
Universidad de Guadalajara

FACULTAD DE AGRONOMIA



INFESTACION OPTIMA DE CLADODIOS AISLADOS DEL NOPAL
Opuntia ficus-indica (L.) Mill. CON GRANA COCHINILLA
Dactylopius coccus COSTA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
P R E S E N T A
LIBERATO PORTILLO MARTINEZ

GUADALAJARA, JALISCO. ENERO 1992



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD
Expediente
Número 0945/91.....

9 de diciembre de 1991

C. PROFESORES:

ING. ELENO FELIX FREGOSO, DIRECTOR
Q.F.B. THELMA GPE. CARRILLO RODRIGUEZ, ASESOR
ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ, ASESOR

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

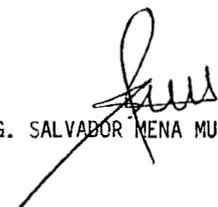
INFESTACION OPTIMA DE CLADODIOS AISLADOS DEL NOPAL
Opuntia ficus-indica (L.) Mill. CON GRANA COCHINILLA
Dactylopius coccus COSTA

presentado por el (los) PASANTE (ES) LIBERATO PORTILLO MARTINEZ

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
EL SECRETARIO


ING. SALVADOR MENA MUNGUÍA

srd'

mam

Al contestar este oficio cítese fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección ESCOLARIDAD

Expediente

Número 0945/91

9 de diciembre de 1991

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)

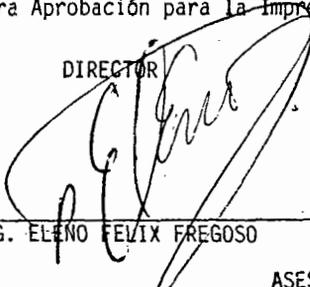
LIBERATO PORTILLO MARTINEZ

titulada:

INFESTACION OPTIMA DE CLADODIOS AISLADOS DEL NOPAL
Opuntia ficus-indica (L.) Mill. CON GRANA COCHINILLA
Dactylopius coccus COSTA

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR



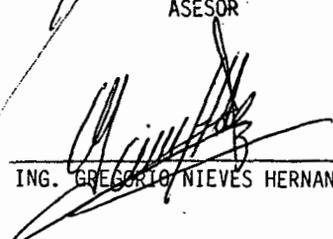
ING. ELENO FELIX FREGOSO

ASESOR

ASESOR



Q.F.B. THELMA GPE. CARRILLO
RODRIGUEZ



ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ

srd'

mam

Al conceder este oficio crea fecha y número



INFESTACION OPTIMA DE CLADODIOS AISLADOS DEL NOPAL
OPUNTIA FICUS-INDICA (L.) MILL. CON GRANA COCHINILLA
DACTYLOPIUS COCCUS COSTA

AUTOR: LIBERATO PORTILLO MARTINEZ

DIRECTOR: ING. ELENO FELIX FREGOSO

ASESORES: Q.F.B. THELMA GPE. CARRILLO RODRIGUEZ
ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ

ENERO DE 1992

El presente trabajo de tesis fue realizado con apoyo del proyecto de investigación titulado: "La Grana o Cochinilla del Nopal y su Cultivo en Jalisco", perteneciente al Departamento de Cactología del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara; siendo Directora de esa dependencia la Profesora Luz Ma. Villarreal de Puga.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso y a la Virgen de Guadalupe por darme la vida y la fortaleza necesaria.

A mis padres: Liberato Portillo y Balbina Martínez por todo su amor, sabiduría y por ser guías en mi vida.

A mis familiares por su apoyo.

C O N T E N I D O

Agradecimientos.....	i
Indice de Figuras.....	ii
Prólogo.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
Revisión de Literatura.....	5
Materiales y Métodos.....	18
Resultados.....	23
Discusión.....	47
Conclusiones.....	52
Literatura Citada.....	53
Apéndice.	

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater la Universidad de Guadalajara a la que debo más de mi formación profesional.

A mis maestros y asesores quienes con sus enseñanzas y consejos hicieron posible que llegara a este punto.

A mis compañeros de estudio de siempre: Raymundo Ramírez, Jacqueline Reynoso y Aarón Rodríguez, por su constante amistad y apoyo.

A Hilda Arreola, Alma Delia Zamarripa, Ana Lilia Viguera, Roberto González y a todos los demás compañeros del IBUG por su entusiasta apoyo, asimismo, al Maestro Víctor Flores de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho-Perú, por su amistad y asesoría en el área estadística. A Igor Ramos por el auxilio en el manejo de las computadoras.

A la Señora Ma. Guadalupe Villalobos por la gran ayuda brindada en el registro de temperaturas. A Refugio Vázquez por la elaboración de los dibujos. Así como a todas aquellas personas que de alguna manera me mostraron su apoyo y comprensión.

INDICE DE FIGURAS, CUADROS Y TABLAS

FIGURA	TITULO	PAGINA
TABLA 1	Total de especies de cochinillas.....	12
FIGURA 1	Ciclo biológico de <u>Dactylopius</u>	15
FIGURA 2	Localización de la zona de estudio...	19
FIGURA 3A	Posición del cladodio.....	21
FIGURA 3B	Colocación del inóculo de.....	21
CUADRO 1	ANVA para el número de NI de	24
FIGURA 4	Tendencia de cuatro muestreos del....	25
FIGURA 5	Prueba de Tukey para el número de....	26
CUADRO 2	ANVA para el número de NII de.....	27
FIGURA 6	Prueba de Tukey del número de NII....	28
CUADRO 3	ANVA para el número de AD de.....	29
CUADRO 4	ANVA para el número de MA de.....	31
FIGURA 7	Prueba de Tukey del número de MA.....	32
CUADRO 5	ANVA del número de cochinillas.....	33
FIGURA 8	Prueba de Tukey para el número de....	34
FIGURA 9	Prueba de Tukey para el número de....	35
FIGURA 10	Prueba de Tukey para el número de....	36
FIGURA 11	Prueba de Tukey para evaluar tres....	37
CUADRO 6	ANVA de triple interacción para el...	39
FIGURA 12	Prueba de Tukey: Comparación de.....	40
FIGURA 13	Prueba de Tukey con datos de peso....	41
CUADRO 7	ANVA de triple interacción para el...	42
FIGURA 14	Tukey para peso seco.....	43
CUADRO 8	ANVA de doble interacción para el....	45
CUADRO 9	ANVA de doble interacción en.....	46
FIGURA 15	Temperaturas Máxima y Mínima.....	51

PROLOGO

La vida actual nos obliga a utilizar de una forma más eficiente y con un sentido conservacionista los recursos naturales con que contamos. De los cuales debemos obtener el mayor beneficio posible, mediante el aprovechamiento integral de los mismos.

México es un país vasto en flora y fauna, cuya diversidad se debe en gran parte a su relieve tan irregular, que ofrece una intrincada red de nichos ecológicos. A través del tiempo en estas áreas el hombre con sus diferentes culturas ha desarrollado conocimientos en torno al medio que lo rodea; sin embargo, la mayoría de estos importantes legados que han perdurado de generación en generación, se ven seriamente degradados por la influencia de la vida moderna. Rescatar y dar el lugar que corresponde a esta sabiduría milenaria, es trabajo de las presentes y futuras generaciones involucradas en las Ciencias Naturales en colaboración con todos aquellos que aman la vida.

RESUMEN

Fueron evaluadas tres fuentes de infestación conformadas por 5, 10 y 15 hembras madres en interacción con cuatro permanencias de 5, 10, 15 y 20 días, para determinar la combinación (días de permanencia/cantidad de cochinilla) más óptima de infestación por cladodio aislado del nopal Opuntia ficus-indica (L.)Mill. El estudio se realizó en el municipio de Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, México, de noviembre de 1990 a marzo de 1991 bajo condiciones de cobertizo. Se encontró que el tercio medio de los cladodios fue el más productivo, y que el tratamiento 20/5 rindió el mayor número de cochinillas, asimismo, que la mejor eficiencia en peso fresco y seco por cochinilla madre fue producida por los tratamientos 15/5 y 20/5. Por otro lado la cochinilla de mejor calidad se obtuvo de las combinaciones 15/5 y 15/10. Se concluye utilizar la fuente de infestación de acuerdo a la cochinilla que se persiga obtener al momento de la cosecha.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

ABSTRACT

Three sources of infestation constituted by 5, 10 and 15 cochineals mother in interaction with four permanences of 5, 10, 15 and 20 days were evaluated to determinate the most excellent combination of infestation (days of permanency/quantity of cochineals mother) per separated cladode from prickly pear O. ficus-indica (L.) Mill. The present study was carried out in Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco, Mexico, from november 1990 to march 1991 under shed conditions. The results showed that the middle third of the cladode had the best production than the other two thirds. The treatment 20/5 produced the bigger number of cochineals, likewise, the treatments 15/5 and 20/5 presented the best efficiency in fresh and dry weight per cochineal mother. The cochineal with the best quality was obtained from the treatments 15/5 and 15/10. Therefore, the treatment to use as source of infestation, it will be those that gives the characteristics of the desired cochineal.

INTRODUCCION

La grana o cochinilla (Dactylopius coccus Costa) es un insecto que parasita sobre algunas especies de nopal de los géneros Opuntia y Nopalea. Las hembras de esta especie han sido utilizadas como colorante desde la época Prehispánica en América (Brana, 1964), el cual llegó a ser muy apreciado en Europa durante la Colonia. Sin embargo, su uso fue desplazado de la industria por diversos motivos, uno de los cuales, el más importante, lo constituyó la invención de los tintes sintéticos (Piña, 1981 y Herrera, 1983), que mucho más baratos y de fácil adquisición que la grana cochinilla se popularizaron rápidamente (Piña, 1977).

A pesar de lo anterior, la cochinilla no ha dejado de aplicarse en una gran cantidad de bebidas, fármacos y otros productos como los cosméticos (Brana, *op. cit.*). Además, cada día aumenta la tendencia mundial hacia el consumo naturalista; se prefieren los productos libres de colorantes artificiales (Piña *op. cit.*) , y que no tengan nada que ver con aditivos no naturales o conservadores. Esto debido en parte a los continuos reportes de alergias y alteraciones causadas por los agentes químicos antes mencionados. Por otra parte varios países ya han prohibido el uso de ciertos colorantes sintéticos por presentar propiedades cancerígenas en el hombre, con lo que se acentúa aún más el consumo de productos naturales. Cabe destacar, que el carmín de la cochinilla que es un colorante natural e inocuo al hombre, es aceptado por la Food and Drug Administration de los E.E.U.U. (Piña, *op. cit.*) y por la Comunidad Económica Europea (Anónimo, 1983).

Por lo tanto, es claro que la cochinilla tiene un potencial económico enorme, pero que también se requiere contar con una tecnología en torno a su óptimo aprovechamiento. Es por ello que el presente trabajo se planteó con base en la necesidad de contar con información sobre la infestación, paso esencial para lograr una buena cosecha de cochinilla.

OBJETIVOS

Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la coccidocultura¹ en torno a su mejor manejo.

Objetivos Particulares

- 1.- Conocer la cantidad necesaria de inóculo de infestación por cladodio.
- 2.- Determinar el tiempo óptimo de permanencia del inóculo en el cladodio.

1. El término **coccidocultura** debe entenderse como la técnica aplicada al cultivo y mejor aprovechamiento de la grana o cochinilla. Herrera (1983), consignó el nombre de **coccinocultura**, probablemente generado a partir del vocablo latín **coccinus** que significa grana o escarlata. Sin embargo, la raíz actual **coccido** que designa a los miembros de la superfamilia **coccoidea**, es más común entre los autores: MacGregor y Sampedro (1983), citaron el término **coccidofauna**, asimismo, Santibáñez (1990), consignó la palabra **coccidólogos**. Debido a lo anterior se sugiere utilizar el término **coccidocultura**, aún cuando ambos son correctos.

HIPOTESIS

Con una adecuada cantidad y permanencia de inóculo, es posible obtener una óptima infestación y producción de cochinilla en cladodios aislados de nopal.

REVISION DE LITERATURA

Antecedentes históricos

No se sabe exactamente la antigüedad del cultivo de la cochinilla; sin embargo, Clavijero y Humboldt suponen que data del llamado periodo Tolteca, que corresponde al siglo X d.c. (Wright, 1963).

Como probable zona de origen de la coccidocultura se tiene a Oaxaca y regiones próximas a Guerrero y Puebla (Dahlgren, 1963). Por su parte Wright (*op. cit.*), indicó que la cochinilla fue cultivada especialmente entre los Mixtecos y Zapotecos en las montañas de Oaxaca.

Herrera (1983), asentó que desde antes de la llegada de los españoles a México, la cochinilla se cultivaba en Tlaxcala, Huejotzingo, Nochixtlán, Yucatán y otros puntos del país.

Brana (1964), indicó que algunas 30 comunidades de Oaxaca, Puebla y Guerrero pagaban como artículo de tributo, muchos sacos o bolsas de cochinilla a la Triple Alianza en el Valle de México. Esta cochinilla se utilizaba como pintura, colorante y cosmético (Sahagún, 1829). Sobre este tema MacGregor (1976), consignó que las culturas Tolteca y Teotihuacana la usaron para teñir textiles, pintar esculturas, edificios públicos y religiosos, así como murales y códices.

Brana (*op. cit.*), asentó que los datos disponibles parecen indicar que en tiempos de la Conquista Española, la cochinilla era cultivada en una región relativamente reducida que se

extendía desde Guerrero y Tlaxcala hasta Oaxaca. Pero, su comercio y empleo abarcó una área mucho más amplia. Asimismo, que los Indios Mexicanos reconocieron dos clases de cochinilla: la cultivada para producir la llamada "grana fina" y una silvestre para producir la "grana silvestre". Wright (*op. cit.*), mencionó que durante el período Colonial el insecto y su colorante fueron conocidos como "grana" que posteriormente llegó a llamarse más formalmente "cochinilla". Brana (*op. cit.*), señaló al respecto que los españoles usaron los términos "grana", "cochinilla" y "grana cochinilla" para referirse al insecto, al producto seco y también para señalar las dos clases de cochinillas (cultivada y silvestre). Y que por lo cual donde se menciona que "hay grana" se refiere a que en ese lugar se encuentra presente, pero que no es evidencia de su cultivo.

Algunos autores como Wright (*op. cit.*) y Herrera (*op. cit.*), mencionaron que el primer envío de cochinilla a España ocurrió en 1526, pero Brana (*op. cit.*), señaló que ocurrió en 1543 por ser una fecha más razonable, ya que los Indios acostumbraban producir solamente lo suficiente para el mercado regional. Asimismo, que durante el siglo XVI la coccidocultura se extendió a Michoacan y Nueva Galicia, así como a Yucatán, Chiapas, Guatemala y Nicaragua. Brana (*op. cit.*), consignó que en Nueva Galicia la mayor actividad estuvo centrada en Autlán de la Grana (Actualmente Autlán de Navarro, Jal.), donde el sector más importante de la economía desde su Conquista hasta finales del siglo XVIII, lo constituyó el cultivo de cochinilla (Oliver, 1983). De esta misma zona Dahlgren (*op. cit.*), consignó que según las Tasaciones del año de 1552, se exigía a los indios de Autlán que cada año dieran "1200 panes de grana del granador de una medida que los indios dieron, redonda que es de cuatro dedos de

anchor". Brana (*op. cit.*), indicó que esta tributación fue ordenada por Lebrón de Quiñones. Estos datos indican la importancia que representó la cochinilla en la Nueva Galicia.

En esta misma época la producción de cochinilla se expandió grandemente, los métodos de cultivo fueron estudiados científicamente, se estableció un mercado firme, los métodos de cosecha y curado fueron perfeccionados, el producto se estandarizó mediante graduaciones establecidas, y el fraude por adulteración se frenó (Brana, *op. cit.*).

A pesar de lo anterior el cultivo de la cochinilla comenzó a declinar notablemente. Brana (*op. cit.*), asentó que el cultivo de la cochinilla comenzó a declinar entre 1805 y 1818, es decir antes y durante la guerra de Independencia. MacGregor (*op. cit.*), mencionó varias causas que estuvieron relacionadas con la extinción de la grana en México, entre las que se encuentran: la excesiva explotación de los indígenas cochenilleros, la adulteración a que fue sometida la cochinilla por los productores e intermediarios y la aparición de los colorantes sintéticos hacia los años 1854 a 1884 los que representaron para la cochinilla un gran reto.

Entre los años de 1910, 1930 y 1940, Guatemala, Perú, Argelia e Islas Canarias, cubrieron el mercado de la grana en Europa (MacGregor *op. cit.*), lo cual significó el olvido de la cochinilla mexicana. Herrera (*op. cit.*), consignó que desde 1889 a 1890 México exportó 6 kg de grana, y en años posteriores nada, sin embargo, Brana (*op. cit.*), indicó que ésto ocurrió presumiblemente en 1932. Lo cierto es que actualmente sólo se

cultiva cochinilla en pequeñas áreas aisladas del estado de Oaxaca, cuya producción obtenida se consume localmente para el teñido de artesanías, y en algunos casos se tiene que importar (Piña, 1977).

Actualmente la tendencia mundial hacia el consumo naturista aumenta día a día. Este cambio se ha observado en la substitución de las anilinas por pigmentos de origen natural, debido a los continuos reportes de alergias producidas al parecer por productos de consumo en los cuales se emplean colorantes sintéticos (Piña *op. cit.*).

En años recientes se han prohibido una serie de colorantes de síntesis química como el **amapola GR** o **escarlata GR** (Anónimo, 1983), así como el **Red Dye No. 2** por presentar propiedades cancerígenas en el hombre (Piña *op. cit.*).

Debido a lo anterior, la grana o cochinilla presenta cada día una mayor demanda en los mercados industriales; sin embargo, tal y como lo mencionó Piña (*op. cit.*), es una desgracia que "en nuestro país casi se ha extinguido el cultivo de la grana, así como las técnicas para la aplicación del colorante".

Esta es una de las muchas razones por las que varios Centros de Investigación del país han iniciado estudios tendientes a rescatar, mejorar, generar, promover y aplicar técnicas sobre la coccidocultura. Pues urgen investigaciones de diversos temas como: métodos de infestación, susceptibilidad de especies hospederas, influencia de abonos y fertilizantes en el hospedero, control de enemigos naturales, influencia del clima, etc.; en general un estudio completo sobre factores bióticos y abióticos.

Especies hospederas

Se ha mencionado mucho a cerca de los hospederos de la cochinilla, en algunos casos la información es contradictoria y otras veces repetitiva y errónea. Por lo que se consideró pertinente realizar este apartado.

Brana (op. cit.), consignó que en México aparentemente se han utilizado 5 ó 6 especies de nopal para cultivar cochinilla. Por su parte Gutiérrez (1972), señaló que las plantas hospederas son Nopalea Karwinskiana, Opuntia hernandezii, O. ficus-indica y O. megacantha, a pesar de que citó en su texto a N. cochenillifera como especie hospedera de la cochinilla no la incluyó en su lista de "Opuntias cochenilliferas". Sobre N. karwinskiana Santibáñez et al. (1990), indicaron que esta especie no se recomienda para el cultivo de cochinilla, debido a que presenta una gruesa capa cerosa la cual impide la sobrevivencia de la cochinilla. Por lo que se sugiere que la información proporcionada por Gutiérrez (op. cit.) sobre las plantas hospederas de la cochinilla, son datos tanto para la cochinilla cultivada como para la silvestre, ya que ésta última si logra sobrevivir sobre N. karwinskiana².

Santibáñez et al. (op. cit.), consignaron que Dactylopius coccus puede sobrevivir sobre Opuntia zarca, O. pilifera y O. amyclae, pero que se presenta un alto índice de mortalidad en los primeros estadios de desarrollo del insecto. Piña (op. cit.),

2. El autor a observado plantas de Nopalea Karwinskiana parasitadas por cochinilla silvestre.

mencionó que O. tomentosa var. hernandezii, O. ficus-indica y Nopalea cochenillifera han sido utilizados en México para el cultivo de cochinilla; asimismo, citó que ha observado grana fina (cochinilla cultivada) sobre Opuntia pilifera, O. megacantha y O. streptacantha, además que en ésta última en Perú se produce la cochinilla de ese país.

Rodríguez y Portillo (1989), realizaron un trabajo para evaluar algunas especies de Opuntia que ocurren en el estado de Jalisco, en el cual citaron a Opuntia jaliscana como excelente hospedero de Dactylopius coccus y a O. atropes como resistente al insecto hasta cierto grado, ya que la especie si permite el desarrollo total del algunos insectos.

Actualmente se cultiva cochinilla en cladodios aislados del nopal con mucho éxito. Este método se práctica en varios estados de la República Mexicana, como lo son Oaxaca, Tamaulipas, Chiapas, Jalisco, etc. El autor del presente escrito ha trabajado este método con excelentes resultados desde 1988 en el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara. Y que una de las mejores especies para desarrollar este tipo de coccidocultura es O. ficus-indica, ya que presenta una mayor resistencia a la deshidratación y se facilita el cultivo sobre la misma al no presentar casi espinas.

Sistemática de la grana o cochinilla

La ubicación taxonómica de la cochinilla ha sido continuamente modificada. Linneo la llamó Coccus cacti en 1758, por otro lado Burmeister en 1939 la describió como Pseudococcus cacti, pero desde 1835, es decir, 100 años antes Costa ya la había denominado Dactylopius coccus (Piña, op. cit.). Este

nombre se ha mantenido hasta nuestros días y de esta forma la sistemática de la cochinilla según Comstock (1972) se presenta de la siguiente manera:

Reino:	Animal
Phyllum:	Arthropoda
Subphyllum:	Mandibulata
Clase:	Insecta
Orden:	Homoptera
Suborden:	Sternorrhyncha
Superfamilia:	Coccoidea
Familia:	Dactylopiidae
Género:	<u>Dactylopius</u>
Especie:	<u>D. coccus</u> Costa

De Lotto (1974), ha descrito 9 especies del género Dactylopius (Tabla 1), 5 de las cuales MacGregor y Sampedro (1983) las citan para México, estas especies son:

- 1.- D. ceylonicus (Green, 1896)
- 2.- D. coccus O. Costa 1835
- 3.- D. confusus (Cockerell, 1893)
- 4.- D. opuntiae (Cockerell, 1896)
- 5.- D. tomentosus (Lamarck, 1801)

Todas estas especies parasitan sobre nopales de los géneros Opuntia y Nopalea y son conocidas como cochinillas. La grana fina o cultivada es únicamente la especie D. coccus, las restantes conforman un grupo que reciben el nombre de cochinillas silvestres indistintamente de la especie que se trate.

TABLA 1

Total de especies de cochinillas pertenecientes a Dactylopius descritas por De Lotto en 1974, de las cuales 4 son propuestas como especies nuevas.

<u>Dactylopius austrinus</u>	De Lotto (sp. nov.)
<u>Dactylopius ceylonicus</u>	(Green, 1986)
<u>Dactylopius coccus</u>	O. Costa, 1835
<u>Dactylopius confertus</u>	De Lotto (sp. nov.)
<u>Dactylopius confusus</u>	(Cockerell, 1893)
<u>Dactylopius opuntiae</u>	(Cockerell, 1896)
<u>Dactylopius salmianus</u>	De Lotto (sp. nov.)
<u>Dactylopius tomentosus</u>	(Lamark, 1801)
<u>Dactylopius zimmermanni</u>	De Lotto (sp. nov.)

Ciclo biológico

La grana cochinilla del nopal pasa por los estados de huevo, ninfa y adulto (Piña, *op. cit.*), posee una metamorfosis incompleta; sin embargo, en el macho de esta especie se presenta una variación como sucede en los coccidos del orden homóptera (Coronado y Márquez, 1982). De esta forma la cochinilla presenta un dimorfismo sexual que se hace evidente en el segundo estadio del estado ninfal y muy marcado en el estado adulto.

Marín y Cisneros (1977), realizaron un estudio de la biología y morfología de Dactylopius coccus, del cual citaron que macho y hembra son similares en el estado de huevo y en los estadios de ninfa I y ninfa II. Y que a partir de este último estadio se presentan las diferencias, pues en el caso de las hembras, la ninfa II sufre una ecdicis para convertirse en hembra adulta, y en el caso de los machos, la ninfa II elabora un capullo en cuyo interior realiza dos mudas para dar origen a la prepupa y pupa, de la cual emerge el macho adulto.

La hembra adulta según Marín y Cisneros (*op. cit.*), posee un cuerpo oval de 6.0 x 4.7 mm, pero las tallas pueden variar por la distensión causada por el período de reproducción. Piña (*op. cit.*), asentó que es de forma oval plano-convexa y con surcos transversales y que mide de 3.3 a 6 mm de largo por 2.5 a 4.5 mm de ancho, y que vive fija en la superficie de los nopales, en los que inserta fuertemente su estilete.

El macho adulto presenta a diferencia de la hembra un par de alas bien desarrolladas, y las secciones de cabeza, tórax y abdomen bien diferenciadas (Marín y Cisneros, *op. cit.*). Piña (*op. cit.*), consignó que carecen de aparato bucal y que son de vida corta y más pequeños que las hembras.

Las diferentes etapas de desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla, tanto del macho como de la hembra, se presentan en la Figura 1.

Factores bióticos y abióticos

Dentro de un ecosistema todos los elementos que lo componen tanto bióticos como abióticos, están intrínsecamente relacionados. La grana o cochinilla como elemento biótico, mantiene una interdependencia con los demás componentes de su medio. A continuación se describen los principales:

Factores bióticos

Flores et al. (1986), mencionaron que la edad, la orientación y la condición general del Hospedero, son elementos que afectan el desarrollo de la cochinilla. Piña (op. cit.), asentó que la lozanía de los hospederos es un factor determinante en la mayor o menor duración del ciclo biológico del insecto. A estas observaciones habrá que agregar las variaciones que se presentan al utilizar diferentes hospederos, ya que Rodríguez y Portillo (op. cit.), señalaron el comportamiento variable de diferentes especies de nopal como hospederos de la cochinilla.

Otro elemento biótico de mucha importancia lo constituyen los enemigos naturales de la cochinilla. Sobre este aspecto Piña (op. cit.), consignó para Oaxaca a Laelia coccidivora (seguramente se refería al género Laetilia, ya que Laelia pertenece a un género de orquídeas.), y a Salambona analamprella, con estos nombres se conocen los llamados "gusanos teleros", los cuales devoran las cochinillas sobre la superficie de las pencas

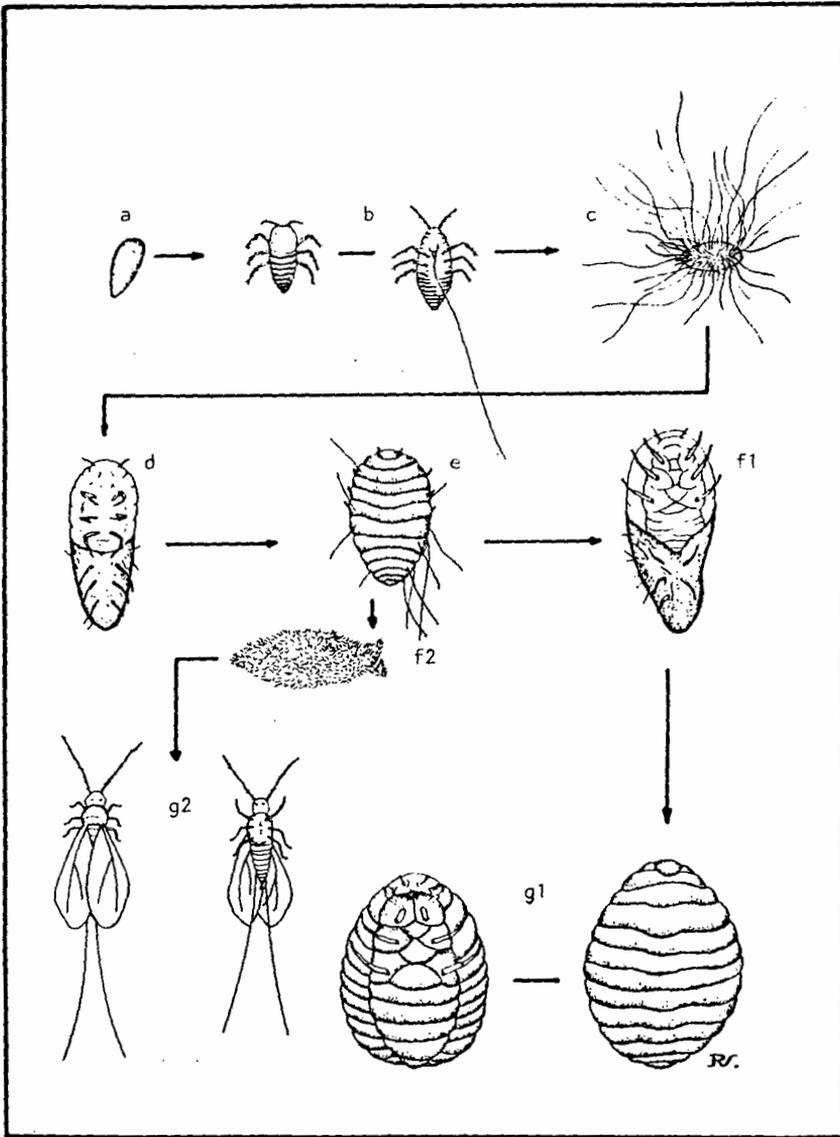


Fig. 1.- Ciclo biológico de Dactylopius coccus Costa. a) huevecillo, b) vista dorsal y ventral de ninfa I migrante, c) ninfa I establecida, d) muda a ninfa II, e) ninfa II, f1) muda a hembra adulta, f2) capullo de macho, g1) vista ventral y dorsal de hembra adulta, g2) vista dorsal y ventral de macho adulto.

de los nopales, en donde deja marcas de su paso a manera de hileras de cera. Como "gusano gordo" se conocen a Hyperaspis trifulcata, H. fimbriolata, Cybocephalus nigritulus, Scymnus intrusus y S. hornii. Asimismo, como "gusano aguja" a las especies Baccha sp., Leucopis bellula y Sympherobius amicus. Por su parte Marín (1986), asentó que en Perú el único enemigo natural encontrado es la mosca Allo grapta sp.

Piña (op. cit.), mencionó que también numerosas aves, roedores y reptiles, devoran a la grana. En el Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara se ha observado el ataque aparente por ratas y lagartijas a la grana en cultivo en pencas aisladas.

Sobre el tema de las enfermedades Alzate (1777), citó dos: "el chamusco" y "el chorreo", de las que asentó son causadas por la lluvia, sin embargo, Piña (op. cit.), señaló que aparentemente son de origen bacteriano.

Factores abióticos

Flores et al. (op. cit.), consignaron que las condiciones ambientales como la temperatura, precipitación, viento, luminosidad y granizadas, son elementos determinantes en la mortalidad de la cochinilla que se acentúa sobre todo en los estadios ninfales. Marín (op. cit.), señaló que la cochinilla prefiere los cladodios algo sombreados y no expuestos al sol. Quispe (1983), citó que la temperatura y la humedad relativa son factores críticos en el desarrollo del insecto. Piña (op. cit.) y Portillo y Zamarripa (1990), indicaron que el ciclo biológico de la cochinilla se reduce cuando se desarrolla en primavera y verano y que se alarga hasta 45 días en los meses de invierno.

De lo anterior se deduce que el cultivo de cochinilla bajo cobertizos o en nopalotecas³, es una forma ventajosa que permite el cultivo y cosecha de grana, aún bajo condiciones climáticas adversas.

3. Nombre con que se designa al acomodo vertical y continuo de cladodios de nopal (generalmente de la especie Opuntia ficus-indica) dentro de un cobertizo o tapesco para el cultivo de la grana cochinilla.

MATERIALES Y METODOS

Localización del experimento

El estudio se realizó en la población de Soledad de Cruz Vieja, municipio de Tlajomulco de Zuñiga, Jal., México (Fig. 2), durante el período comprendido del 15 de noviembre de 1990 al 24 de marzo de 1991.

Este poblado se ubica a 1650 m s.n.m., el clima de la región es semicálido, subhúmedo y según Köeppen es clasificado como (A) C (Wo) (W), la temperatura media anual es de 19.7°C y la precipitación promedio anual de 822 mm (Anónimo, 1981).

Procedimiento experimental

El trabajo se condujo bajo un cobertizo para dar protección a las unidades experimentales de los fuertes vientos que se producen en la región entre febrero y marzo. Los cuales no hubieran permitido el desarrollo del presente estudio a campo abierto sobre la especie de nopal evaluada Opuntia ficus-indica (L.) Mill., ya que esta planta casi no presenta espinas mismas que pudieran ofrecer algún tipo de protección al insecto. La estructura del cobertizo se elaboró con madera de pino y troncos de eucalipto, el techo a dos aguas se cubrió con petate de tule (Thypha angustifolia L.), y plástico transparente a los costados. Las dimensiones del cobertizo fueron: 3 m de largo por 2.5 m de ancho, y 1.8 m de altura en los costados y 2.1 m en la parte más alta. Dentro del cual se colgaron 48 cladodios ordenados en cuatro hileras. Cada cladodio constituyó una unidad experimental

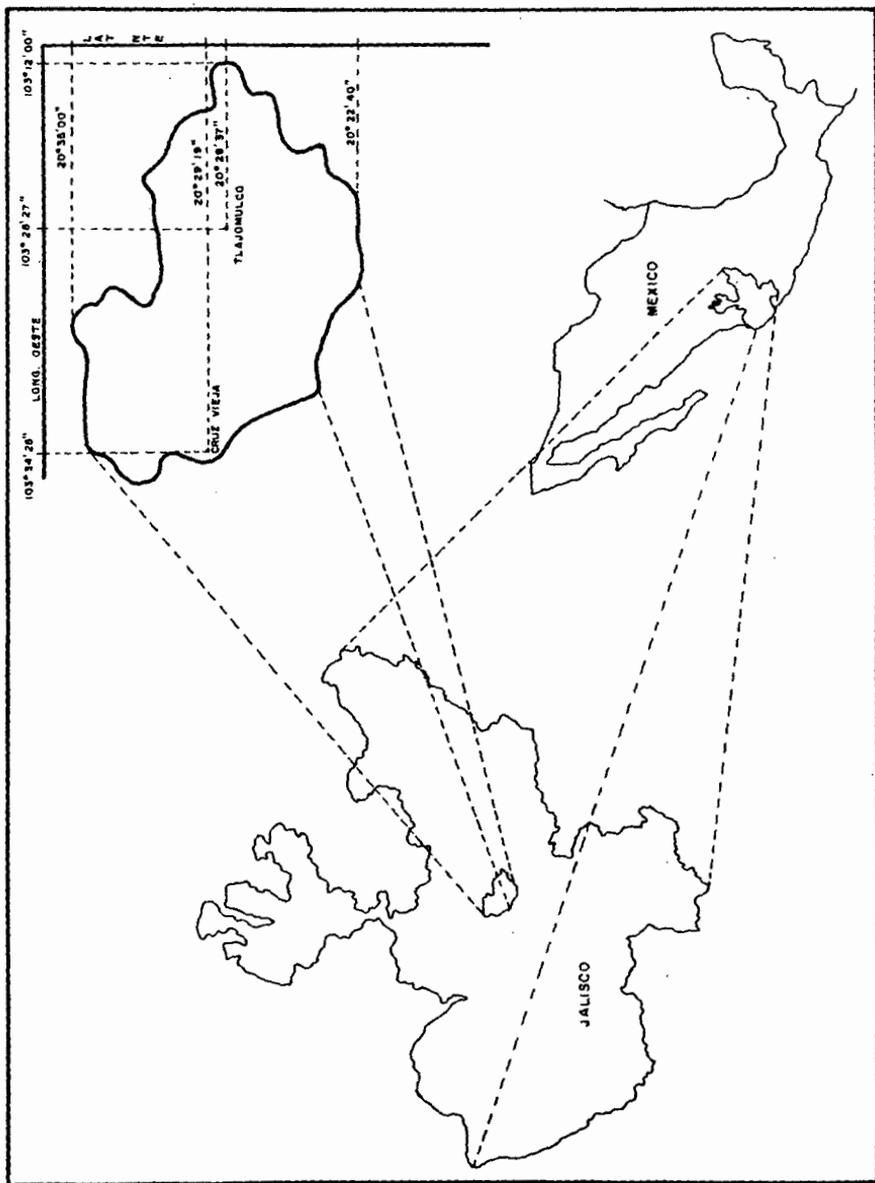


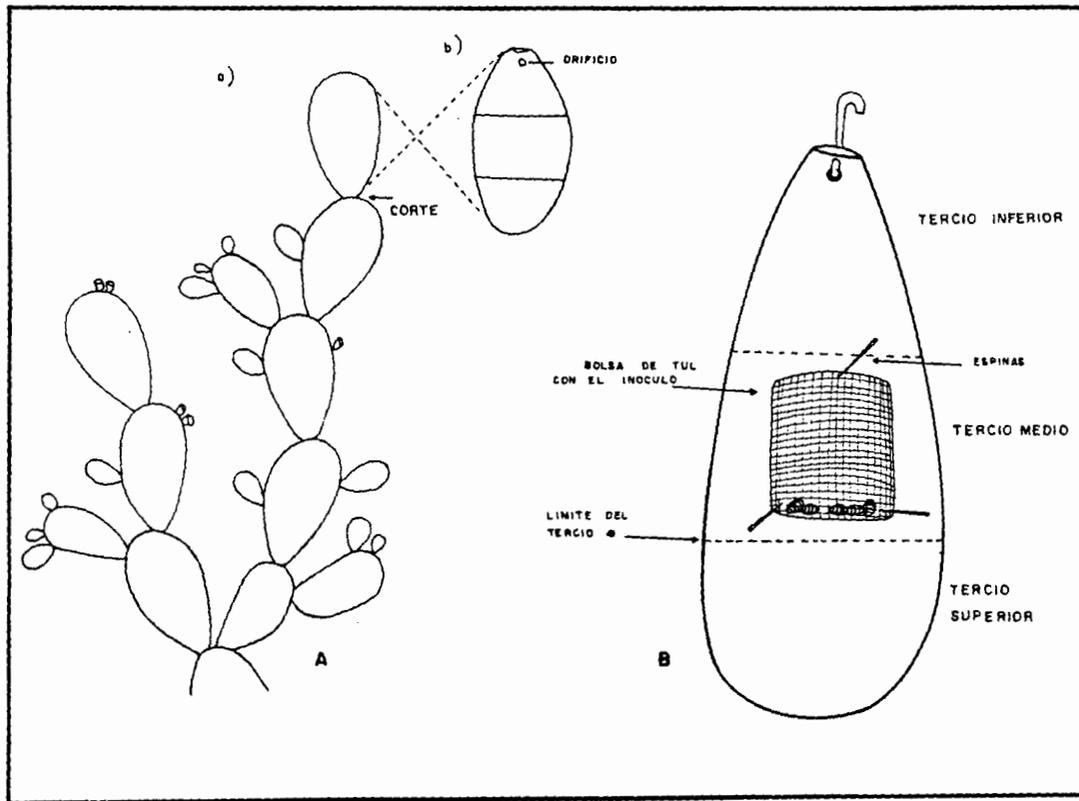
Fig. 2. Localización de la zona de estudio

y era sujetado por la base mediante un gancho de alambre recubierto de hule, el cual pasaba a través de un orificio realizado previamente con una estaca de madera. Por lo que al colgar los cladodios, éstos quedaron invertidos de como se encuentran en la planta (Fig. 3 A). Todos los cladodios se obtuvieron de una nopalera de solar en semicultivo ubicada en el poblado de San Jose El 15, municipio de El Salto, Jal. Y se tuvo especial cuidado en que todos los cladodios de un bloque de repeticiones provinieran de la misma planta.

La infestación se realizó mediante pequeñas bolsas de tul de 6 x 6 cm, dentro de las cuales se depositaron 5, 10, y 15 hembras oviplenas (cochinillas madres), y se fijaron a los cladodios en su tercio medio con espinas de Opuntia atropes Rose (Fig. 3 B). Las bolsas con el inóculo dentro, permanecieron adheridas por espacio de 5, 10, 15 y 20 días. Estos cuatro periodos de tiempo al multiplicarse por las tres cantidades de inóculo, conformaron las siguientes 12 combinaciones o tratamientos: (días de permanencia/cantidad de inóculo) 5/5, 5/10, 5/15, 10/5, 10/10, 10/15, 15/5, 15/10, 15/15, 20/5⁴, 20/10 y 20/15.

Conforme transcurrió el tiempo de permanencia de los diferentes inóculos éstos fueron retirados de los cladodios, para proceder a contar las ninfas uno (NI) migrantes y establecidas, mediante la ayuda de una lupa y un cuentabultos de mano. Posteriormente se muestreó la población de la misma manera cada 14 días a lo largo de todo el desarrollo del insecto, durante el

4. Una repetición de este tratamiento se perdió, debido a lo cual las pruebas estadísticas se realizaron con diferentes número de repeticiones.



Figs. 3 A Posición del cladodio: a) en la planta, b) invertido; 3B Colocación del inóculo de infestación en el cladodio.

cual además, se observaron el estadio de ninfa dos (NII) y los estados de macho adulto (MA)⁵, hembra adulta (AD) y hembra oviplena (OV), hasta que éstas últimas iniciaron la oviposición. Momento en que se procedió a coleccionar las cochinillas presentes, mismas que fueron contabilizadas, pesadas en fresco y deshidratadas para obtener su peso seco. La colecta se efectuó por tercios, para lo cual cada cladodio fue dividido mediante marcas en tres tercios iguales: superior, medio e inferior.

Durante todo el experimento se registraron diariamente las temperaturas máxima y mínima, así como la humedad relativa.

Los datos obtenidos fueron interpretados estadísticamente con análisis de varianza (ANVA) simples, de doble y triple interacción con cuatro repeticiones y mediante comparación múltiple de medias de Tukey con transformación de datos de LOG x, LOG x+1, LOG (x+1)10, $\sqrt{x+0.5}$, \sqrt{x} y $\sqrt{x+1}$ en donde fue necesario efectuarse.

Algunos problemas de pudriciones al parecer causadas por bacterias se presentaron en los cladodios, pero se solucionaron con la aplicación de cloro comercial y cal.

5. La población de machos adultos (MA) se registró mediante la presencia de sus capullos, ya que por la movilidad de éstos resultó imposible cuantificarlos sobre su cladodio de origen.

RESULTADOS

El número de cochinillas NI registrado en los cuatro muestreos donde ocurrió la mayor población del estadio fue evaluado mediante un ANVA de doble interacción, en el que se encontró una alta significación a nivel de las variables principales (Muestreo y Tratamientos) así como en la interacción de éstos (Cuadro 1). Por su parte en la comparación múltiple de medias de Tukey (Figura 4), se observó que en el muestreo I ocurrió el mayor número de NI y que los tratamientos: (días/inóculo) 20/15, 15/15, 20/10, 15/10 y 10/15 no presentaron diferencias significativas entre sí y fueron las que produjeron el mayor número de NI (Figura 5).

Resultados similares se encontraron al evaluar el número de NII, cuyo ANVA también presentó altas diferencias significativas (Cuadro 2), las cuales al aplicar la prueba de Tukey se manifestaron a favor de los tratamientos 15/15, 20/15, 20/10, 15/10, 10/15, 10/10 y 20/5, entre los cuales no se manifestaron diferencias significativas (Figura 6). Para este estadio la mayor población se registró en el muestreo III de evaluación.

De la misma manera se evaluó el número de cochinillas AD, y en este ANVA nuevamente se encontraron altas diferencias significativas, tanto en las variables principales como en la interacción de éstos (Cuadro 3). La prueba de Tukey para este caso indicó que en el muestreo III se presentó el mayor número de AD, y que los tratamientos en los cuales se presentó la mayor población fueron los mismos que se encontraron para las NII.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
MUESTREO	3	3467.53	1155.84	136.46 **	2.68	3.95
TRATAMIENTO	11	5859.26	532.66	62.89 **	1.83	2.34
M x T	33	587.82	53.44	6.31 **	1.55	1.86
ERROR	140	1185.24	8.47			
TOTAL	187					

C.V. = 21.02 %

** = Altamente significativo

Cuadro No. 1 ANVA para el número de NI de cuatro muestreos interacción con 12 tratamientos. Datos transformados con $\sqrt{x+0.5}$.

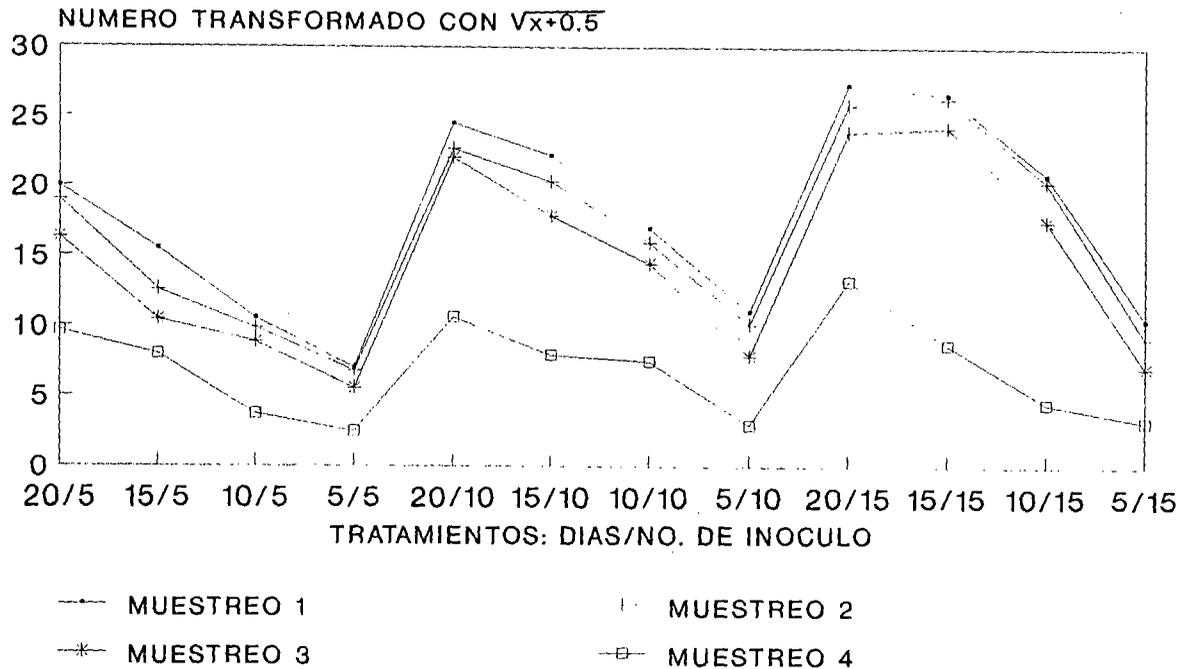


FIG. 4. TENDENCIA DE CUATRO MUESTREOS DEL NUMERO DE NI CON BASE EN LA PRUEBA DE TUKEY.

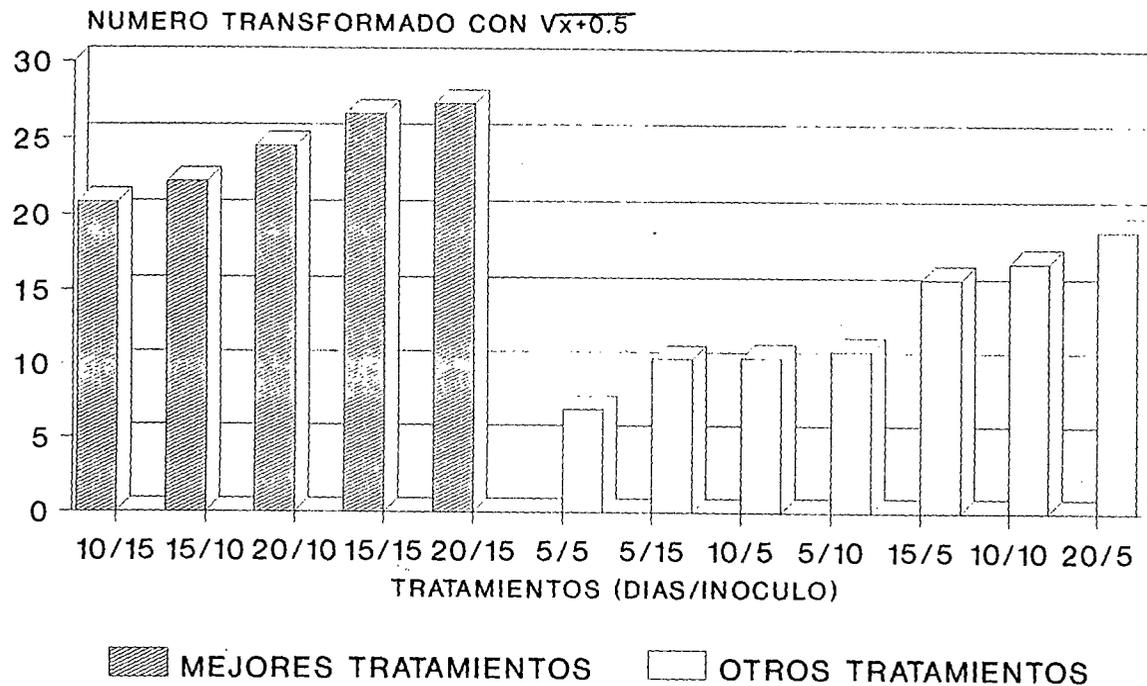


FIG. 5. PRUEBA DE TUKEY PARA EL NUMERO DE NI Y SU COMPARACION CON LAS DIFERENTES COMBINACIONES.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	Ft	0.01
MUESTREO	3	22.2459	7.4153	77.8918 **	2.68		3.95
TRATAMIENTO	11	26.1874	2.3807	25.0073 **	1.83		2.34
M x T	33	6.9884	0.2118	2.2248 **	1.55		1.86
ERROR	140	13.3339	0.0952				
TOTAL	187						

C.V. = 17.51 %

** = Altamente significativo

Cuadro No. 2 ANVA para el número de NII de cuatro muestreos en interacción con 12 tratamientos. Datos transformados LOG X.

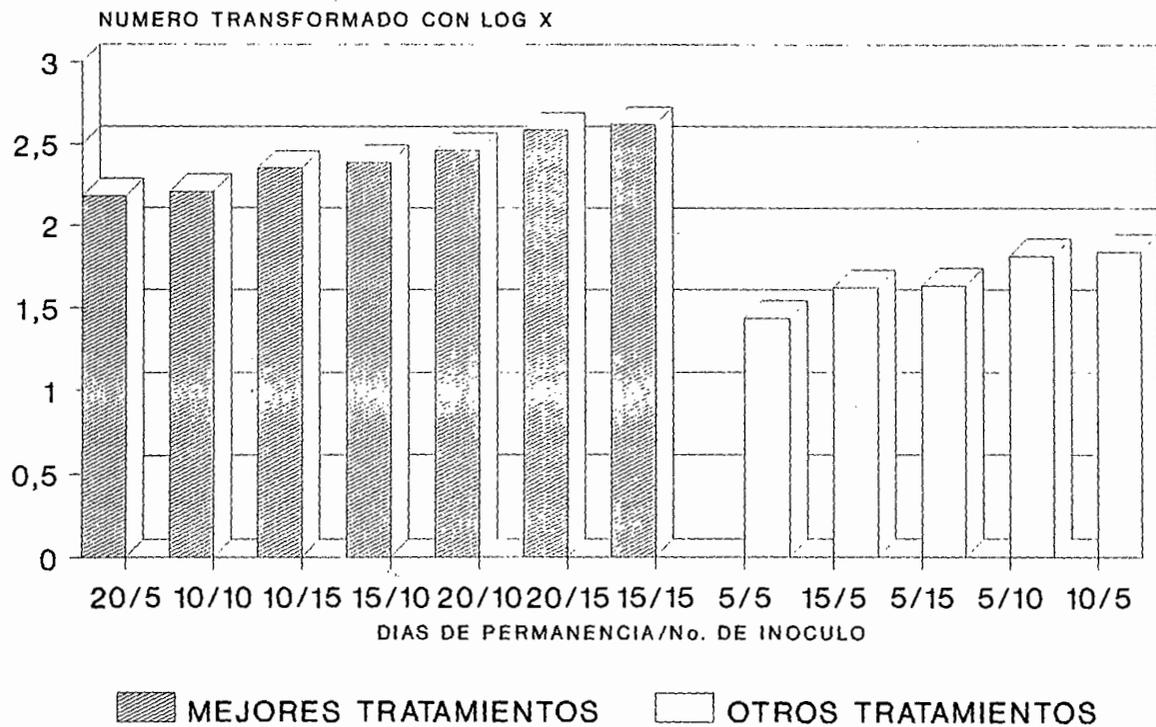


FIG. 6 PRUEBA DE TUKEY DEL NUMERO DE NII
INTERACCION: MUESTREO III X TRATAMIENTOS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
MUESTREO	3	4.3135	1.4395	37.9815 **	2.68	3.95
TRATAMIENTO	11	33.6292	3.0572	80.6649 **	1.83	2.34
M x T	33	3.7375	0.1133	2.9894 **	1.55	1.86
ERROR	140	5.3043	0.0379			
TOTAL	187					

C.V. = 6.52 %

** = Altamente significativo

Cuadro No. 3 ANVA para el número de AD de cuatro muestras en interacción con 12 tratamientos. Datos transformados con LOG (X+1)10.

El ANVA aplicado al número de MA solamente indicó diferencias altamente significativas en las variables principales (Cuadro 4), por lo que se aplicó la prueba de Tukey a estas variables en las que se encontró que los tratamientos 20/15, 15/15, 20/10, 10/15 20/5 y 15/10 presentaron la mayor cantidad de MA (Figura 7). La máxima población de este estado de desarrollo se registró en el muestreo III.

El número registrado de las cochinillas colectadas fue evaluado mediante un ANVA de doble interacción, cuyas variables principales o fuentes de variación fueron los días de permanencia de los inóculos y la cantidad de cochinillas con que estuvieron conformados éstos últimos (Cuadro 5). Este análisis estadístico señaló alta significación entre las diferentes permanencias y cantidades de inóculo utilizados. Por lo que se efectuaron las respectivas pruebas de Tukey a las variables principales, mismas que señalaron la superioridad de las permanencias de 20 y 15 días así como las cantidades de inóculo de 15 y 10 cochinillas madres (Figura 8). Este resultado indica que por lo tanto las combinaciones: (días/inóculo) 20/15, 20/10, 15/15 y 15/10 rindieron la mayor cantidad de cochinillas al momento de la cosecha. Sin embargo, se decidió evaluar la doble interacción (Permanencia X Inóculo) para encontrar alguna posible diferencia significativa que no fue registrada en el ANVA. De esta forma se comprobó que efectivamente las permanencias de inóculo más productivas fueron 20 y 15 días (Figura 9) y que las mejores cantidades de inóculo fueron 15 y 10 cochinillas madres (Figura 10). Pero al interactuar la permanencia de 20 días con las 3 cantidades de inóculo (15, 10 y 5 cochinillas madres), la prueba de Tukey no indicó diferencias significativas (Figura 11).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	Ft	0.01
MUESTREO	3	2.23	0.7433	6.543 **	2.68	3.95	
TRATAMIENTO	11	33.477	3.0434	26.79 **	1.83	2.34	
M x T	33	2.103	0.0637	0.5607 NS	1.55	1.86	
ERROR	140	15.9	0.1136				
TOTAL	187						

C.V. = 21.98 %

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Cuadro No. 4 ANVA para el número de MA de cuatro muestras en interacción con 12 tratamiento. Datos transformados con LOG X.

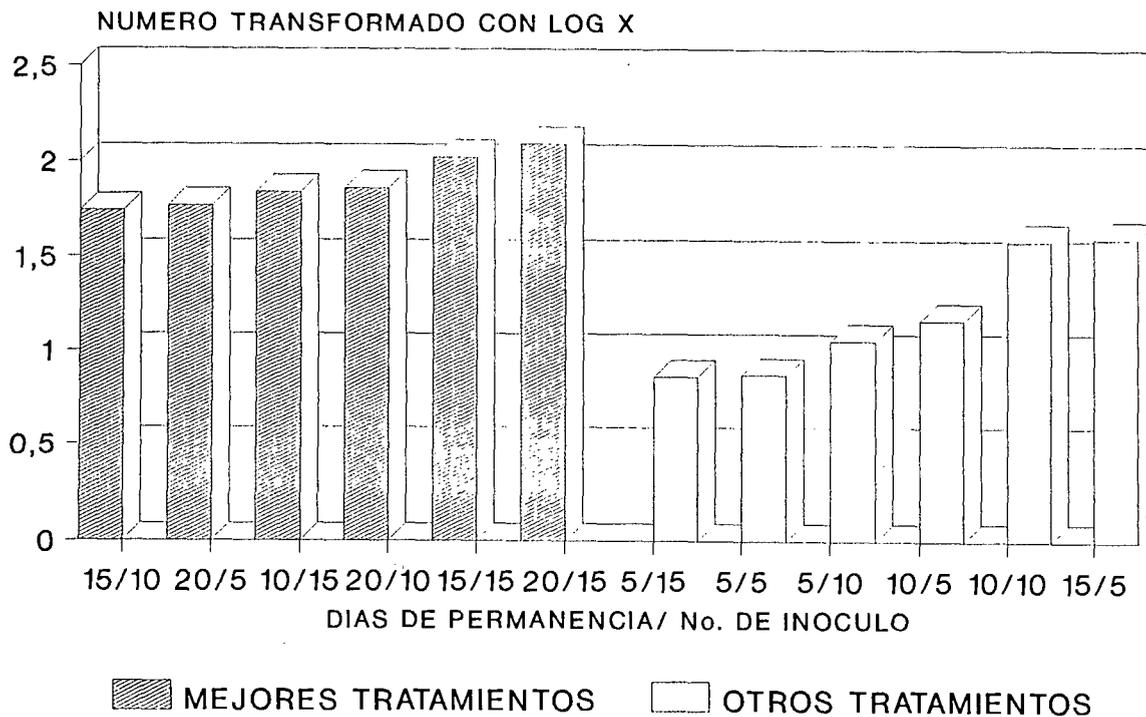


FIG. 7 PRUEBA DE TUKEY DEL NUMERO DE MA
INTERACCION: MUESTREO III X TRATAMIENTOS

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01'
PERMANENCIA	3	4.3475	1.4492	46.7398 **	2.88	4.42
INOCULO	2	1.6650	0.8325	26.8499 **	3.28	5.29
P x I	6	0.0921	0.0154	0.4967 NS	2.38	3.38
ERROR	35	1.0852	0.0310			
TOTAL	46					

C.V. = 8.27 %

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Cuadro No. 5 ANVA del número de cochinillas cosechadas al final de cuatro permanencias en interacción con tres diferentes cantidades de inoculo. Datos transformados con LOG X.

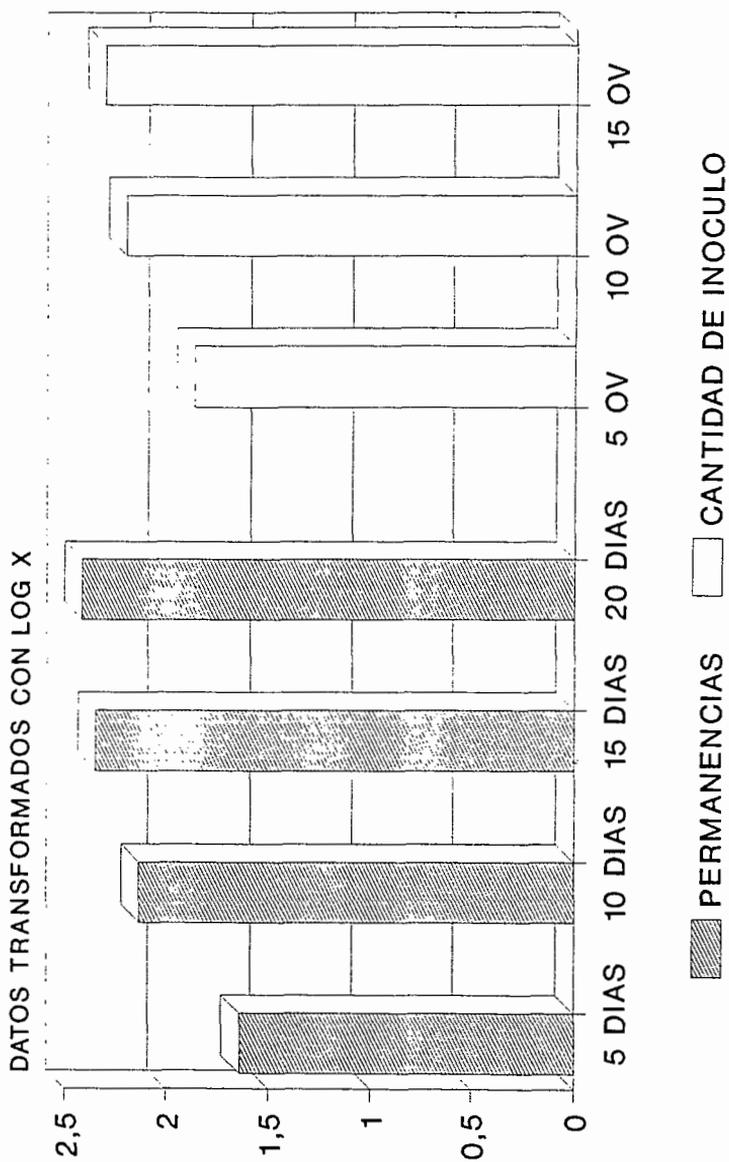


FIG. 8. PRUEBA DE TUKEY PARA EL NUMERO DE COCHINILLAS COLECTADAS.

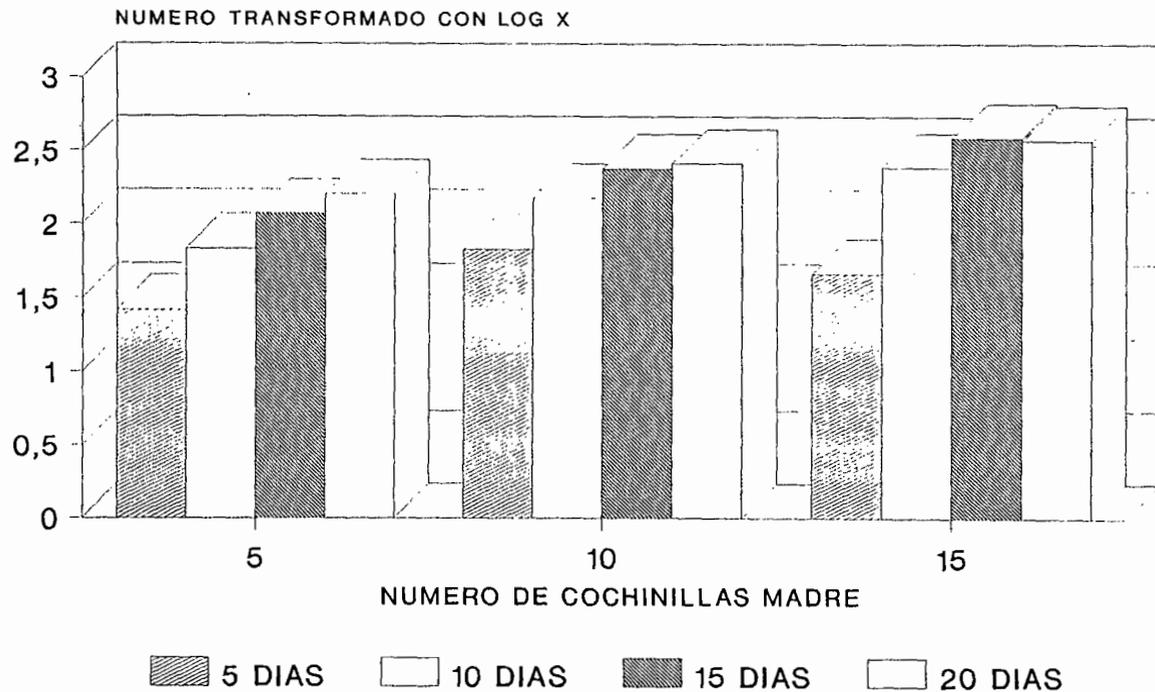


FIG. 9. PRUEBA DE TUKEY PARA EL NUMERO DE COCHINILLAS A LA COLECTA PARA EVALUAR CUATRO PERMANENCIAS DE INOCULO

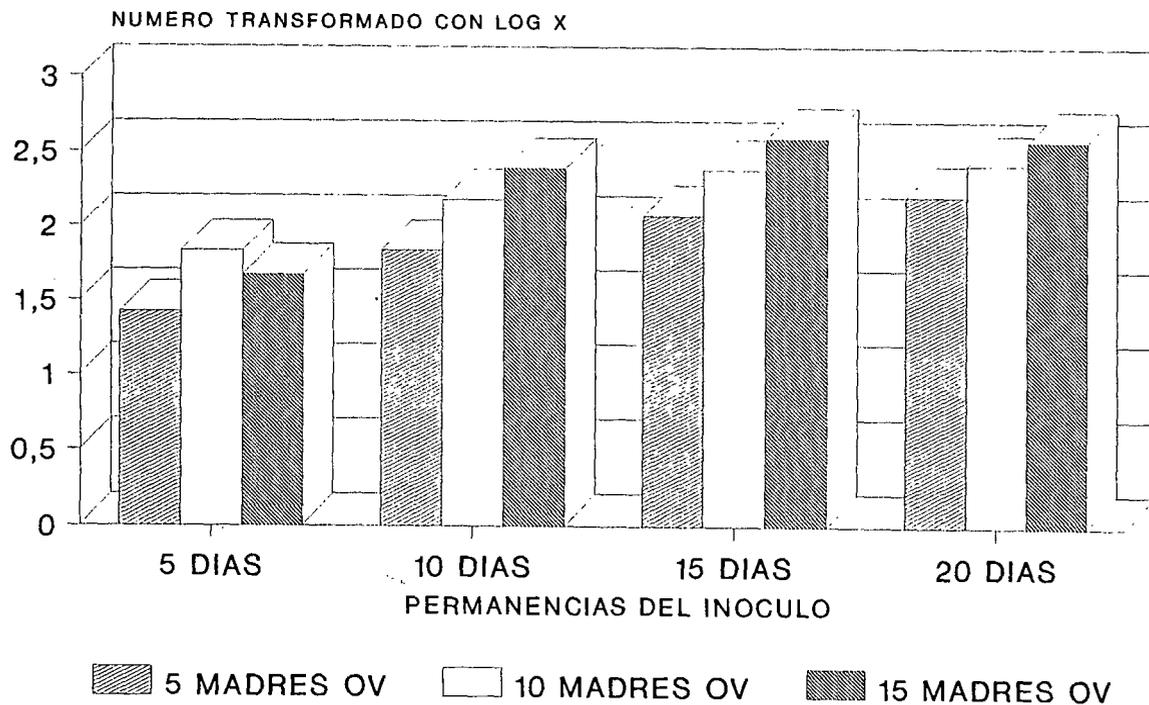


FIG. 10. PRUEBA DE TUKEY PARA EL NUMERO DE COCHINILLAS COLECTADAS PARA EVALUAR TRES CANTIDADES DE INOCULO.

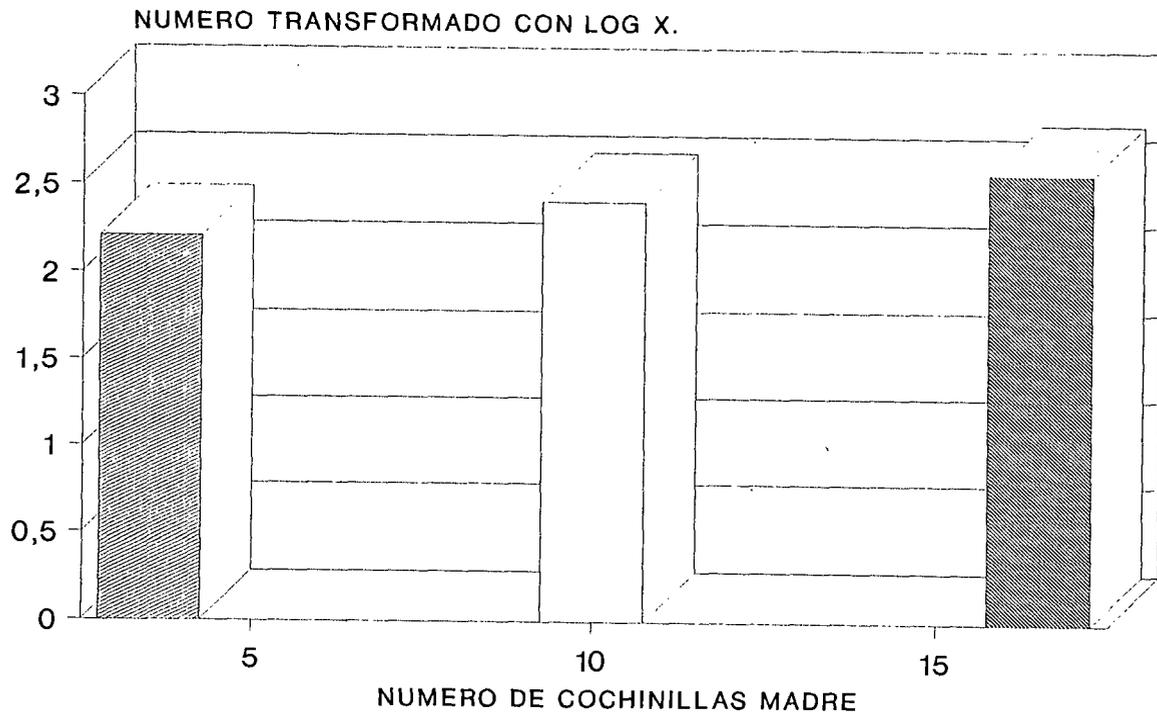


FIG. 11. PRUEBA DE TUKEY PARA EVALUAR TRES INOCULOS DE INFESTACION PARA LA PERMANENCIA DE 20 DIAS.

BIBLIOTECA ESCUELA DE AGRICULTURA

Con base en lo anterior se evaluaron los datos registrados de los pesos fresco y seco de las cochinillas colectadas en función a la eficiencia de la cantidad de inóculo utilizado, es decir, dividir los pesos antes mencionados entre el número de cochinillas madres de cada fuente de inóculo.

De esta forma el ANVA efectuado con los datos de peso fresco indicó significancia estadística en la triple interacción: (Cantidad de Inoculo X Días de Permanencia X Tercios de Cladodio) así como en las variables principales y en las dobles interacciones que aparecen en el Cuadro 6.

La prueba de Tukey aplicada a la doble interacción: Cantidad de Inóculo X Días de Permanencia, señaló que los tratamientos 15/5, 20/5, 20/10, 15/10, 10/15, 10/5, 15/15 y 10/10 presentaron la mejor eficiencia en peso fresco por cochinilla madre utilizada y sin diferencias significativas entre sí (Figura 12).

Por otra parte al evaluar la variable principal Tercios del cladodio mediante la prueba de Tukey (Figura 13) se encontró que en el tercio medio se presentó el mayor peso fresco, seguido del tercio inferior los cuales no presentaron diferencias significativas entre sí, no así al compararlas con el tercio superior mismo que presentó el promedio de peso fresco más bajo.

El peso seco fue evaluado tanto en función de la eficiencia del inóculo como en peso seco total por unidad experimental, éste último para comparar los diferentes tratamientos.

El ANVA desarrollado con datos de peso seco (eficiencia de inóculo) presentó diferencias significativas solamente en las variables principales (Cuadro 7). De esta forma la prueba de Tukey aplicada a la permanencia de inóculos demostró que 15 y 20 días presentaron los mejores promedios de peso seco (Figura 14), así como las fuentes de inóculo de 5 y 10 cochinillas madres.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	0.05 Ft 0.01	
INOCULO	2	0.017886	0.0089	4.4208 **	3.07	4.79
PERMANENCIA	3	0.0986414	0.0329	16.2539 **	2.68	3.95
TERCIOS	2	0.1292903	0.0646	31.9563 **	3.07	4.79
I x P	6	0.028011	0.0047	2.3078 *	2.17	2.96
I x T	4	0.0067623	0.0017	0.8357 NS	2.45	3.48
P x T	6	0.0189041	0.0032	1.5575 NS	2.17	4.79
I x P x T	12	0.0623078	0.0052	2.5667 **	1.73	2.34
ERROR	105	0.2124071	0.0020			
TOTAL	140					

C.V. = 33.01 %

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Cuadro No. 6 ANVA de triple interacción para el peso seco de las cochinillas colectadas en función a la eficiencia de inóculo. Datos transformados con LOG X+1.

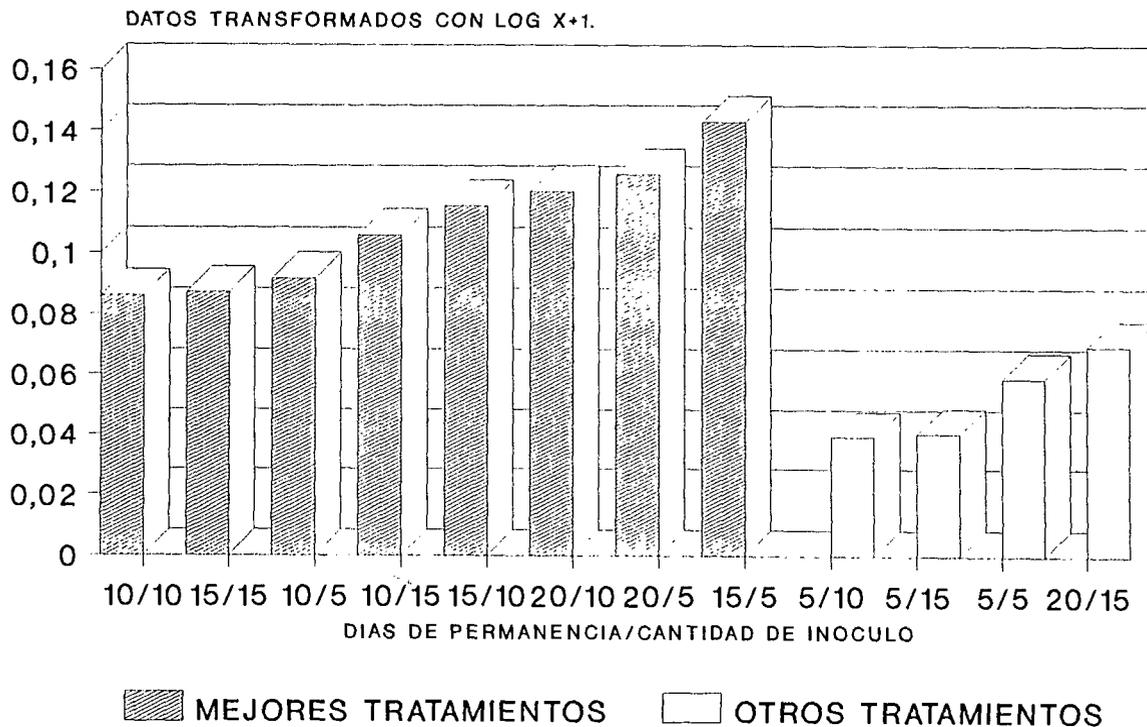


FIG. 12. PRUEBA DE TUKEY: COMPARACION DE TRATAMIENTOS PARA PESO FRESCO.

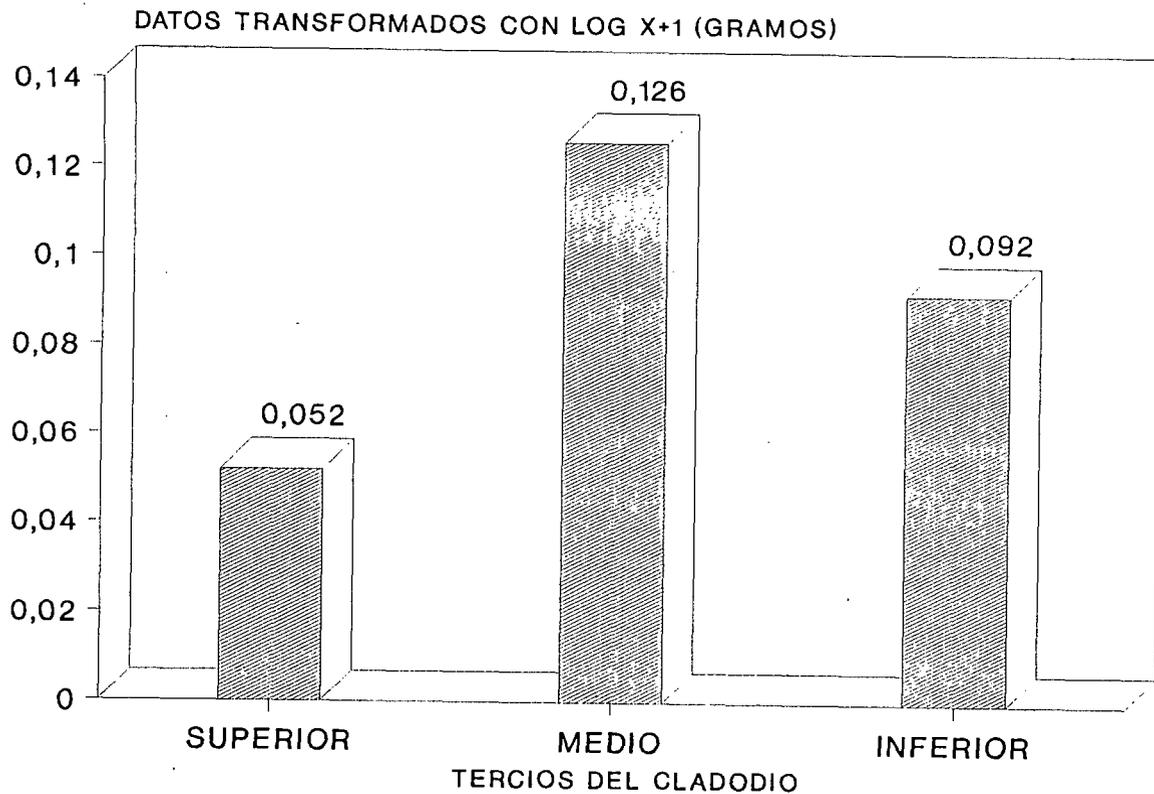


Fig. 13. PRUEBA DE TUKEY CON DATOS DE PESO FRESCO PARA LA VARIABLE TERCIOS.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C	0.05	Ft 0.01
INOCULO	2	0.1111	0.0556	8.0507 **	3.07	4.79
PERMANENCIA	3	0.3845	0.1282	18.5797 **	2.68	3.95
TERCIOS	2	0.2660	0.1330	19.2754 **	3.07	4.79
I x P	6	0.0825	0.0138	1.9928 NS	2.17	2.96
I x T	4	0.0153	0.0038	0.5543 NS	2.45	3.48
P x T	6	0.0243	0.0041	0.5942 NS	2.17	4.79
I x P x T	12	0.0874	0.0073	1.0580 NS	1.73	2.34
ERROR	105	0.7212	0.0069			
TOTAL	140					

C.V. = 33.01 %

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Cuadro No. 7 ANVA de triple interacción para el peso seco de las cochinillas en función a la eficiencia de inoculo. Datos transformados con \sqrt{x} .

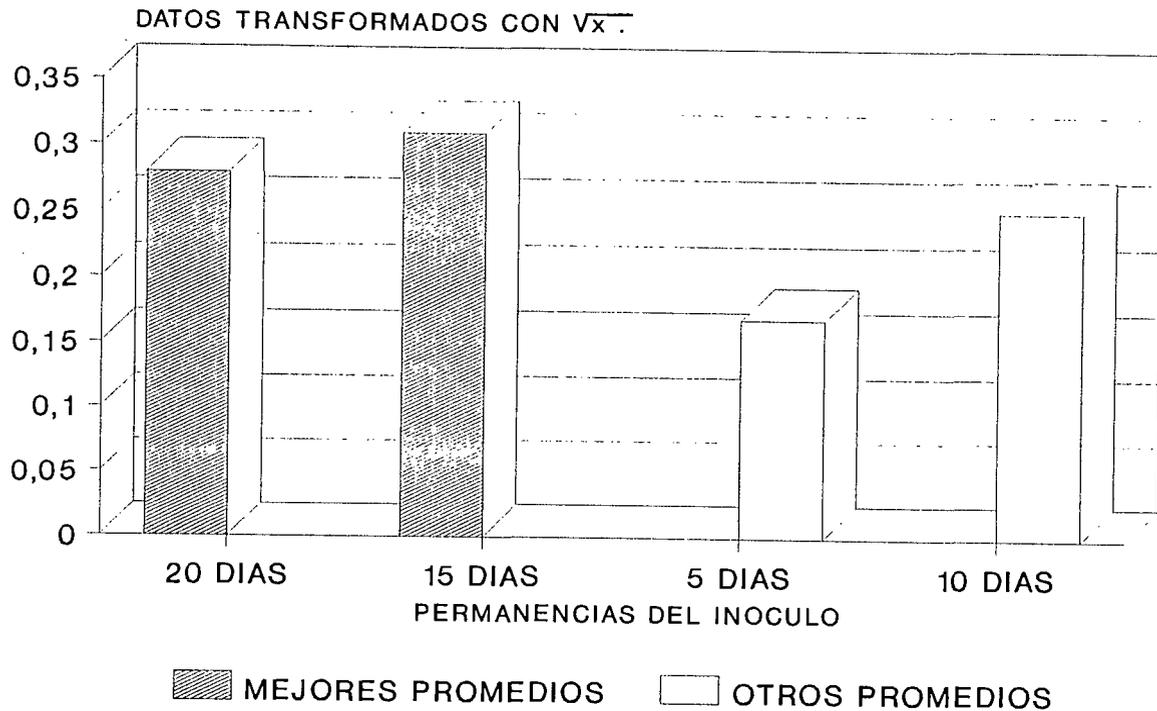


FIG. 14. PRUEBA DE TUKEY PARA PESO SECO
EN INTERACCION CON LAS TRES PERMANENCIAS

La evaluación del peso seco para comparación de tratamientos mediante un ANVA de doble interacción entre la Cantidad de inóculo y Permanencias en días de los mismos (Cuadro 8). Presentó solamente diferencias significativas en las variables principales, tales diferencias estadísticas en las pruebas de Tukey se observaron a favor de las permanencias 15, 20 y 10 días con 38, 35 y 25 % más peso seco respectivamente que la permanencia de inóculos de 5 días. Asimismo, los inóculos conformados por 10 y 15 cochinillas madres presentaron 20 y 19 % más peso seco respectivamente que el inóculo compuesto por 5 cochinillas madres.

Por otra parte el peso seco de cada unidad experimental al dividirse entre el número de cochinillas que lo componían, se tomó como base para definir un criterio de calidad. Con esta nueva información se procedió a realizar un análisis de varianza (Cuadro 9), el cual señaló altas diferencias significativas en las variables principales: Cantidad de inóculo y Permanencias en días; sin embargo, al aplicar la prueba de Tukey no se encontraron diferencias significativas, por lo que se optó comparar las medias con la prueba de Duncan. Mediante esta comparación múltiple de medias, se logró detectar que únicamente la permanencia 15 días manifestó diferencias significativas, las que resultaron a favor de los inóculos conformados por 5 y 10 cochinillas madres mismos que produjeron una calidad superior en 106 y 45% respectivamente que el inóculo compuesto por 15 cochinillas madres. Por otra parte al comparar los promedios de los diferentes inóculos no se encontró significancia estadística en ninguno.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
PERMANENCIA	3	1.9532	0.6511	19.6081 **	2.86	4.38
INOCULO	2	0.8750	0.4375	13.1754 **	3.26	5.25
P x I	6	0.1645	0.0274	0.8252 NS	2.36	3.35
ERROR	35	1.1622	0.0332			
TOTAL	46					

C.V. = 10.76 %

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Cuadro No. 8 ANVA de doble interacción para el peso seco en función a eficiencia de los tratamientos. Datos transformados con $\sqrt{x+1}$.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	0.05 Ft	0.01
PERMANENCIA	3	0.000054	0.000018	6 **	2.88	4.42
INOCULO	2	0.000033	0.000017	5.67 **	3.28	5.29
P x I	6	0.000007	0.000001	0.33 NS	2.38	3.38
ERROR	35	0.000110	0.000003			
TOTAL	46					

C.V. = 31.20 %

** = Altamente significativo

NS = No significativo

Cuadro No. 9 ANVA de doble interacción en función al criterio de calidad de cochinilla. Datos transformados con LOG X+1.

DISCUSION

El estadio NI tuvo su mayor población en el muestreo I, debido a que es el punto máximo de densidad poblacional con que se finaliza la infestación. Posteriormente el número de ninfas decrece paulatinamente, ya que algunas emigran, otras son arrastradas por el viento o mueren por otras circunstancias como por la ruptura de su estilete al efectuar la ecdicis a NII. La ecdicis o muda no ocurre al mismo tiempo en todos los individuos de igual edad en una misma población, es decir, desde que comienzan a mudar las ninfas hasta que finalizan, pueden transcurrir hasta 6 ó 7 días. Debido a ello, el máximo número de NII se presentó en el muestreo III de este estadio, pues en el anterior muestreo aún había más NI que NII y en el muestreo posterior existían menos NII, ya que el estado ninfal iniciaba metamorfosis a estado adulto. La duración promedio de los estadios NI y NII fueron de 45 y 28 días respectivamente. Marín y Cisneros (1977), consignaron que la duración de la NI es de 20 a 23 días y de NII de 13 a 18 días, sin embargo, Portillo y Zamarripa (1990), asentaron que cuando se realiza el cultivo de cochinilla en invierno, se alarga el ciclo biológico, y que la duración del mismo se acorta si se efectúa con mayor temperatura como sucede en la primavera y verano. Quispe (1983), señaló que la alta humedad relativa es otro factor que también alarga el desarrollo del insecto. Lo anterior explica la mayor duración de los estadios de desarrollo del insecto en el presente estudio, ya que el mismo se desarrolló en invierno. Las temperaturas y humedad registradas se presentan en la Figura 15. De los tratamientos que generaron mayor población de NI y NII cabe hacer

resaltar las combinaciones (Días/Inóculo) 20/10 y 15/10, ya que con menos cantidad de madres, produjeron estadísticamente el mismo número que las combinaciones que utilizaron 15 cochinillas como fuente de inóculo. En el estadio NII el tratamiento 20/5 se presentó al mismo nivel estadístico que los tratamientos 20/10 y 15/10, a pesar de haber producido 19 y 9 % menos individuos respectivamente.

La duración promedio del estado de AD fue de 56 días, el cual abarcó desde la muda de NII a AD hasta la aparición de las primeras cochinillas OV, las cuales se detectaron mediante el inicio de la oviposición en la mayoría de éstas. Los tratamientos que produjeron la mayor población en este estado fueron los mismos que se presentaron para el estadio de NII, de entre los cuales nuevamente resalta la combinación 20/5 que ocupó la menor cantidad de inóculo utilizado en el presente experimento. Esta misma combinación se encontró entre los mejores tratamientos al evaluar la población de machos, sin embargo, esta información no presenta importancia alguna en cuanto a producción, ya que los cuerpos de la hembras son las que determinan este aspecto: El mayor número total de cochinillas obtenidas a la cosecha del presente trabajo, se encontró en los tratamientos 20/15, 20/10, 15/15 y 15/10, los que se comportaron como las fuentes de inóculo más óptimas en cuanto a número se refiere. Sin embargo, como se mencionó oportunamente en el apartado de resultados, la permanencia de 20 días con las tres cantidades de inóculo, produjo estadísticamente el mismo número de cochinillas, por lo cual los tratamientos 20/5, 20/10 y 20/15 se colocaron al mismo nivel. Ahora bien, al procurar obtener el mayor beneficio por cochinilla madre de las fuentes de inóculo, se descartan los tratamientos 20/10 y 20/15, ya que requirieron de 5 y 10

cochinillas más que la combinación 20/5. Este último tratamiento ya se había manifestado como excelente fuente de inóculo; sin embargo, es aquí donde se reconoce su eficiencia.

Con base en lo antes mencionado se consideró pertinente que los pesos fresco y seco de las cochinillas colectadas fueran evaluados en función a la eficiencia del inóculo. Con este procedimiento se encontró que ocho tratamientos presentaron la mayor eficiencia en peso fresco (Figura 12), de entre los cuales sobresalieron las combinaciones 15/5 y 20/5, mismas que requirieron el mínimo de inóculo utilizado.

Al observar el comportamiento de la población en cuanto a su desplazamiento y fijación en el cladodio, se notó que el tercio medio del cladodio presentó el mayor peso fresco. Esto puede explicarse a que en este lugar estuvo sujeta la fuente de inóculo, lo que facilitó la mayor fijación de las ninfas migrantes. El tercio inferior presentó mayor peso fresco que el tercio superior, debido a que las ninfas migrantes tendieron más a subir en la superficie del cladodio que a bajar, ya que como se ha mencionado, los cladodios estuvieron colocados a la inversa de como se encuentran originalmente en la planta. Algo similar ocurrió con los datos de peso seco en función a la eficiencia de los inóculos, donde las permanencias 15 y 20 días y las cantidades de inóculo de 5 y 10 cochinillas rindieron el mejor peso seco. De los cuales nuevamente se destacan los tratamientos 15/5 y 20/5 por su excelente rendimiento como fuentes de inóculo. Asimismo, de nueva cuenta el mayor peso se obtuvo en el tercio medio, seguido de los tercios inferior y superior, con lo que se comprueba lo observado para la información ya citada de peso fresco.

Por otra parte al evaluar el peso seco final por tratamientos, se encontró que la mayor producción fue obtenida de las combinaciones 15/10, 15/15, 20/10, 20/15, 10/10 y 10/15, de las cuales se escogen 15/10, 20/10 y 10/10 que ocuparon menos cochinillas madres como fuente de inóculo. Por lo asentado hasta el momento, se observa una tendencia de superioridad del tratamiento 20/5, pues presentó una buena producción en número de cochinillas, una de las mejores eficiencias como fuente de inóculo. Aunque en peso seco final fue superado por los tratamientos 15/10 y 20/10, ya que la producción final de peso seco representa mayor importancia, pues la cochinilla se comercializa en peso seco.

Debido a lo anterior el criterio de calidad de cochinilla presenta un interés creciente día a día y más aún con las actuales economías de mercado mundial de bloques, donde se busca la calidad total. Sobre este aspecto los tratamientos 15/5 y 15/10 presentan la mayor calidad, de los cuales la combinación 15/10 también presentó una de las mejores producciones de peso seco. Al haberse encontrado tan variantes resultados en cuanto a que unos tratamientos rindieron mejor peso seco, otros presentaron mejor eficiencia y otros más mejor calidad, se sugiere utilizar la infestación óptima de acuerdo a lo que se desee cosechar; es decir, si se quiere obtener grana de excelente calidad con buena producción de peso seco, utilizar la fuente de inóculo conformada por 10 cochinillas madres y mantener al mismo por una permanencia de 15 días. Ahora bien, si se desea registrar el mismo beneficio o eficiencia por cochinilla madre, entonces usar la fuente de inóculo de 5 cochinillas por espacio de 20 días.

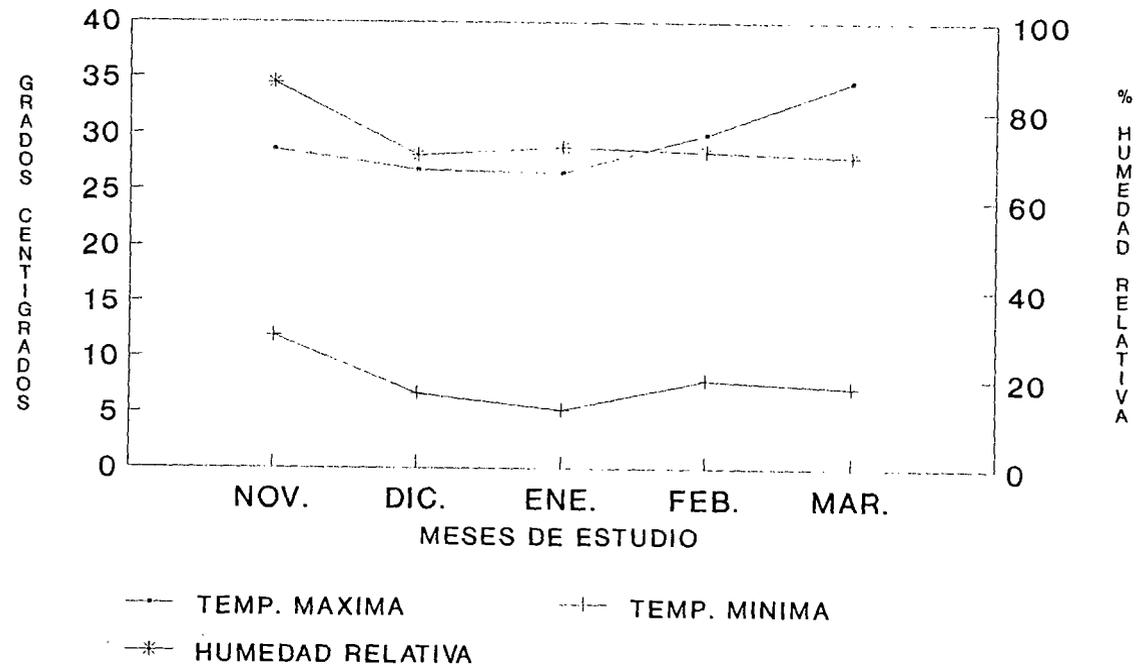


FIG. 15. TEMPERATURAS MAXIMA Y MINIMA PROMEDIO Y HUMEDAD RELATIVA REGISTRADAS.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y bajo las condiciones climáticas en que se desarrolló el presente estudio, se resumen los siguientes puntos:

-Es posible efectuar una óptima infestación de cladodios aislados de acuerdo a lo que se quiera obtener en el momento de la cosecha del insecto, con base en la cantidad y permanencia de la fuente de infestación a utilizar.

-La mayor población de cochinillas se logra con el tratamiento 20/5 (conformado por 20 días de permanencia con 5 cochinillas madres).

-Los tratamientos 15/5 y 20/5 producen la mejor eficiencia de peso fresco y seco por cochinilla madre.

-La mejor producción de peso seco final se obtiene al aplicar las fuentes de infestación conformadas por las combinaciones 15/10, 20/10 y 10/10.

-La calidad más alta de cochinilla se produce con los tratamientos 15/5 y 15/10.

-El tercio medio del cladodio es el más productivo seguido del tercio inferior.

-El desarrollo del ciclo biológico se alarga por efecto de las bajas temperaturas presentes durante el cultivo.

LITERATURA CITADA

- ALZATE y RAMIREZ, J. 1777. Memoria. En que se trata del insecto grana o cochinilla, de su naturaleza y serie de su vida, como también del método para propagarla y reducirla al estado en que forma uno de los ramos más útiles del comercio. In: "La Naturaleza". Soc. Mex. Hist. Nat. 6. 1882-1884:97-151.
- ANONIMO. 1981. Síntesis Geográfica de Jalisco. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F.
- ANONIMO. 1893. Estudio sobre la producción y comercialización de cochinilla y carmín de cochinilla. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Estudios de Planificación y Técnica Aplicada, S. A. Madrid, España.
- 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.
- COMSTOCK, J. H. 1972. An Introduction to Entomology. 9th. Ed. Comstock Publishing Associates. U. S. A. 1064 p.
- CORONADO, R. y A. MARQUEZ. 1982. Introducción a la Entomología. Morfología y Taxonomía de los Insectos. Ed. Limusa. México, D. F. 282 p.

- DAHLGREN, B. 1963. La Grana Cochinilla. Ed. Porrúa. México, D. F. 203 p.
- DE LOTTO, G. 1974. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera:Coccoidea:Dactylopiidae). J. Ent. Soc. Sth. Afr. 37(1):167-193.
- FLORES, V., J. VILCA V., J. TERRY P. y F. VARGAS G. 1986. Efecto de la arquitectura de la "tuna" sobre los rendimientos de la "cochinilla del carmín". In: Resúmenes del Primer Congreso Nacional de Tuna y Cochinilla. Ayacucho, Perú. p. 38-39.
- GUTIERREZ, A. 1972. Nopalnocheztli. Rev. Cact. Suc. Mex. México, D. F. 17(2):51-54.
- 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 R. 1983. I. Familia Dactylopiidae (Homoptera:Coccoidea). Catálogo de Cócidos Mexicanos. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. de Méx. Ser. Zool. México, D. F. 54(1):217-223.

- MARIN, R. y F. CISNEROS V. 1977. Biología y Morfología de la Cochinilla del Carmin, Dactylopius coccus Costa (Homopt.:Dactylopiidae). Rev. Per. Ent. 20(1):115-120.
- MARIN, R. 1986. Factores que deben considerarse en la producción de la "Cochinilla del Carmin" Dactylopius coccus (Costa) en ambientes mejorados. In: Resúmenes del Primer Congreso Nacional de Tuna y Cochinilla. Ayacucho, Perú. p.34.
- OLIVER, L. 1983. La antigua Autlán de la Grana. UNED. Colecc. Temática Jalisciense. México, D. F. 84 p.
- PIÑA, I. 1977. La Grana o Cochinilla del Nopal. Monografías LANFI. México, D. F. No. 1 54 p.
- PIÑA, I. 1981. Observaciones sobre la Grana y sus nopales hospederos en el Perú. México, D. F. Rev. Cact. Suc. Mex. 26(1):10-15.
- PORTILLO, L. y A. ZAMARRIPA F. 1990. Variaciones en la duración del ciclo biológico de la "grana o cochinilla" Dactylopius coccus Costa (Homoptera:Dactylopiidae) en Zapopan, Jalisco. In: Resúmenes del XXV Congreso Nacional de Entomología. Oaxaca, Oax., México. p. 80-81.
- QUISPE, L. 1983. Ciclo Biológico de la cochinilla del cactus Dactylopius coccus Costa, en diferentes épocas del año y en tres pisos altitudinales en Ayacucho. In: Memorias del I Seminario Departamental de Producción y Fomento de la Tuna y Cochinilla. Ayacucho, Perú. p. 44-55.

- REYES, P. 1980. Bioestadística Aplicada. Ed. Trillas. México, D. F. 216 p.
- RODRIGUEZ, R. y L. PORTILLO M. 1989. Especies de Opuntia hospederas de Dactylopius coccus Costa. Rev. QUEPO. Soc. Per. de Cactus y Suculentas. Perú. 3(2-3):49-53.
- SAHAGUN, B. DE. 1829. Historia General de las Cosas de la Nueva España. Ed. Porrúa 1989. México, D. F. p. 698. (1093 p).
- SANTIBAÑEZ, L. 1990. Ciclo Biológico, Cultivo y Aprovechamiento de la Cochinilla del Nopal Dactylopius coccus Costa en el Municipio de Villa Díaz Ordaz, Tlacolula, adscrito al Centro Coordinador Indigenista (INI) Zapoteco del Valle de Oaxaca. Tesis de Licenciatura en Biología. Depto. del Hombre y su Ambiente. Div. C. B. S. UAM-Xochimilco. México, D. F. 149 p.
- SANTIBAÑEZ, T. et al. 1990. Avances en la Investigación Productiva de Grana-Cochinilla. Ed. Secretaria de Desarrollo Rural del Estado de Oaxaca e Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca. Oaxaca, Oax., México. 24 p.
- 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.

APENDICE

La estadística debe ser tomada como una arma extra para llegar a una conclusión, y no como una decisión definitiva, ya que el criterio del evaluador es primordial, pues es quién conoce la evolución del estudio y la esencia del problema al generar la respectiva hipótesis.

Las transformaciones de datos realizados en el presente trabajo fueron necesarias por ser un experimento en el cual se efectuaron conteos de insectos, de acuerdo con lo sugerido por Reyes (1980).

Abreviaturas utilizadas en los análisis estadísticos :

F.V.	Fuente de Variación
G.L.	Grados de Libertad
S.C.	Suma de Cuadrados
C.M.	Cuadrado Medio
F.C.	Factor Calculado
F.t.	Factor tabular
C.V.	Coficiente de Variación