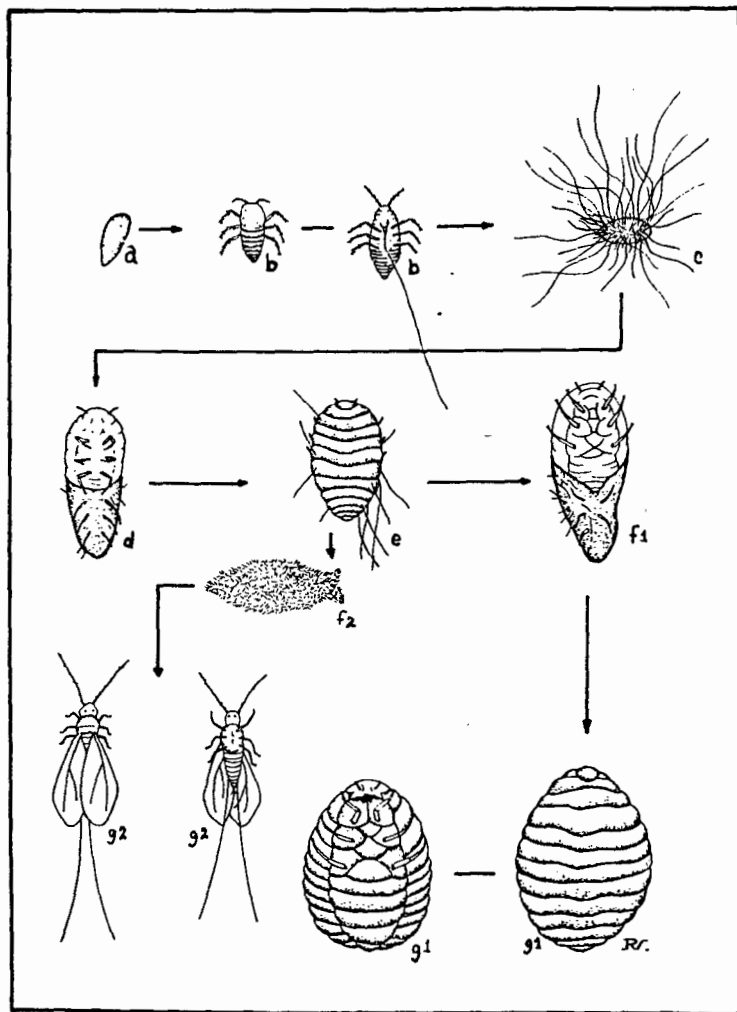


Figura 1. Ciclo biológico de *Dactylopius coccus* Costa. a) huevecillo, b) vista dorsal y ventral de ninfa I migrante, c) ninfa I establecida, d) muda a ninfa II, e) ninfa II, f1) muda a hembra adulta, f2) capullo de macho, g1) vista ventral y dorsal de hembra adulta, g2) vista dorsal y ventral de macho adulto. (Figura tomada de Portillo, op. cit.).

CARMIN DE COCHINILLA

1.-DEFINICION:

a).- Carmín.- Es la laca de aluminio o de aluminio cálcica o el sustrato de aluminio cuya principal materia colorante es el ácido carmínico obtenido de un extrato acuoso de cochinilla (Piña, 1977).

b) Acido Carmínico. Es el componente esencial del carmín cuya formula condensada es $C_{28} H_{14} O_{16}$. Es una masa oscura púrpura o polvo rojo brillante; su punto de fusión es de $136^{\circ}C$, a un pH de 4.8 toma color rojo y 6.2 se torna violeta. Es soluble en agua, alcohol y soluciones alcalinas e insoluble en éter benceno y cloroformo. Uso: Colorante Alimentario.

2.-COMPOSICION QUIMICA DEL CARMIN:

Es algo variable pues además de la materia colorante contiene algo de materia orgánica de los insectos y una pequeña cantidad de sal empleada para su precipitación. Un buen carmín debe de dar sólo una pequeña cantidad de ceniza que por lo general se compone de alumina y algo de cal (Saux, 1986). Según la F.D.A. (Food and Drug Administration) el carmín comercial debe de cumplir los siguientes requisitos:

Materia Volátil ($135^{\circ}C$ por 3 horas) no más de 20%

Cenizas no mas de 12%

Plomo no más de 10 ppm

Arsénico no más de 1 ppm

Acido Carmínico no menos de 50%

3. OBTENCION DEL CARMIN

a) Fundamento .- El ácido Carmínico de un extracto acuoso se precipita por reacción con la mayoría de sales metálicas; con el hidróxido de aluminio forma un complejo metálico denominado laca. Según la sal metálica usada el carmín adquiere diversos colores.

b) Procesamiento: El procesamiento para la obtención del carmín siguen las pautas descritas a continuación:

i) Extracción de Grasas y Ceras del insecto.

ii) Molienda.

La cochínilla desgrasada es secada y a continuación molida con la finalidad de rupturar el tejido protéico del insecto que envuelve al liquido coloreado y permitir su expansión.

iii) Extracción en caliente.

La cochínilla molida se somete a una extracción en caliente (100°C por 15 minutos) con una solución alcalina (agua más carbonato de sodio; pH: 9,0) en constante agitación. La acción combinada del alcali y del color sobre el tejido protéico del insecto permite la solubilización del ácido carminico.

iv) Tamizada.

El extracto acuoso así obtenido es tamizado (malla Nº 100) con la finalidad de retirar la cochínilla exhausta (partículas gruesas).

v) Filtración o separación del residuo fino.

Mediante una operación de filtración o de

precipitación con albumina se retira el tejido protéico fino y partículas de impurezas del extrato.

vi) Regulación del pH.

El extracto limpio se le lleva a pH 4.5 donde adquiere un tono rojo. Para ello se utiliza ácido cítrico o cremor tártaro.

vii) Precipitación.

Al extrato se le añade alumbre y cloruro de calcio se le calienta a 100°C por 15 minutos con el propósito de precipitar el ácido carminico al formarse una laca alumínico-cálcica.

viii) Sedimentación.

El extracto así tratado se deja reposar durante dos horas aproximadamente o para apurar la sedimentación se agrega gelatina.

ix) Separación del sedimento.

Se realiza mediante una operación de filtración o centrifugación mediante la cual se separa el carmín formado del sobrenadante.

x) Lavado.

El Carmín obtenido se le somete a un lavado con agua destilada para retirar cualquier impureza adquirida en la filtración .

xi) Secado.

El carmín se seca a 40°C hasta alcanzar una humedad final del 7 al 10%

xii) Envasado.

El carmín seco se envasa en bolsas de polietileno.

RENDIMIENTO CUALITATIVO DEL PROCESO

La riqueza del carmín expresada como porcentaje de ácido carmínico depende de:

1) Contenido de ácido carmínico en la materia prima (cochinilla)

2) Eliminación de impurezas (restos exhaustos de cochinilla)

3) Eliminación de grasas y ceras del insecto

4) Evitar el aporte de sustancias minerales externas que aumenten el contenido de cenizas en el producto terminado. Ello puede provenir del agua empleada (sales de calcio, magnesio, etc.) y de la pureza de los reactivos.

5) Evitar la presencia de hierro tanto en los reactivos químicos utilizados como en el equipo de procesamiento.

(la presente norma técnica nacional se estudio en cuatro sesiones ordinarias llevadas acabo en Lima, en los meses de septiembre a noviembre de 1980).

METODOS DE INFESTACION

Tipos de infestación o siembra.

Con este nombre nos referimos al proceso de infestación de la planta de nopal con cochinilla.

Siembra de Cochinilla:

Puede ser artificial o natural. La natural es aquella que se realiza con la mano del hombre tomando en cuenta varias metodologías (Ricci, bolsita de tul, nido, penca al pie, etc.), de los cuales se toma en cuenta la experiencia de campo, (Abasto 1993).

ARTIFICIALES:

- Penca al pie
- Paño o algodón
- Bolsa de tul
- Nidos de caña
- Oaxaqueño
- Ricci
- Raleo de Cochinilla
- Penca infestadora
- Bandeja con malla milimétrica

Penca al pie.

Consiste en encontrar las pencas de nopal infestadas con colonias de cochinilla, cerca de la fase de oviposición; este procedimiento mejora si se coloca la penca-semilla entre 2 pencas; para que quede protegida del sol y viento sujetandose con un cordón o con espinas. El proceso de infestación se produce al ovipositar las hembras fijadas en la penca; las crías migrantes pasan a la

penca de las futuras plantas huesped para fijarse.

Ventajas: El transporte de la semillas a grandes distancias es fácil con este método, y puede almacenarse por largo tiempo dependiendo de la vitalidad del estado de la penca.

Desventajas: El peso y el volumen de las pencas es problemático para realizar infestaciones grandes y su uso práctico se reduce para introducir el cultivo en zonas alejadas y pocas plantas (TUKUYPAJ, 1993).

Paño o algodón.

Este método consiste en colocar paños y /o algodones sobre cochinilla oviplena fresca, ya que al ovipositar las crías suben por el paño quedando atrapado; entonces estos paños pueden ser llevados y adheridos a las plantas a infestarse; pues las crías en su migración natural a la tuna. (TUKUYPAJ 1993)

Ventajas: Se aprovechan las crías que van ovipositando las cochinillas destinadas al mercado en el proceso de secado natural.

Desventajas: El grado de infestación no es muy optimo, porque gran cantidad de crías quedan atrapadas en el material.

Bolsa de tul.

Consiste cosechar cochinilla oviplena, colocando las mismas en las bolsitas para luego fijar en las plantas con ayudas de espigas u otro material no metálico por que produce pudrición en la penca. La ubicación de las bolsitas debe ser en el tercio inferior de la planta por la tendencia de migración ascendente de las crías en

busca de pencas tiernas, que son las preferida para su establecimiento. Sobre este método Gareca (1993) nos dice que se deben de poner de 15 a 20 cochinillas OV. Para colocarlas en cladodios de 3 años para que emigren a los cladodios superiores de 1 a 2 años. Este método es recomendable y fácil para infestar. Aunque existe la pérdida de un gran número de oviplenas sin que ésta logre su total reproducción; de acuerdo a la falta de alimentación y la fuerza sometida en la bolsita. Sin embargo, no es significativa la diferencia con relación a los anteriores métodos. Ventajas: Su manipuleo es sencillo las bolsitas de tul con cochinillas son de fácil acomodo y transporte en una bandeja y su implantación también es sencillo.

Desventajas: El transporte de la cochinilla debe realizarse con mucho cuidado en capas delgadas y no se pueden guardar por mucho tiempo. (TUKUYPAJ, 1993)

Nido de caña

Consiste en cosechar cochinilla oviplena y colocarlas dentro de una caña hueca con pequeñas perforaciones, lo suficiente para que puedan salir las crias. Los orificios laterales pueden ser tapados con material fibroso algodón; una vez llenados con cochinilla se procede a colgarlo sobre la penca en forma horizontal, con ayuda de algun cordon de lana u otro material.

Ventajas: Material de bajo costo, pues puede ser material aprovechado de zona en donde abunda. Desventajas: Manipuleo y fabricación requiere de tiempo muy laborioso.

Oaxaqueño.

La infestación consiste en colocar las cochinillas madres en la base de la planta del nopal, por medio de nidos de palma o gasa; los nidos se recomiendan fijarlos por un período de 15 a 20 días, tiempo en el cual las hembras están liberando huevecillos, además es recomendable hacer una rotación de nidos hacia las partes de la planta que no presenten una infestación adecuada con la finalidad de que exista una distribución mas homogénea del insecto. (S.D.R., 1990).

Ricci.

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

Raleo de Cochinilla

Este método se efectuó de acuerdo la creatividad de los técnicos del PERTT. El cual consiste en cosechar cochinillas OV dejando 10 por cladodio, la reproducción es considerable en un 100%. Lo malo de este método fue el hecho de que las ninfas migrantes se establen alrededor de la cochinilla madre, formando una colonia y efectuando una fotosíntesis adecuada de la penca, hasta causar un necrosamiento total de la planta.

Penca infestadora

Consiste en cortar de la inserción del tallo las pencas infectadas con gran número de hembras adultas en plena oviposición para luego quitar el cladodio dejando de 15 a 20 cochinillas por cada parte para después infectar la porción del cladodio mediante una espina mas o menos larga.

Ventajas: Buen porcentaje de infestación de la penca. Una distribución uniforme del estado ninfa I. Utilización de material local.

Desventajas: Perdida para la infestación; no siendo recomendable en estaciones experimentales (Gareca, 1993).

Bandeja con malla milimétrica

Se aplicó a cladodios sin raices; es decir se cortan cladodios que reúnan la óptimas condiciones para la infestación y posterior a la infestación se cuelgan en un ambiente húmedo y con ventilación adecuada.

Se realizó en un marco de madera de 10 x 90 cm, con cuatro patas formando con malla milimétrica. Este marco, se colocaron una cantidad de OV y de bajo cladodios de 1 año. Al marco se presto un movimiento horizontal 2 veces por dia y los cladodios fueron retirados a las 48 horas para luego proceder al colgarlo al ambiente húmedo. El método fue exitoso. por cuanto a la infestación ya que a las 72 horas se realizo el contaje de la población de ninfa I por cladodios y estre se encontraba entre 700 a 1000 ninfas por cladodio. A los 20 dias después, se efectuó el contaje de las

ninfas 11 Viendose un promedio entre 400 y 600 ninfas por cladodios además ya se noto síntomas de deshidratación de algunos cladodios. A los 90 días se procedió el conteo de las hembras adultas en condiciones de cosecharlas y se obtuvo entre 40-60 hembras por cladodio, se pudo ver que gran parte de las hembras no crecían y murieron de acuerdo que se presento una deshidratación de los cladodios. Llegando a una conclusión final; se puede decir que el método de infestación es bueno; pero que las pencas deberán estar en un ambiente con una humedad aproximada de 80% y una temperatura de 20-22°C (Gareca, 1993).

NATURALES:

Es producida por ninfas migrantes, las cuales se pasan por si solas entre las pencas, favorecidas por agente naturales (aves, insectos, viento). Estos metodo son aprovechados muy bien y con buenos resultados después de la infestación artificial, para la propagación natural de la cochinilla en toda la planta luego de una cosecha. Sin que exista necesidad de otra infestación, éstos son:

Viento.

Insectos y otros animales.

Reproducción natural por hembras en la penca.

Siembra natural.

La siembra o propagación natural de la cochinilla sin la intervención del hombre se da sólo en condiciones especiales, principalmente cuando existen plantas infestadas unas cercas de otras. Se produce acción del viento que arrastra las crías de cochinillas en estado de ninfa I migrantes de las plantas.

También se considera siembra natural la postura de huevos en la misma planta, asegurando la producción de un nuevo ciclo biológico.

Ventajas: No existe costo en su manejo.

Desventajas: No es dirigida la infestación pudiendo a llegar a infestarse plantas que se destinan ala producción de fruto. El proceso es lento, no justifica para infestaciones masivas.

Factores a considerar en la infestación:

Siembra:

- a).-disponibilidad de cochinilla fresca.
- b).-factibilidad de manejo.
- c).-facilidad y eficacia en la infestación.
- d).-eficiencia en el uso de mano de obra.

Actualmente se cuenta con cantidades altas de cochinilla fresca en bolivia, y el método adecuado y recomendado es el de la

bolsita de tul, ya que la infestaciones son rápidas para grandes plantaciones, obteniendose infestaciones homogéneas en las plantas. Las ultimas investigaciones realizadas han dado como resultado, el utilizar de 5 a 7 bolsitas por planta, llevando bolsita con 3 a 5 g de cochinilla fresca oviplena, dependiendo del tamaño de la planta o del número total de pencas por planta. La cantidad de cochinilla fresca por planta es más o menos 20 g pudiendo subir en plantas muy frondosas o lograr en plantas muy pequeña (TUKUYPAJ, 1993).

OBJETIVOS E HIPOTESIS

Objetivos:

1.- Determinar la factibilidad del cultivo de cochinilla bajo nopaloteca en Zapotlanejo, Jalisco.

2.-Evaluar el método de infestación más adecuado por penca separada (nopaloteca) para la zona mencionada.

Hipótesis:

Es posible desarrollar el cultivo de la cochinilla bajo condiciones de nopaloteca en Zapotlanejo Jalisco.

MATERIALES Y METODOS

ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Zapotlanejo se localiza en la zona centro del estado de Jalisco, geográficamente está entre las cordenasdas 20° 32' 30" y 20° 45' 17" de latitud norte y los 102° 54' 19" y los 103° 14' 19" de longitud oeste. Su altura media es de 1600 mts sobre el nivel del mar. Delimita al norte con Cuquio, al noreste con Acatic y Tepatitlan, al oeste con Tepatitlan, al este Tototlan, al sur con Zapotlan del Rey, al suroeste con Guadalajara, y al noroeste con Ixtlahuacan del Rio, en total con 9 municipios. La superficie alcanzada es de 643.02 Km², lo que representa el 0.8% del la superficie del Estado (S.P.P. 1981).

Tipos de suelos.- en el municipio de Zapotlanejo los suelos se pueden catalogar básicamente de dos tipos: Chesnut y ferralitas o latériticos. Los chesnut conocidos como castaños, se desarrollan en condiciones de humedad deficiente. Los suelos de color café claro, oscuro y café rojizo son de tipo latéritico son suelos de color rojo oscuro rico en oxido de hierro y de aluminio propios de regiones cálidas, en los cuales la sequía prolongada aumenta la concentración de hierro hasta el extremo de que al volver las lluvias, la costra de leterita no pueda ser disuelta y el suelo se vuelva estéril.

Geología superficial.- formaciones de origen eruptivo como los basaltos, siendo estas rocas muy duras y formadas principalmente por silicatos de hierro de color negro o verdoso de grano muy fino y compuestos por feldespatos y otros minerales oscuros.

Orografía.- derivaciones de la sierra madre occidental, el río verde en el norte del municipio, se encuentran los cerros Colorado y de la verdolaga (1870 y 1750 m de altura) en la zona sur el cerro grande 2970 m de altura.

Hidrografía.- El río Santiago en el oeste sirve de límite con Tonalá, el río verde al norte limita con Cuquío e Ixtlahuacán del río. Se ven incrementados por aportaciones del arroyo paso del lobo. El río de Calderón y río de la Laja vierten sus aguas en el río Santiago los que escurren hacia el río verde; además de las aguas torrenciales, de donde los embalses mas importantes son las presas de La Joya, la de partidas y de la peña.

Climatología.- temperatura media anual de 19.8°C, la temperatura máxima promedio es de 28°C y la temperatura mínima promedio de 12°C. El regimen térmico puede considerarse agradable, el número promedio de días con heladas al año es de 3 dentro del período comprendido de noviembre a marzo. Los vientos soplan preferentemente del suroeste con intensidad media de 8 km/ha, aunque se estima que en los cañones y sus zonas aledañas los vientos corren en el sentido de éstos con velocidades muy

superiores a este valor. Precipitación media anual es de 916.8 mm, el mes con más lluvia es julio y el más escaso es febrero.

El clima en su conjunto puede considerarse semi-húmedo semi-calido con lluvias en verano con inviernos benignos.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Fueron evaluados los siguientes cuatro métodos de infestación: Boliviano, Peruano, Oaxaqueño y Ricci, los tres primeros conformados por 20 cochinillas oviplenas (OV) y el último con 6 OV. Cada uno de los cuatro tratamientos contó con cinco repeticiones, lo que arrojó un total de 20 unidades experimentales, las cuales estuvieron constituidas por una penca (cladodio) del nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. de aproximadamente un año de edad. Los cladodios utilizados se dejaron cicatrizar por 42 días luego de ser separados de la planta. La técnica de cultivo de cochinilla se desarrolló bajo la modalidad de nopaloteca dentro de un cobertizo de techo de lámina de asbesto de 2 x 2 m por 1.8 a 2 m de altura, los costados al Noroeste y Sureste cubiertos en la parte superior con costales de plástico para proteger parcialmente a las unidades experimentales de los vientos que soplan en esta dirección. La infestación de los cladodios fue de acuerdo al procedimiento para cada método de infestación señalado en el apartado de revisión de literatura e inició ésta el 11 de septiembre de 1993 y se dio por terminada después de transcurridos 27 días, fecha en que se

recogieron las cochinillas madres (OV) una vez que éstas ovipositaron. Inmediatamente de retirados los nidos se procedió a realizar un censo de las Ninfas I (NI) presentes, el cual se tomó como base para registrar la población inicial. Un segundo censo se realizó cuando los machos (MA) emergieron como adultos, lo cual ocurrió 67 días después de la infestación, este conteo tuvo como objetivo conocer la cantidad de machos originadas de la población inicial. Finalmente un tercer censo se realizó el 11 de enero de 1994 para contabilizar las hembras oviplenas (OV) mismas que se cosecharon para registrar su peso en fresco y peso en seco luego de deshidratarlas en estufa a 60°C durante 48 horas.

Asimismo se realizó la determinación de ácido carmínico con las cochinillas obtenidas en cada tratamiento.

La determinación se efectuó con base en una técnica utilizada en Perú (Vigueras, 1992), que consiste en lo siguiente:

- 1.-En un mortero se muele la cochinilla limpia hasta pulverizarla.

- 2.-Una vez obtenido este polvo se pesan 100 mg y se procede a diluirlo en 30 ml de ácido clorhídrico al 2N aplicando calor para que se disuelva más fácilmente.

- 3.-Se enfría a temperatura ambiente y se afora a un litro con agua destilada.

- 4.-La solución se tamiza en un papel filtro Whatman 42 de porosidad fina, eliminándose los primeros 200 ml de solución, y tomándose los siguientes 30 ml para lectura.

- 5.-La lectura se realiza en un espectrofotómetro de luz blanca

con una absorvancia de 494 nm en el cual se lee cada muestra.

6.-Una vez obtenidas las lecturas de las muestras se procede a determinar el porcentaje contenido de ácido carmínico mediante la siguiente formula :

$$\% \text{ carmínico} = \frac{A \times 100}{1.39}$$

En donde : A= absorvancia de la muestra

1.39= absovancia del ácido carmínico a 100%.

Todos los datos obtenidos se evaluaron con base en el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar y con pruebas de comparación multiple de medias de Tukey.

El estudio se decidió realizarlo en la fecha ya señalada, porque es una época clave para el desarrollo del insecto, pues se ha observado en la práctica que si la cochinilla sobrevive en una determinada región en temporada de baja temperatura, el resto del año es seguro su sobrevivencia (Portillo, com. pers.).

RESULTADOS

El análisis de varianza (ANVA) aplicado al número de ninfa I (NI) indicó alta significancia entre los cuatro métodos de infestación (cuadro 1). Al aplicar la prueba de Tukey se reconocieron como mejores métodos al Boliviano, Peruano y Oaxaqueño y en menor grado al tratamiento con el método de infestación Ricci, éste último fue diferente respecto del resto de los tratamientos (Figura 2).

Cuadro 1. Análisis de Varianza aplicado al número de ninfas I.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	550173.70	183391.23	0.0025**
Cara de inf.	1	940.90	940.90	0.8645NS
Interacción	3	20873.70	6957.90	0.8784NS
Error	32	990466.80	30952.08	
Total	39	1562455.10		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

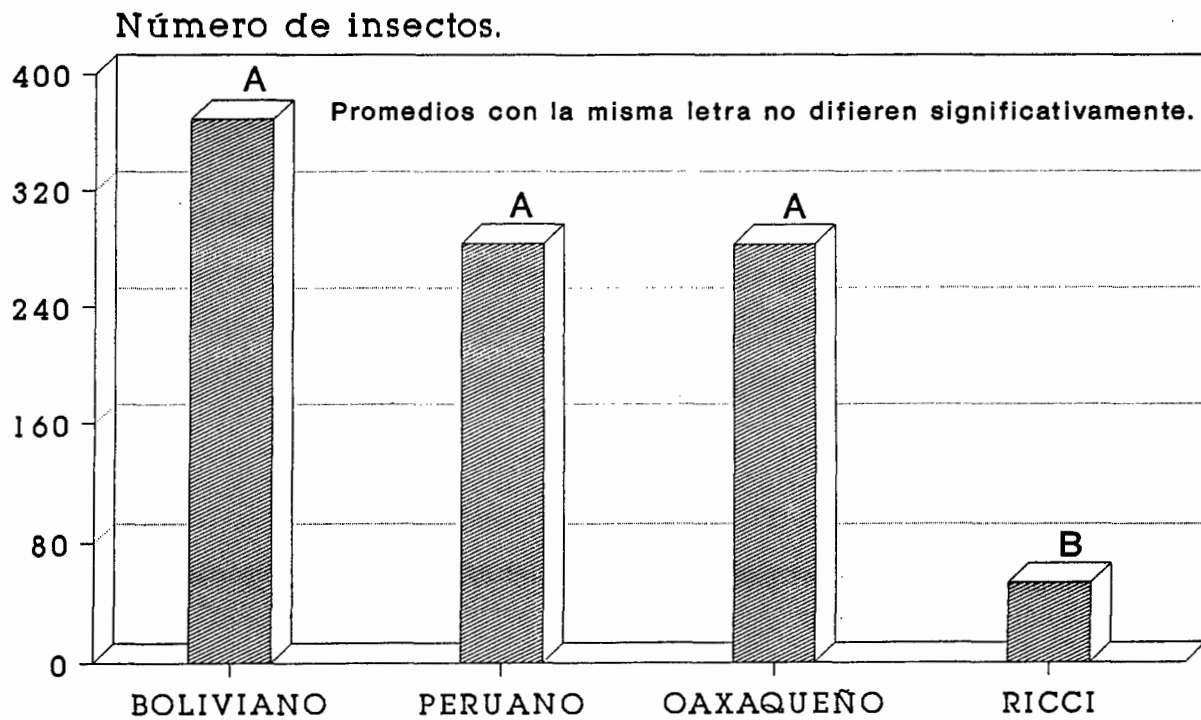


Figura 2. Prueba de Tukey para el número de ninfas I.

De la misma forma se encontró que el ANVA para el número de machos (MA) indicó alta significancia (Cuadro 2) y nuevamente se reconoció en forma significativa como peor tratamiento al método Ricci (Figura 3).

Cuadro 2. Análisis de Varianza aplicado al número de machos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	15729.00	5243.1333	0.0044**
Cara de inf.	1	250.00	250.0000	0.6236NS
Interacción	3	5432.60	1810.8667	0.1607NS
Error	32	31585.60	987.0500	
Total	39	52997.60		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

El número de oviplenas (OV) colectadas presentó también alta significancia en el ANVA (Cuadro 3) y con ayuda de la prueba de Tukey se determinó que el método Ricci se comportó al igual que en el número de NI y MA (Figura 4).

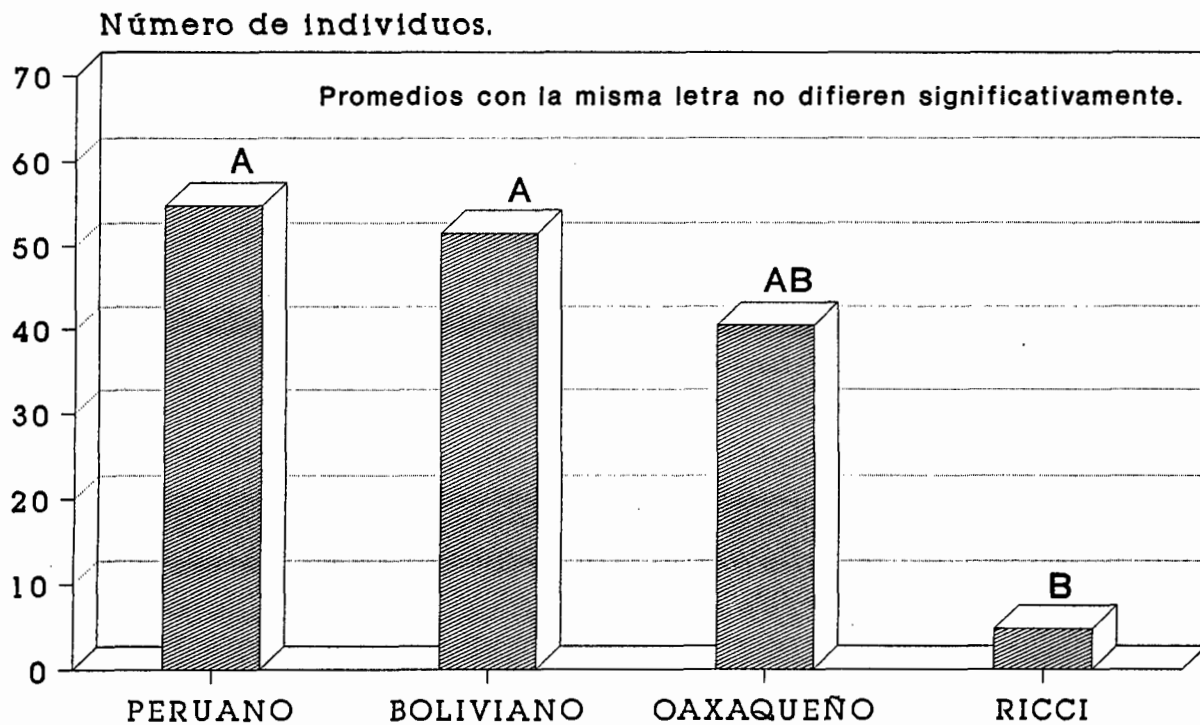


Figura 3. Prueba de Tukey para el número de machos.

Número de cochinillas oviplenas.

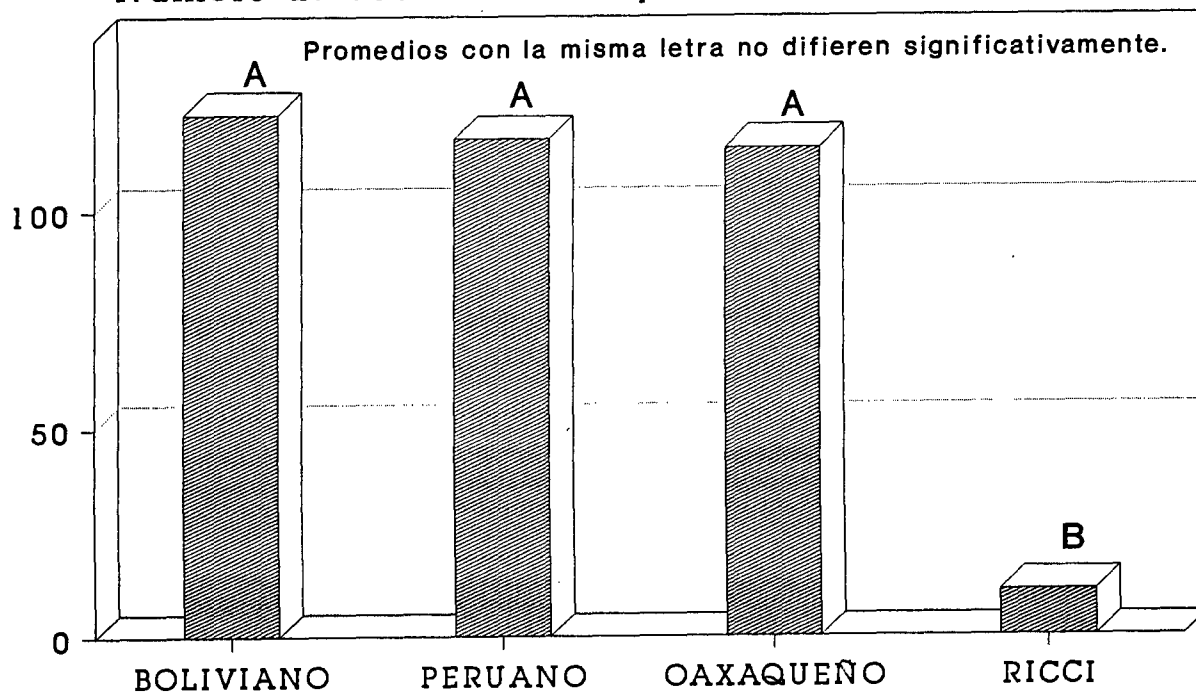


Figura 4. Prueba de Tukey para el número de oviplenas (OV).

Cuadro 3. Análisis de Varianza aplicado al número de oviplenas.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	86209.1	28736.367	0.0066**
Cara de inf.	1	12040.9	12040.900	0.1625NS
Interacción	3	13417.9	4472.6333	0.5252NS
Error	32	188493.6	5890.4250	
Total	39	300161.5		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

La sobrevivencia no indicó significancia entre los diferentes tratamientos evaluados (Cuadro 4), por lo que en este caso no fue necesario aplicar prueba de Tukey.

Cuadro 4. Análisis de Varianza aplicado a la sobrevivencia.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	1856.499	618.833	0.0739NS
Cara de inf.	1	649.482	649.482	0.1121NS
Interacción	3	426.415	142.138	0.6293NS
Error	31	7530.358	242.914	
Total	38	10404.197		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

En el ANVA para el peso fresco (Cuadro 5) así como en la prueba de Tukey (Figura 5), se observó una conducta bastante similar a la registrada por el número de OV.

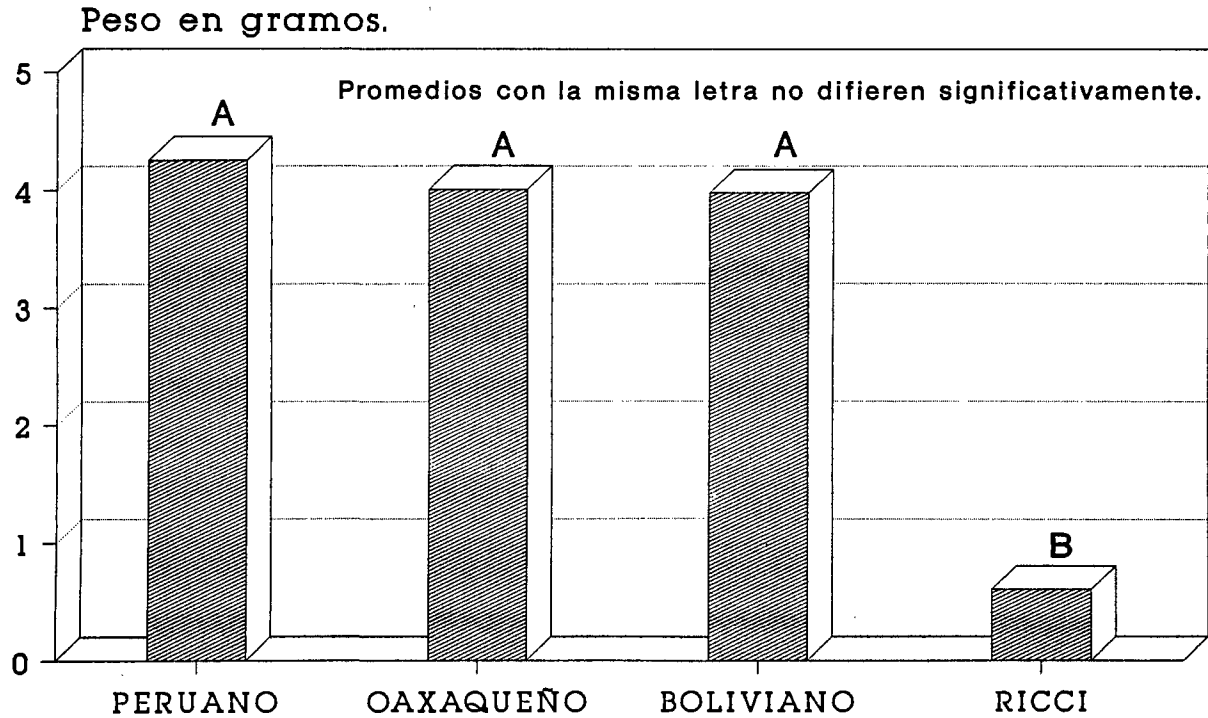


Figura 5. Prueba de Tukey para el peso fresco por tratamiento.

Cuadro 5. Análisis de Varianza aplicado al peso fresco.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	90.771316	30.257105	0.0019**
Cara de inf.	1	16.313292	16.313292	0.0770NS
Interacción	3	4.924958	1.6414653	0.7994NS
Error	32	156.345030	4.8857821	
Total	39	268.354030		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

Para el peso seco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y además se registró significancia para el factor "caras". Cabe resaltar que es el único ANVA que fue significativo para este factor (Cuadro 6). El resultado de la prueba de Tukey para el factor "métodos", fue bastante parecido al encontrado para el peso fresco, en tanto que para el factor "caras", la cara opuesta produjo significativamente mayor cantidad de cochinilla en peso seco que la cara de infestación. (Figura 6).

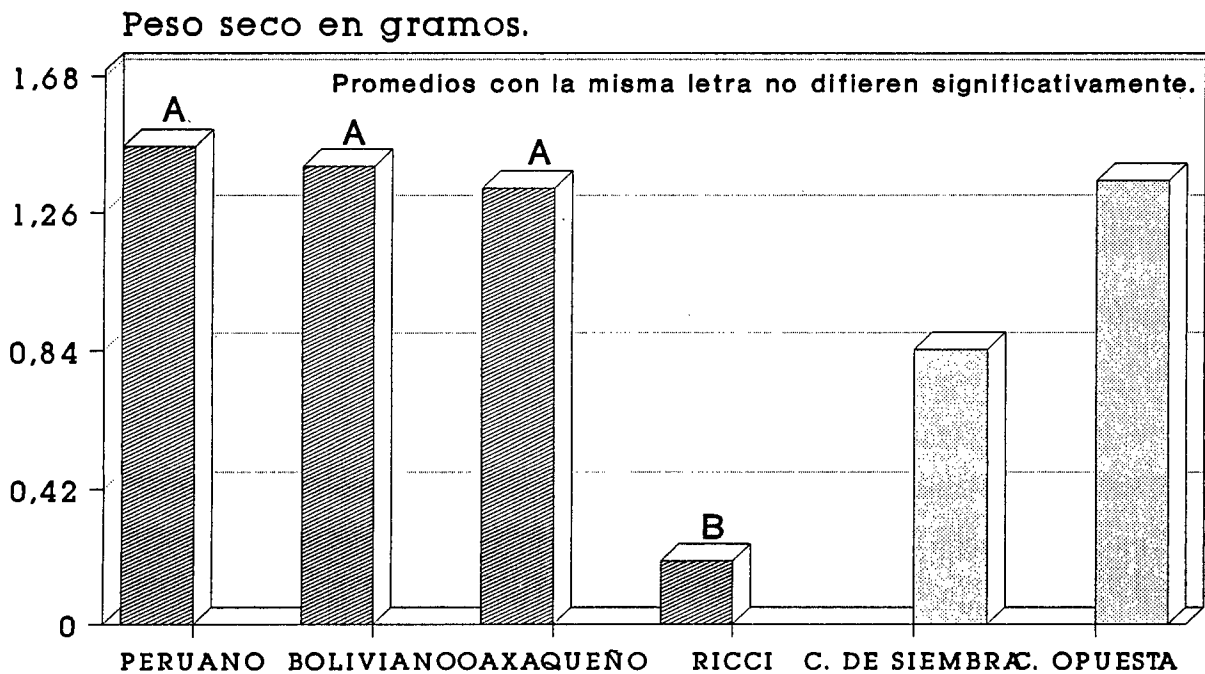


Figura 6. Prueba de Tukey para el peso seco y diferencias entre las caras de los cladodios.

Cuadro 6. Análisis de Varianza aplicado al peso seco.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	10.889933	3.6299778	0.0018**
Cara de inf.	1	2.669737	2.6697372	0.0396*
Interacción	3	0.671349	0.2237832	0.7638NS
Error	32	18.550529	0.5797040	
Total	39	32.781549		

**= Alta significancia., *= significativo, NS= No significativo.

El peso seco promedio presentó diferencias significativas para el factor "metodos" (Cuadro 7) y según la prueba de Tukey, los mejores tratamientos fueron los métodos Ricci y Peruano (Figura 7).

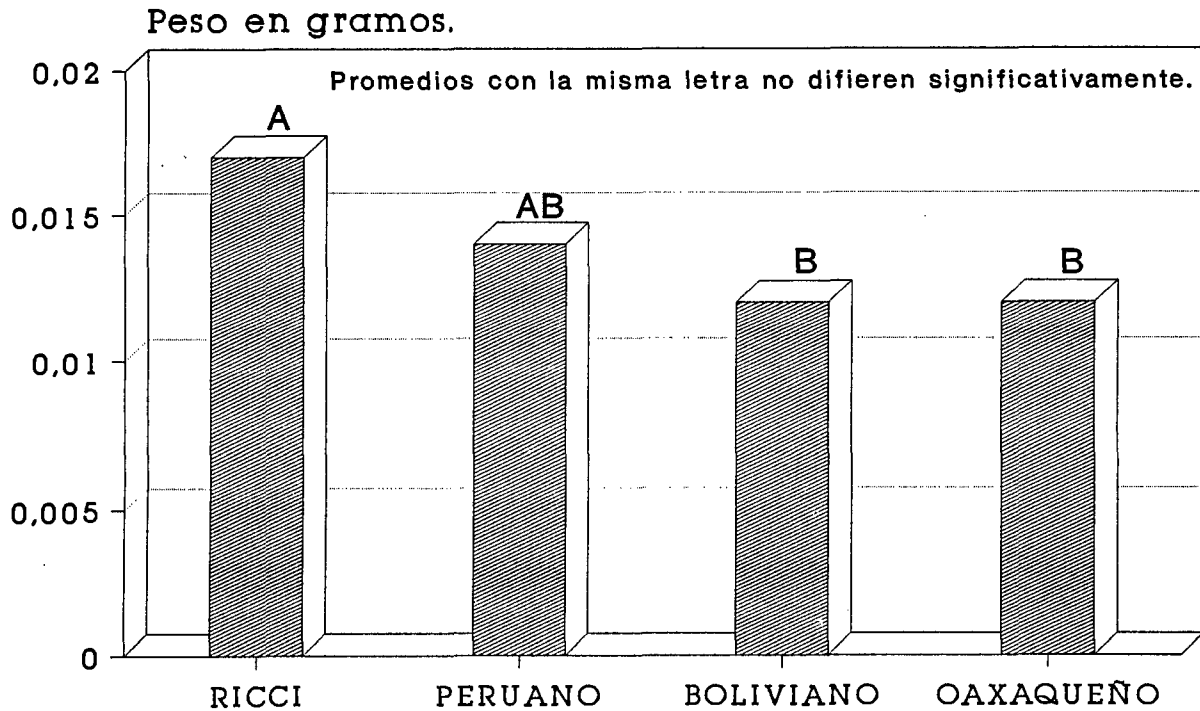


Figura 7. Prueba de Tukey para el peso seco promedio (peso por cochinilla).

Cuadro 7. Análisis de Varianza aplicado al peso seco promedio.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	1.5159e-4	5.05325e-5	0.0211**
Cara de inf.	1	4.5872e-9	4.58727e-9	0.9856NS
Interacción	3	4.3104e-5	1.43682e-5	0.3788NS
Error	31	4.1891e-4	1.35132e-5	
Total	39	6.2306e-4		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

El ANVA aplicado para el contenido de ácido carminico indicó significancia al 5% (Cuadro 8). De acuerdo con la prueba de Tukey se determinó que los metodos Boliviano, Peruano y Oaxaqueño produjeron estadísticamente el mismo contenido de ácido carminico. Nuevamente el método Ricci se encontró como el peor tratamiento al producir la más baja cantidad del mencionado ácido (Figura 8).

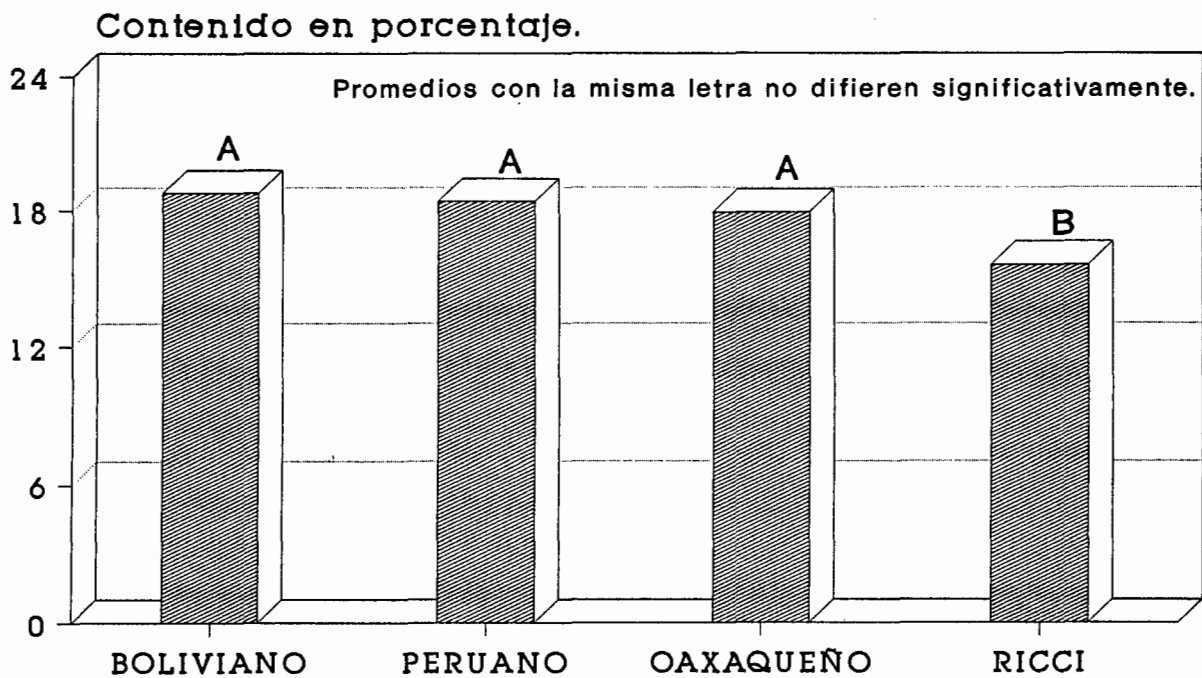


Figura 8. Prueba de Tukey para el contenido de ácido carmínico en los diferentes tratamientos.

Cuadro 8. Análisis de Varianza aplicado al ácido carmínico (%).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Pr>F
Tratamiento	3	49.54669	16.515564	0.0240**
Cara de inf.	1	2.12972	2.129724	0.5064NS
Interacción	3	9.57023	3.190079	0.5588NS
Error	30	136.50459	4.550152	
Total	37	198.62459		

**= Alta significancia, NS= No significativo.

DISCUSIONES

La población de ninfas I, machos y oviplenas mantuvieron un comportamiento bastante similar, siendo el método Ricci -como ya fue mencionado- el tratamiento que produjo estadísticamente la menor cantidad de insectos. Por otro lado la oportunidad de sobrevivencia de las cochinillas en todos los métodos de infestación fue a iguales condiciones.

Lo antes expuesto demuestra que la poca población de insectos generada con el método Ricci, se debió a causas ajenas a una marcada mortalidad de cochinillas ya establecidas en los cladodios de este tratamiento. Es muy posible que el origen de la desventaja esté en la influencia de la baja temperatura presente en la época en que fue realizado el estudio, las cuales están registradas en la figura 9¹; dado que ha excepción del método Ricci, los demás métodos de infestación aquí evaluados, utilizan un contenedor o "nido" en donde se depositan las cochinillas oviplenas (OV) donde éstas pudieron haber recibido mejor protección contra el ambiente durante la ovipostura. En cambio con el método Ricci las OV y sus oviposturas estuvieron más expuestas a la acción de las temperaturas bajas. También puede considerarse la interferencia de la diferencia numérica de OV como fuente de inóculo usada para el método Ricci, pues mientras para éste fue de 6 OV, para los otros

¹El efecto de la temperatura sobre el desarrollo de la cochinilla en relación a las unidades calor se muestra en la figura 10. La temperatura media diaria menos el punto crítico de temperatura (7°C) representa las unidades calor acumuladas para cada día en particular.

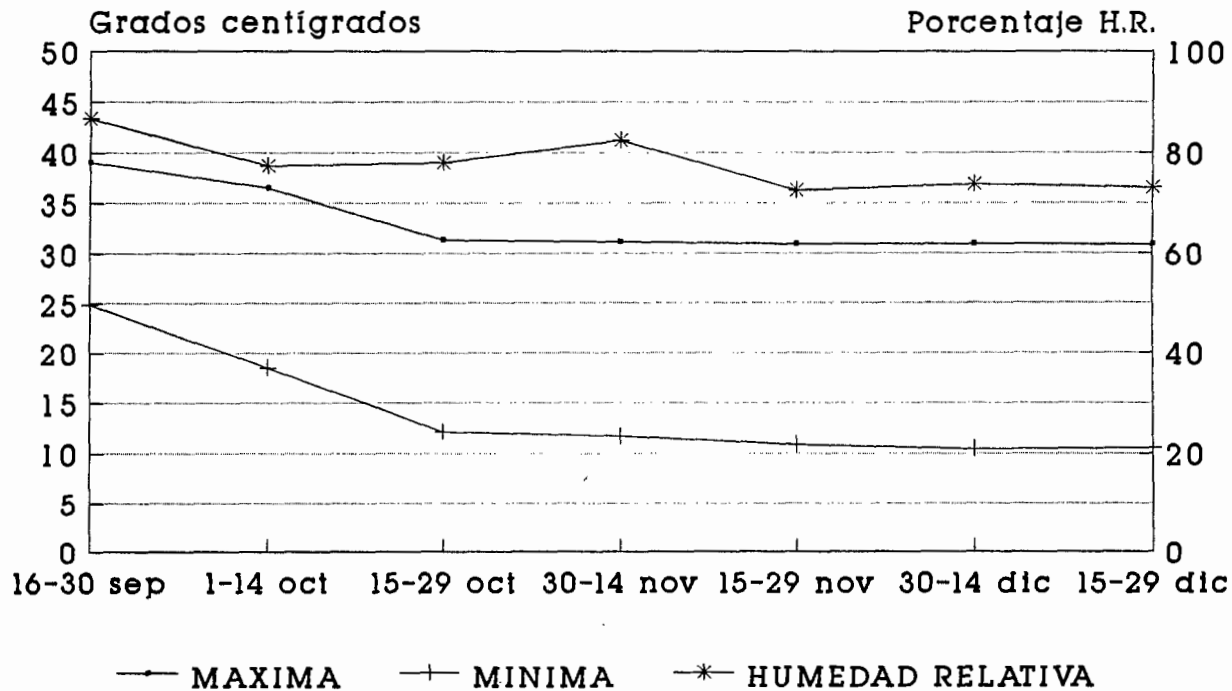


Figura 9. Temperaturas máxima y mínima y humedad relativa registradas durante el experimento (cada quince días).

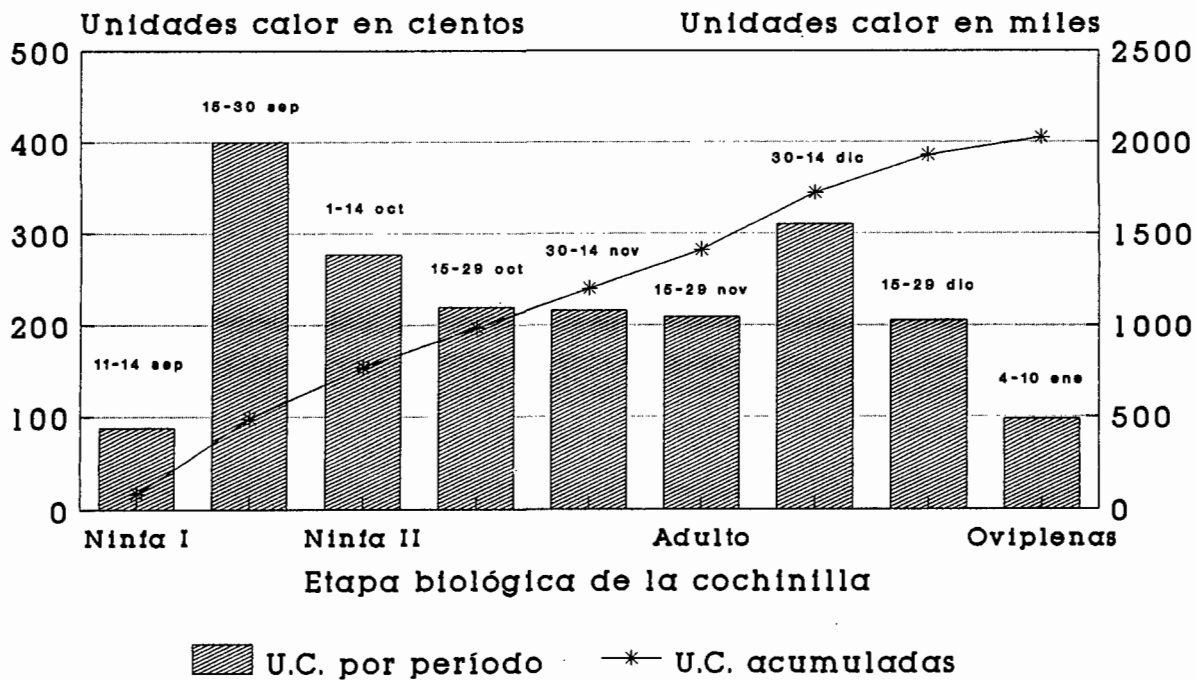


Figura 10. Acumulación de unidades calor durante el desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla.

tres métodos se utilizaron 20 OV. Sin embargo, éste último no debe de contemplarse como un hecho, ya que en experimentos anteriores (Portillo, Viguera y Zamarripa, 1992), (Portillo y Viguera, 1994), se ha observado que el método Ricci con 5, 6 y 7 OV compete y con ventaja contra el método Peruano aún cuando se compararon niveles de infestaciones de más del 50% a favor de éste último. Al parecer, debió de estar otro factor involucrado en la baja población generada por el método Ricci, quizá pueda deberse en parte a la esterilidad que ocurre en una de cada 10 cochinillas hembras (Flores, Vilca y Vargas 1986), o muy probablemente una interacción entre este factor y la condición de baja temperatura ya mencionada, que se remarcó por la diferencia de inóculo usada en el presente estudio. Lo antes expuesto sugiere por lo tanto, utilizar el método de infestación Ricci en época más calida del año, por lo que para época fría de acuerdo a lo observado, se deberá de utilizar algunos de los métodos de infestación que utiliza soporte o "nido".

Si bien el número de insectos producidos nos da una idea del comportamiento de los métodos de infestación, los valores en peso fresco y seco nos dan la verdadera pauta de la producción lograda; es decir, el peso (sobre todo el seco) es la unidad de venta de la cochinilla, por lo que su observación es de mayor importancia. La mayor cantidad de peso seco se obtuvo en la cara de los cladodios opuesta a donde se colocaron las fuentes de inóculo. Esta conducta se debió sin duda a que las cochinillas en estado migrante prefirieron la cara opuesta en mayor proporción para fijarse que

la propia cara de infestación, ya que este lado del cladodio proporcionó mayor protección del viento que viene del Noroeste y dio de lleno sobre las caras de infestación que estuvieron en tal posición.

Hasta el momento cualquier tratamiento entre los métodos Peruano, Boliviano y Oaxaqueño han resultado como los más óptimos; sin embargo, falta aún discutir otros aspectos que están involucrados directamente con la calidad del producto, como lo es el peso seco promedio (peso seco por cochinilla), que nos proporciona información que podemos relacionar con el tamaño del insecto y su calidad con base en el sistema descrito por Palomino y Navarro (1988). Asimismo, otro factor involucrado en la calidad de la cochinilla es el contenido de ácido carmínico, que es el principio colorante del insecto, el cual es el compuesto que finalmente interesa conocer para su comercialización.

De acuerdo a lo anterior se observó que el mejor promedio por cochinilla lo proporcionaron los métodos Ricci y Peruano, pero dado que el primero no funcionó adecuadamente en el presente trabajo se eliminó² y por lo tanto resta solamente el método Peruano como el tratamiento que produjo mejor cochinilla de mayor tamaño, estadísticamente superior que los otros dos métodos (Boliviano y Oaxaqueño).

²La información que sobre el método Ricci aquí se presenta no debe de ser despreciada, ya que en otra época de cultivo puede ser utilizada para producir cochinilla, pues como ya ha sido mencionado, ha resultado ser una excelente técnica de infestación.

Por otra parte, el contenido de ácido carmínico fue mayor en los métodos Boliviano, Peruano Y Oaxaqueño, por lo que sin duda, el tratamiento con la técnica de infestación Peruana, presumiblemente fue el único método que mejor calidad presentó al pasar con promedios estadísticamente superiores los dos factores de calidad.

Por lo antes expuesto, si fuera seleccionado el método Peruano, como modelo de infestación para producir cochinilla bajo las condiciones y región en que se desarrolló el presente estudio, y contemplando la producción aquí obtenida, entonces tendríamos lo siguiente:

Por penca de nopal se produjo 1.463 g de cochinilla seca, lo que significa que en 1,025 pencas podría obtenerse 1.5 Kg; ahora bien, si consideramos un cobertizo de 3 x 3 m por 2 m de alto en el cual se alojara una nopaloteca de cuatro niveles con tres pasillos de 1 m de anchos cada uno, éste tendría una capacidad de 1440 pencas. Las cuales generarían 2,107 kg de cochinilla seca, pero como en promedio al año se obtienen 3 cosechas, se habla entonces que por cada cobertizo tendremos 6.320 Kg de cochinilla seca por año. Si suponemos un precio bastante conservador de US \$30.00 por Kg (que puede ser mayor), se obtendría un ingreso de aproximadamente N\$ 1,166.00 (US \$1.00 = N\$ 6.15), ingreso que sería paralelo a las actividades del coccidocultor. Además hay que considerar que una hectárea plantada de nopal para cochinilla, genera suficientes pencas (cladodios) para 10 cobertizos de este tipo, lo que convertiría el ingreso a N\$ 11,664.00 al año, cantidad que muchas veces no se obtiene con cultivos tradicionales, como el

maíz u otro. Sin embargo, la idea del presente trabajo no es tratar de cambiar los cultivos por la coccidocultura, lo que se pretende es dar a conocer una opción alterna que pueda ser realizada sin menoscabo de las actividades que realice el campesino interesado en probar la coccidocultura o cultivo de grana cochinilla.

CONCLUSIONES

Con base en lo anteriormente discutido se puntualizan las siguientes conclusiones:

1.- Los métodos de infestación oaxaqueño, boliviano y peruano, ofrecen factibilidad de uso para el cultivo de la cochinilla en la zona de estudio.

2.- El método Ricci, presenta desventajas frente a bajas temperaturas por no poseer éste un contenedor que proteja a las cochinillas oviplenas y sus oviposturas.

3.- La coccidocultura es una actividad factible de realizarse en la zona de Zapotlanejo, Jalisco.

4.- El método de infestación más recomendable para el cultivo de la grana o cochinilla para el presente trabajo resultó ser el método peruano.

5. El ciclo biológico tuvo una duración de 122 días (2,025.5 unidades calor), por lo que se le considera más largo respecto del promedio³. En época cálida se acorta su ciclo ya que se acumulan más rápido las unidades calor que requiere el insecto.

³El alargamiento en la duración del ciclo biológico, se debió principalmente a las bajas temperaturas en que se desarrolló el presente estudio, ya que en épocas cálidas, la duración se acorta incluso a menos de 90 días que es el promedio (Portillo y Zaparripa, 1990).

LITERATURA CITADA

- Abasto, A. 1993. Introducción al cultivo de tuna-cochinilla y el manejo técnico. In: Memoria del III Seminario de tuna y cochinilla. Tarija, Bolivia. pp. 15-17
- Alzate y Ramírez, J. 1777. Memoria. En que se trata del insecto grana o cochinilla, de su naturaleza y serie de su vida, como también del método para propagarla y reducirla al estado en que forma uno de los ramos más útiles del comercio. In: "La Naturaleza". Soc. Mex. Hist. Nat. 6. 1882-1884:97-151.
- Brana, D. 1964. Cochineal: Aboriginal Dyestuff From Nueva España. In: Memorias del XXXVI Congreso Internacional De Americanistas. Department of Geography. The University of Texas, Austin, Texas. P.77-91.
- Cruz, D.M. 1990. Determinación de algunos aspectos biológicos de la grana o cochinilla del nopal. *Dactylopius coccus* Costa (Coccoidea:Dactylopiidae). En Chapingo, México. Tesis Profesional, Universidad Autónoma Chapingo. p. 21.
- Dahlgren, B. 1963. Nocheztli, economía de una región. La Grana Cochinilla. Ed. Porrúa. Mexico D.F 327 pp.

- Flores, V., Vilca, J., y F. Vargas G. 1986. Número de Cochinillas y días óptimos de permanencia del inóculo en cladodios para la infestación de tunales, Ayacucho. In: Resúmenes del Primer Congreso Nacional de Tuna y Cochinilla. Ayacucho, Perú. pp 40-41.
- Gareca, E. 1993. Experiencias del PERTT en tuna-cochinilla. In: Memorias del III Seminario Regional de Tuna y Cochinilla. Tarija, Bolivia. pp. 36-37.
- Herrera, M. 1983. La Cochinilla. Los insectos útiles de Oaxaca. Rev. Oaxaca, nuestra causa común. Oaxaca. 6(23):26-30.
- Macgregor, R. 1976. La grana o cochinilla del nopal usada como colorante desde el México antiguo hasta nuestros días. Rev. Cact. y Suc. Mex. 21(4):93-97.
- Macgregor, R. y G. Sampedro. 1983 I. Familia Dactylopiidae (Homoptera: Coccoidea). Catálogo de Cócidos Mexicanos. An. Inst. Biol. Univ. Nal Auton. de Mex. Ser. Zool. México, D.F. 54 (1): 217-223.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y Estudios de Planificación y Técnica Aplicada, S.A. 1983. Estudio sobre la producción y comercialización de cochinilla y carmín de cochinilla. Madrid, España.

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

Piña, I. 1977. La Grana o Cochinilla del Nopal. Monografiás LANFI. México, D.F. No. 1, 54 p.

Portillo, M. L. 1992. Infestación óptima de cladodios aislados del nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. con grana cochinilla *Dactylopius coccus* Costa. Tesis profesional Ing. Agrónomo, Univ. de Guadalajara, México.

Portillo, M. L. 1993. Nota sobre la cochinilla cultivada y silvestre. Nakari. IV(1):9-10. México.

Portillo, M. L. y A. L. Vigueras G. 1994. Propagación de cochinilla *Dactylopius coccus* Costa (Homoptera:Dactylopiidae) bajo cuatro tratamientos de infestación del método Ricci. In: Resúmenes del XXIX Congreso Nacional de Entomología y Asamblea Anual de la Southwestern Branch-ESA. Monterrey, México.

Portillo M. L, Vigueras G. y A. Zamarripa F. 1992. El método Ricci: Una nueva técnica de infestación para la coccidocultura. Resúmenes del V congreso Nacional y III Internacional Sobre el Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal, Universidad Autónoma de Chapingo.

- Sahagun, B. 1829. Historia General de las Cosas de la Nueva España. Ed. Porrúa 1989. México, D.F. p. 698.
- Saux, A.L. 1986. Cramín de cochinilla. Ficha informativa. Industria de Alimentos. Revista No. 2 pp. 42-43.
- Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Oaxaca. 1990. Avances en la investigación productiva de grana-cochinilla. Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca.
- Tekelembug T. 1993. Producción de cochinilla en parcelas con uso de mallas móviles tipo raschell como protección. TUKUYPAJ, Bolivia. pag. 9-13.
- Tukuypaj, (Agroexportación para todos). 1993. Producción de cochinilla en parcelas, con uso de mallas móviles Tipo raschell como protección. inédito. pag. 9-13.
- Viguersa, G.A. 1992. Influencia de los macro y microelementos en el desarrollo, crecimiento y producción de la grana cochinilla del nopal. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad de Guadalajara. México.
- WRIGHT, N. 1963 A thousand years of Cochineal. A lost but traditional mexican industry on its way back. American Dyestuff Reporter. 52 (17): 53-62.