

FACTIBILIDAD DEL CULTIVO DE LA COCHINILLA DEL CARMIN EN ZAPOTLANEJO, JALISCO, MEXICO

Gabriel Álvarez C., Liberato Portillo M. y
Ana Lilia Vigueras G.

Departamento de Botánica y Zoología-CUCBA
Universidad de Guadalajara
Apdo. Post. 139, Zapopan, Jalisco, 45101, México

RESUMEN

Con el fin de conocer la factibilidad del cultivo de cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en Zapotlanejo, Jalisco, México, se evaluaron cuatro métodos de infestación: boliviano, oaxaqueño, peruano y Ricci, los tres primeros conformados por 20 hembras oviplenas (OV), y el último sólo con 6 OV de cochinilla. El experimento se realizó con cinco repeticiones para cada método (tratamiento) y fue analizado estadísticamente mediante un diseño completamente al azar y comparaciones múltiples de medias de Tukey. Se realizó bajo condiciones de cobertizo (nopaloteca) con cladodios separados 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. La infestación con Ricci difirió significativamente del resto de los tratamientos, por lo que no se recomienda su uso en épocas frías. El ciclo biológico del insecto tuvo una duración de 122 días equivalente 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, México.

ABSTRACT

In order to know the possibility to cultivate the cochineal insect (*Dactylopius coccus* Costa) in Zapotlanejo, Jalisco in Mexico, four infestation methods were evaluated: Bolivian, Oaxacan, Peruvian and Ricci, first three having 20 mother females (OV) of the cochineal insect, and the last one just having 6 OV. The experiment was made with five repetitions for each method (treatment) and were analyzed by means of a Statistical Random Design and Tukey's Multiple Range Test. It was carried out under shed conditions (nopaloteca) with separated cladodes from the prickly pear cactus *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller.

The Bolivian, Oaxacan and Ricci methods are feasible to use in order to cultivate the cochineal insect in the zone of study. The Ricci method was significantly different out of the rest of treatments, giving low cochineal production, therefore this infestation method is not recommended to use in cold seasons.

The life cycle of the insect was 122 days, it means 2,025.5 heat units (degree days). It is concluded that the cochineal culture is feasible to carry out in Zapotlanejo, Jalisco, México.

Algunas restricciones sobre aditivos alimentarios, farmacéuticos y cosmetológicos en instituciones sanitarias de países del primer mundo, han prohibido el uso de diversos colorantes sintéticos por ser nocivos a la salud del hombre (Piña, 1977). Esto ha originado que la demanda de los pigmentos naturales se incremente, específicamente aquellos aprobados por las normas de estos organismos reguladores.

Un caso representativo lo constituye la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa), insecto parásito del nopal y productor del ácido carmínico, colorante orgánico de alta calidad, que es aceptado por la Administración de Alimentos y Drogas (FDA por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos (Piña, 1977) y por la Comunidad Económica Europea (EPTASA, 1983).

La situación anterior ofrece una excelente perspectiva para desarrollar de nuevo el cultivo de la cochinilla en México; ya que en el país ésta dejó de cultivarse casi por completo a mediados del siglo pasado (Brana, 1964), esto propició que algunas técnicas de manejo y aprovechamiento se perdieran. Es por ello, que para reactivar la coccidocultura, se ocupa de un soporte de conocimientos mínimos que permitan de nueva cuenta su implantación. Sobre este aspecto se tienen algunos avances, ya que la iniciativa privada, así como varias instituciones de investigación y organismos no gubernamentales, trabajan al respecto; pero hace falta mucho trabajo por realizar, lo que se logrará en gran parte, al encaminar esfuerzos a un punto común.

OBJETIVOS

- 1.- Determinar la factibilidad del cultivo de cochinilla bajo nopaloteca en Zapotlanejo, Jalisco, México.
- 2.- Evaluar el método de infestación más adecuado en penca separada (nopaloteca) para la zona mencionada.

MATERIALES Y METODOS

ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Zapotlanejo se localiza en la zona centro del estado de Jalisco, entre las coordenadas 20° 32' 30" y 20° 45' 17" de latitud norte y los 102° 54' 19" y los 103° 14' 19" de longitud oeste. Tiene una superficie de 643.02 km², lo que representa el 0.8% del la superficie total del Estado. Su altitud promedio es de 1600 m con temperaturas media anual de 19.8°C,

máxima promedio de 28°C y mínima promedio de 12°C. La precipitación media anual es de 916.8 mm, el mes con más lluvia es julio y el menos lluvioso es febrero. El clima en su conjunto se considera semi-húmedo, semi-calido (S.P.P. 1981).

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Se evaluaron los siguientes cuatro métodos de infestación: boliviano, peruano, oaxaqueño conformados por 20 cochinillas ovíparas próximas a ovipositar (OV) y Ricci con 6 OV. Cada uno de los tratamientos contó con cinco repeticiones, lo que arrojó un total de 20 unidades experimentales, constituidas por una penca (cladodio) del nopal *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller de aproximadamente un año de edad. Los cladodios utilizados se dejaron cicatrizar por 42 días luego de ser separados de la planta madre. La técnica de cultivo de cochinilla se desarrolló bajo la modalidad de nopaloteca dentro de un cobertizo con techo de lámina de asbesto de 2 x 2 m de lado por 1.8 a 2 m de altura, los costados al noroeste y sureste cubiertos en la parte superior con plástico para proteger parcialmente a las unidades experimentales de los vientos que soplan en esta dirección. La infestación para los métodos boliviano y peruano consistió en bolsas de tul de 4 x 8 y 5 x 5 cm respectivamente, el método oaxaqueño se efectuó con un cilindro de tejido de palma de aproximadamente 3 cm de diámetro y 10 cm de largo. Dentro de los contenedores de estos tres métodos de infestación se depositaron las OV. El método Ricci consistió en elaborar en el tercio medio del

cladodio, una herida triangular de 2 x 2 x 2 cm por lado y 0.5 cm de profundidad, en la cual luego de cicatrizada, se depositaron las OV. La infestación de los cuatro métodos se inició el 11 de septiembre de 1993 y concluyó después de transcurridos 27 días, fecha en que se recogieron las 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 originada de la población inicial. Finalmente un tercer censo se realizó el 11 de enero de 1994 para contabilizar las hembras ovíparas producidas, mismas que se cosecharon para conocer su peso en fresco y peso en seco luego de deshidratarlas en estufa a 60°C durante 48 horas.

La determinación del contenido de ácido carmínico se realizó con las cochinillas obtenidas para cada método, misma que se efectuó con base en una técnica modificada utilizada en Perú (Vigueras, 1992), que consiste en lo siguiente:

- 1.- En un mortero se pulveriza la cochinilla limpia.
- 2.- Una vez obtenido este polvo se pesan 100 mg y se diluye en 30 ml de ácido clorhídrico al 2N aplicando calor.
- 3.- Se enfría a temperatura ambiente y se afora a un litro con agua destilada.
- 4.- La solución se tamiza en papel filtro de porosidad fina, y se eliminan los primeros 200 ml de solución, para tomarse

los siguientes 30 ml como muestra de lectura.

5.- La lectura se realiza en un espectrofotómetro de luz blanca con una absorvancia de 494 nm.

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

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

En donde : A = absorvancia de la muestra

1.39 = absorvancia del ácido carmínico a 100%.

Todos los datos obtenidos se evaluaron con base en el método estadístico diseño completamente al azar y comparación múltiple de medias de Tukey con apoyo en Statgraphics (Gutiérrez-Pulido, 1996). Los análisis de varianza fueron de doble interacción entre los factores tratamientos (métodos) y caras de infestación de los cladodios.

Se decidió realizar el estudio en la fecha ya señalada, porque es una época determinante para el desarrollo del insecto, pues se ha observado en la práctica que si la cochinilla sobrevive en una determinada región cuando las temperatura son bajas, el resto del año es más probable su sobrevivencia. Dado lo anterior se decidió registrar durante el estudio la humedad relativa así como las temperaturas máxima y mínima, estas últimas se utilizaron para calcular las unidades calor de acuerdo a Snyder (1985).

RESULTADOS

El análisis de varianza (ANVA) aplicado al número de ninfas I (NI) indicó alta significancia entre los cuatro métodos de infestación (cuadro 1). Al realizar la prueba de Tukey, los métodos boliviano, peruano y oaxaqueño se encontraron diferentes al tratamiento del método de infestación Ricci (fig. 1).

De la misma forma se encontró que el ANVA para el número de machos (MA) indicó alta significancia (cuadro 1) y de nuevo se reconoció en forma significativa que el tratamiento con método Ricci fue diferente (fig. 1).

El número de oviplenas (OV) colectadas presentó también alta significancia en el ANVA (cuadro 1) 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 (fig. 1).

La sobrevivencia no indicó significancia entre los diferentes tratamientos evaluados (cuadro 1), por lo que no fue necesario aplicar prueba de Tukey.

En el ANVA para el peso fresco (cuadro 2) así como en la prueba de Tukey (fig. 2), se observó una conducta similar a la registrada por el número de OV.

Para el peso seco se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos así como para el factor "caras", cabe resaltar que es el único ANVA que resultó significativo para este último factor (cuadro 2). El resultado de la prueba de Tukey para el factor "tratamientos", fue bastante parecido al encontrado en 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. (fig. 2).

El peso seco promedio presentó diferencias significativas para el factor "métodos" (cuadro 2) y según la prueba de Tukey, los tratamientos con mayor peso seco promedio fueron los métodos Ricci y peruano (fig. 3).

El ANVA aplicado para el contenido de ácido carmínico indicó significancia al 5% (cuadro 2). De acuerdo con la prueba de Tukey se determinó que los métodos boliviano, peruano y oaxaqueño produjeron estadísticamente el mismo contenido de ácido carmínico. Nuevamente el método Ricci se comportó diferente al resto de los tratamientos, ya que produjo menos contenido del mencionado ácido (fig. 4).

DISCUSIONES

La población de ninfas I, machos y oviplenas mantuvo un comportamiento bastante similar, siendo el método Ricci 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 en condiciones iguales.

Lo antes expuesto demuestra que la limitada 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 esta desventaja haya sido influenciado por las bajas temperaturas presentes durante la realización del estudio (fig. 5), pues con excepción del método Ricci, los demás métodos de infestación aquí evaluados

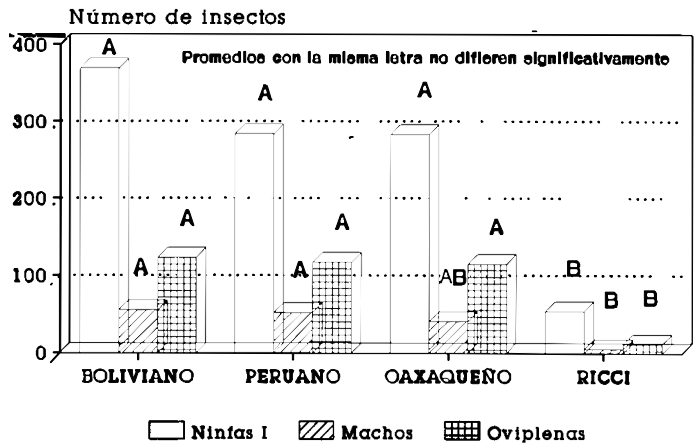


Figura 1. Prueba de Tukey para el número de ninfas machos y ovipuestas

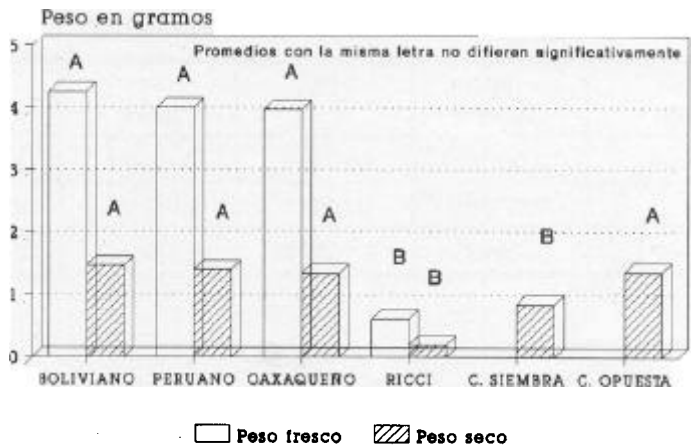


Fig. 2. Prueba de Tukey para el peso fresco, peso seco y diferencias entre las caras de los cladodios.

Cuadro 1. Análisis de Varianza aplicado al número de ninfas I (NI), machos (MA), oviplenas (OV) y a la sobrevivencia (SO).

Fuente de variación	NI Pr > F	MA Pr > F	OV Pr > F	SO Pr > F
Tratamientos	0.0025**	0.0044**	0.0066**	0.0739NS
Caras	0.8645NS	0.6236NS	0.1625NS	0.1121NS
Interacción	0.8784NS	0.1607NS	0.5252NS	0.6293NS

*= significancia al 0.01

NS= No significativo.

Cuadro 2. Análisis de Varianza aplicado al peso fresco (PF), peso seco (PS), peso seco promedio (PP) y contenido de ácido carmínico (AC).

Fuente de variación	PF Pr > F	PS Pr > F	PP Pr > F	AC Pr > F
Tratamientos	0.0019**	0.0018**	0.0211 *	0.0240 *
Caras	0.0770NS	0.0396 *	0.9856NS	0.5064NS
Interacción	0.7994NS	0.7638NS	0.3788NS	0.5588NS

**= significancia al 0.01

* = significancia al 0.05

NS= No significativo.

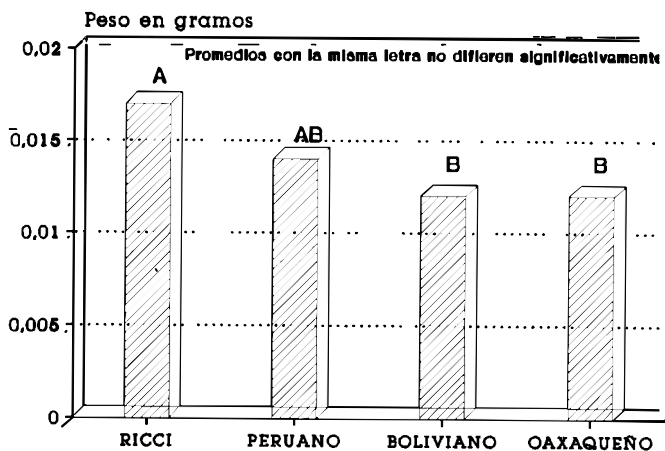


Fig. 3. Prueba de Tukey para el peso seco promedio (peso por cochinilla).

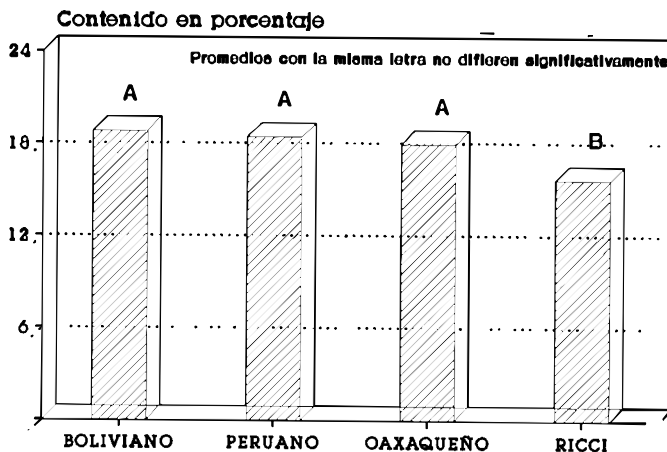


Fig. 4. Prueba de Tukey para el contenido de ácido carmínico en los diferentes tratamientos.

utilizan un contenedor o "nido", en el que se depositan las cochinillas ovíparas (OV) dentro del cual existe mejor protección contra el ambiente adverso durante la etapa de infestación. En cambio con el método Ricci las OV y sus ovipositorias estuvieron más expuestas a la acción de las temperaturas bajas.

Otro factor que pudo interferir en la baja población de cochinillas obtenida del método, es la diferencia numérica de OV usada como fuente de inóculo, pues mientras que para este método fue de 6 OV, para los otros tres métodos se utilizaron 20 OV. Sin embargo, éste último no debe de contemplarse como un hecho, ya que en experiencias anteriores (Portillo, *et al.*, 1992; Portillo y Viguera, 1994), se ha observado que el método Ricci con menor número de OV demostró tener mayor ventaja contra el método Peruano aún cuando se compararon niveles de infestaciones de más del 50% a favor de este último. Al parecer, debió de estar otro factor involucrado en la baja población generada por el método Ricci, quizá pueda explicarse en parte por la esterilidad que ocurre en una de cada 10 cochinillas hembras (Flores, *et al.*, 1986), o más 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.

Por lo anterior se sugiere utilizar el método de infestación Ricci en época más cálida del año, por lo que para época fría, de acuerdo a lo observado, se deberá de utilizar alguno de los métodos de infestación que utiliza soporte o "nido", mismos que proporcionan mayor protección a las OV y a

sus crías.

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 cara de los cladodios que más peso seco generó, fue la opuesta a donde se colocaron las fuentes de inóculo. Esta conducta se debió sin duda, a que las cochinillas en estado migrante prefirieron en mayor proporción la cara opuesta para fijarse, ya que este lado ofreció mayor protección del viento proveniente del noroeste hacia las caras de infestación que estuvieron en tal posición.

Hasta este punto, los métodos peruano, boliviano y oaxaqueño se han destacado estadísticamente; sin embargo, falta aún discutir otros aspectos que están involucrados directamente con la calidad del producto, como es el peso seco promedio (peso seco por cochinilla), que proporciona información que se puede relacionar con el tamaño del insecto y su calidad mediante el sistema descrito por Palomino y Navarro (1988). Asimismo, otro factor involucrado en la calidad es su contenido de ácido carmínico, principio colorante que interesa conocer para la comercialización.

De acuerdo a lo anterior, se observó que el mejor peso seco promedio por cochinilla lo proporcionaron los métodos Ricci y peruano, pero dado que el primero no funcionó adecuadamente, en el presente trabajo se eliminó, por lo tanto, resta

solamente el método peruano como uno de los tratamientos que produjo el peso promedio más alto y por ende cochinilla de mayor tamaño, estadísticamente superior que los otros dos métodos (boliviano y oaxaqueño). Es conveniente resaltar que el método Ricci debe ser considerado para futuras infestaciones, ya que en otra temporada de cultivo más cálida, puede ser utilizado para producir cochinilla.

La causa de que el tratamiento boliviano haya generado cochinilla de calidad inferior al primer nivel de significancia que el peruano, se debió a que este método presentó un número superior de cochinillas posiblemente influenciado por la mayor área de contacto de la fuente de inóculo con el cladio hospedante. Este mayor número de cochinillas presentaron un peso seco promedio menor, que alcanzó a ser detectado diferente significativamente.

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 presentó calidad superior al mostrar promedios estadísticamente superiores en los dos factores de calidad.

De acuerdo a lo anterior, 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: cada penca de nopal produjo 1.463 g de cochinilla seca, lo que significa que en 1,025 pencas podría obtenerse 1.5 kg; ahora bien, si se considera un cobertizo de 3 x 3 m de lado por 2 m de

alto en el cual se alojara una nopaloteca de cuatro niveles con tres pasillos de 1 m de ancho cada uno, éste tendría una capacidad de 1,440 pencas por ciclo de cultivo. Las cuales generarían 2.107 kg de cochinilla seca, pero como en promedio al año se pueden obtener 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 \$50.00 dólares americanos por kilogramo (que puede ser mayor), se obtendría entonces aproximadamente \$2,496.40 pesos mexicanos (equivalencia de un dólar americano a \$7.90 pesos mexicanos), ingreso que sería paralelo a las actividades del campesino que realice la coccidocultura. Además hay que considerar que una hectárea plantada de nopal para cochinilla puede generar suficientes pencas (cladodios) para 10 cobertizos de este tipo, lo que representaría una generación potencial de \$24,964.00 pesos mexicanos al año. Sin embargo, la idea del presente trabajo no es tratar de cambiar los cultivos ya establecidos 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 el cultivo de grana cochinilla.

CONCLUSIONES

Con base en lo discutido se puntualiza lo siguiente:

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

DUGESIANA

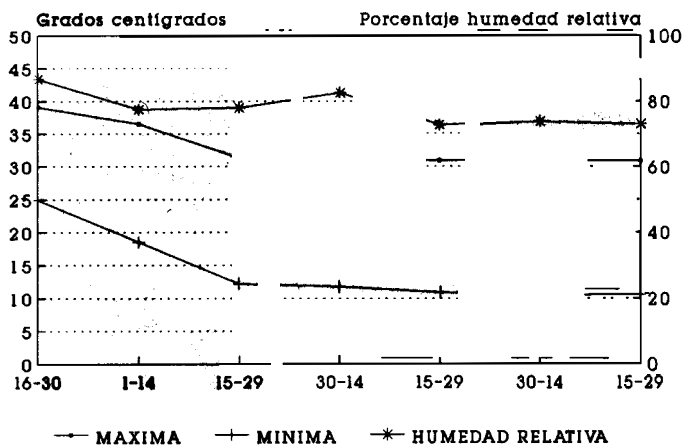


Figura 5. Temperatura máxima y mínima y humedad relativa registradas cada quince días de septiembre a diciembre.

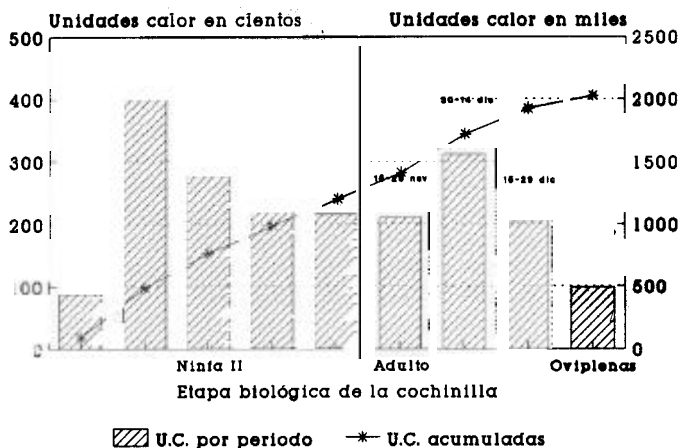


Figura 6. Acumulación de unidades calor (U.C.) durante el desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla.

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

3.- La técnica de infestación más recomendable para el cultivo de la cochinilla en el presente trabajo resultó ser el método peruano.

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

5.- El ciclo biológico tuvo una duración de 122 días (2,025.5 unidades calor) (fig. 6), por lo que se le considera más largo respecto de lo observado. En época cálida se acorta su ciclo ya que se acumulan más rápido las unidades calor que requiere el insecto.

El alargamiento en la duración del ciclo biológico se debió principalmente a las bajas temperaturas en que se desarrolló el presente estudio, pues en la práctica se ha observado que en épocas cálidas las etapas biológicas del insecto se acortan, incluso a menos de 90 días que es el promedio registrado por diversos autores en diferente tiempo y espacio (Piña, 1977; Quispe, 1983; Rodríguez y Portillo, 1989; Portillo y Zamarripa, 1990; Flores y Tekelenburg, 1995; Flores, 1995; Méndez y col., 1995; Tekelenburg, 1995).

LITERATURA CITADA

- Brana, D. 1964. Cochineal: aboriginal dyestuff from Nueva España. En: Memorias del XXXVI Congreso Internacional de Americanistas. Department of Geography. The University of Texas, Austin, Texas. p.77-91.
- Estudios de Planificación y Técnica Aplicada, S.A. (EPTASA). 1983. Estudios sobre la producción y comercialización de cochinilla y carmín de cochinilla. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
- Flores, F. V. 1995. Crianza de la cochinilla en Sudamérica. En: Pimienta-Barrios, E. C. Neri-Luna, A. Muñoz-Urías y F. M. Huerta-Martínez (Comp.). Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Memorias del 6to. Congreso Nacional y 4to. Congreso Internacional. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. p.35-41.
- Flores, F. V., J. Vilca y F. Vargas G. 1986. Número de Cochinillas y días óptimos de permanencia del inóculo en cladodios para la infestación de tunales. En: Resúmenes del Primer Congreso Nacional de Tuna y Cochinilla. Ayacucho, Perú. p.40-41.
- Flores, F. V. y A. Tekelenburg. 1995. Dacti (*Dactylopius coccus* Costa) dye production. En: Agroecology, cultivation and uses of cactus pear. Plant production and protection paper 132. International Technical Cooperation Network on Cactus Pear, Food and Agriculture

- Organization, Roma, Italia. p.167-185.
- Gutiérrez, P. H., P. Gutiérrez G. y O. Camacho C. 1996. Análisis estadístico por computadora, Statgraphics. Ediciones Aleph, Guadalajara.
- Méndez, G. S. J., J. Vera G., H. Bravo M. y J. López C. 1995. Efecto de la temperatura sobre algunos parámetros de crecimiento poblacional de hembras de *Dactylopius coccus* (Homoptera:Dactylopiidae). En: Pimienta-Barrios, E. C. Neri-Luna, A. Muñoz-Urias y F. M. Huerta-Martínez (Comp.). Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Memorias del 6to. Congreso Nacional y 4to. Congreso Internacional. Universidad de Guadalajara, Guadalajara, p.42-47.
- Palomino, M.R. y A.W. Navarro. 1988. El cultivo de la tuna y la propagación de la cochinilla. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanaga. Ayacucho.
- Piña, . 1977. La Grana o Cochinilla del Nopal. Monografías LANFI No.1, México, 54 p.
- 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. En: Resúmenes del XXIX Congreso Nacional de Entomología y Asamblea Anual de la Southwestern Branch-ESA. Monterrey.
- Portillo M. L., A. 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, Edo. de México. p. 77-78.
- Portillo M. 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. En: Resúmenes del XXV Congreso Nacional de Entomología. Oaxaca. p. 80-81.
- Quespe, L. 1983. Ciclo biológico de la cochinilla del cactus *Dactylopius coccus* Costa, en diferentes épocas del año y en tres pisos altitudinales en Ayacucho. En: Memorias del I Seminario Departamental de Producción y Fomento de la Tuna y Cochinilla. Ayacucho, Perú. p. 44-55.
- Rodríguez, M.I. y L. Portillo M. 1989. Especies de Opuntia hospederas de *Dactylopius coccus* Costa. *Quepo, Soc. Per. Cact. Suc.* 3(2-3):49-53.

Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.). 1981. Síntesis Geográfica de Jalisco. México.

Snyder, R.L. 1985. *Hand calculating degree days. Short communication.* Agricultural and Forest Meterology, 35:353-358. Elver Science Publishers.

Tekelenburg, A. 1995. La producción de cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en ambientes semi-controlados. En: Pimienta-Barrios, E. C. Neri-Luna,

A. Muñoz-Urias y F. M. Huerta-Martínez (Comp.). Conocimiento y Aprovechamiento del Nopal. Memorias del 6to. Congreso Nacional y 4to. Congreso Internacional. Universidad de Guadalajara, Guadalajara. p.48-55.

Vigueras, 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, Guadalajara.

recibido: 21 de octubre de 1996

aceptado: 4 de noviembre de 1996