

IDENTIFICACIÓN, BIOLOGÍA Y ADAPTACION DE LA COCHINILLA SILVESTRE *Dactylopius opuntiae* (Homóptera:Dactylopiidae) A LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE BERMEJILLO, DURANGO.

B. E. Romero López ¹; A. Flores Hernández ¹; E. Santamaría César ¹;
J. C. Salazar Torres ²; M. Ramírez Delgado ³, A. Pedroza Sandoval ¹

¹URUZA-UACH, Bermejillo, Durango. ² Departamento de Parasitología Agrícola-UACH, Chapingo, México; ³ INIFAP-CAELALA Matamoros, Coahuila.

RESUMEN. La cochinilla silvestre posee características que ofrecen perspectivas de aprovechamiento como fuente de carmín y para el mejoramiento genético de la grana fina. Se estableció en el año 2000 una cohorte de 111 insectos criados sobre *Opuntia megacantha* Salm Dyck para determinar algunos aspectos biológicos; además de un estudio para determinar la presencia de partenogénesis en hembras bajo tres tratamientos: con dos machos, sin machos y en apareamiento natural en un Diseño de bloques al azar. La especie fue identificada como *Dactylopius opuntiae* y en general su biología fue similar a la de la grana fina. La duración de los estados biológicos depende del sexo del insecto, el adulto hembra duró 38.4 días y 4.2 días para machos, los primeros estadios ninfales fueron similares en duración (18-19.8 días). El ciclo biológico de las hembras fue de 77 días mientras que el de los machos 43 días. Para las hembras se estimó un periodo de preoviposición de 18.8 días, manteniéndose en oviposición durante 21 días con un promedio de 131 insectos por hembra. La proporción sexual hembras:machos fue 1:1. El tipo de reproducción fue predominantemente sexual, aunque hubo hembras partenogénicas. Las tablas de vida y curvas de supervivencia mostraron alta mortalidad durante el primer estadio. Aproximadamente un 66% del total de insectos alcanzó el estado adulto.

Palabras clave: *Cochinilla, carmín, reproducción, supervivencia, opuntiae.*

SUMMARY. The wild cochineal insect holds exploitation perspectives as a source of carmine cochineal powder and for genetic cochineal improvement. A sample of 111 insects were placed on prickly pear (*Opuntia megacantha* Salm Dyck) to determine some biological aspects. A completely randomized blocks design was used to determine the presence of parthenogenesis in females under three treatments: with two males, without males and natural mating. The wild cochineal species was *Dactylopius opuntiae*; in general, its biology was similar to the true cochineal insect. The duration of the stages depends on the sex of the insect: in the adult phase it was 38.4 days for females and 4.2 days for males, the first and second instar were of similar duration (18-19.8 days). Biological cycles of females was 77 days and for males 43 days, with sexual laying mostly, although there were parthogenic females. The sexual ratio of female: male was 1:1. Reproduction was during first instar. About 2/3 of the total insects reached the adult stage.

Key words: *Cochineal, carmine, reproduction, survival, opuntiae.*

INTRODUCCIÓN

Desde tiempos antiguos se han distinguido dos tipos de cochinilla: la fina o cultivada y la silvestre o corriente. Ambas parasitan al género *Opuntia* y *Nopalea* (Ferris, 1955). Las hembras grávidas de grana fina han sido utilizadas como fuente natural para la obtención de carmín, colorante que ha recobrado importancia al descubrirse que los colorantes artificiales son agentes cancerígenos. Sus aplicaciones son diversas en la industria cosmética, alimenticia, farmacéutica, textil, etc. (Vigueras y Portillo, 1997). La grana fina es la cochinilla comercial y la silvestre ha sido utilizada

ocasionalmente debido a su baja concentración y calidad del colorante.

La importancia económica de las cochinillas silvestres en algunos países sudafricanos ha sido como biocontrol de poblaciones de *Opuntia* Morán y Zimmerman (1991). Sin embargo, poseen características afines y distintivas que ofrecen perspectivas de aprovechamiento como fuente del colorante carmín y para el mejoramiento genético de la grana fina (Aquino, 1991).

Ferris (1955), ubica a las cochinillas en la familia Dactylopiidae dentro del cual se encuentra el género

Dactylopius con ocho especies silvestres además de la grana fina (De Lotto, 1974) distribuidas a nivel mundial, taxonómicamente se considera uno de los insectos más difíciles de clasificar (Zimmermann, 1948). La biología de este tipo de escamas, como también son llamadas, es similar. No obstante, la información sobre aspectos biológicos importantes tales como el tipo de reproducción, duración del ciclo biológico es muy variable.

En cochinilla fina se han encontrado repuestas diferentes en cuanto al fenómeno de partenogénesis, que es muy común en la superfamilia Coccoidea a la cual pertenecen. Además la presencia de dicho fenómeno se ve influenciado por factores del medio como la temperatura que también tiene efectos importantes en aspectos relacionados con la duración del ciclo biológico, proporción de sexos, supervivencia y mortalidad de diversas especies del género *Dactylopius* (Mann, 1969; Marín y Cisneros, 1977; Cruz, 1990, Santibañez, 1990; Méndez, 1992). En cochinilla fina (*D. coccus* Costa) Méndez (1992), señala que cuando aumenta la temperatura: 1) la duración del ciclo tiende a disminuir. Sin embargo, la probabilidad de que los individuos lleguen al estado adulto es menor, 2) se incrementa el establecimiento de ninfas, y 3) el número de machos tiende a disminuir. En *D. austrinus* Hosking (1984), encontró que el número de huevecillos depositados por hembra fue mayor a temperaturas de 27.5° C; a partir de esta disminuyó hasta alcanzar su punto más bajo a 34° C. Hay teorías que explican que la determinación sexual en cóccidos puede ser alterada por cambios en la condición fisiológica del huevo, como las causadas por temperaturas no óptimas y retraso en el apareamiento (Nur *et al.*, 1987).

Existen otros factores que influyen en el establecimiento de la grana dentro de los cuales se encuentran el hospedante y depredadores o parásitos (Flores *et al.*, 1985 y Bátiz, 1987). En cuanto a características del hospedante se consideran de importancia: susceptibilidad, estado nutricional, edad y orientación del cladodio, (Lazos, 1987; Méndez *et al.*, 1990; Marín, 1985; Montiel, 1992). Por otro lado han sido señalados como enemigos de la grana a algunos lepidóteros (Eisner, 1980) y coleópteros (Mann, 1969).

En la Comarca Lagunera se tiene conocimiento de la presencia de grana silvestre, la cual no ha sido debidamente estudiada. En el presente trabajo se pretende dar a conocer las características particulares de esta especie bajo las condiciones de clima cálido-seco prevalecientes en la región.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de insectos bajo condiciones semicontroladas de temperatura y luminosidad natural parcial, en la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas-UACH, situada en Bermejillo, Durango; enclavada dentro de la Comarca Lagunera.

Identificación taxonómica

Se colectó grana silvestre que prosperaba en el vivero de nopal de la URUZA y se preservó en alcohol al 70%. En laboratorio el trabajo consistió básicamente en dos fases: Montaje e Identificación del material colectado. El montaje se realizó con el método de montaje para cóccidos propuesto por Hamon y Kosztarab (1979) y descrita por Solís (1993). La identificación se realizó en el departamento de Parasitología Agrícola-UACH, se utilizaron las claves de Howell, J.O y M.L. Williams (1976), Ferris (1955) y De Lotto (1974) que corresponden a familias, géneros y especies, respectivamente. Se examinaron bajo microscopio compuesto un total de 73 laminillas de hembras adultas. El trabajo de identificación fue supervisada por el Dr. José Cruz Salazar Torres y se corroboró con el M.C. Juan Fernando Solís.

Aspectos biológicos

Se estableció un pie de cría bajo condiciones semicontroladas a partir del otoño de 1999, con lo que se tuvieron dos generaciones de grana hasta el inicio del experimento en el mes de Febrero del año 2000. El hospedante utilizado consistió de cladodios anuales del cv 68 de *Opuntia megacantha* en donde previamente se había observado mejor desarrollo del insecto bajo la modalidad de pencas suspendidas. La cohorte inicial consistió de 111 insectos para determinar tablas de vida, duración de estados, ciclo biológico, diferenciación y proporción sexual, preoviposición, inicio y periodo de oviposición. Para aislar a las ninfas se construyeron jaulas de tres diferentes tamaños con vasos de plástico del número cero (jaula tipo 1), #8 (jaula tipo 2) y #16 (jaula tipo 3), cerrados en un extremo con tela organza y adheridos a las pencas con silicón y/o cera de campeche. La cohorte en conjunto fue aislada en jaulas tipo 2, que al siguiente día se retiraron al disminuir el movimiento de las ninfas. A partir de ese momento se realizaron conteos y observaciones cada tercer día llevando registro de cada individuo en particular utilizando microscopio estereoscopio o en su defecto lupa de 4 aumentos.

En la duración de estados se consideró un diseño completamente al azar con 6 tratamientos de naturaleza factorial, el factor uno fue sexo (hembra y macho), el factor dos estado biológico (ninfa I, ninfa II y

adulto), la duración de estados biológicos se determinó con la ocurrencia de las mudas. La proporción de hembras:machos se hizo en la diferenciación sexual, es decir al momento de formación de cocones por parte de los machos y el aumento en tamaño de las hembras. En el caso de aspectos propios de las hembras como el inicio de oviposición, se tomó con la aparición de la primera ninfa cercana a la madre; preoviposición con la diferencia del inicio de oviposición y el tiempo al que quedan grávidas las hembras; finalmente la oviposición se consideró en el periodo de inicio de oviposición y la aparición de la última ninfa ovipositada.

En la determinación de la presencia de partenogénesis se utilizó un diseño experimental de bloques al azar completos con cuatro bloques de 20 hembras por cada uno. Los tratamientos consistieron de: T1) hembras con adición de dos machos, 2) hembras sin adición de machos y T3) Hembras de apareamiento natural como testigo. Los machos fueron colocados antes de su emergencia del cocón. Al empezar la oviposición las hembras fueron desprendidas de las pencas y colocadas en vasos de unicel # 114 para realizar conteos de la prole de cada hembra.

Parámetros poblacionales

Respecto a los parámetros poblacionales fueron calculados como describe Vera *et al* (1997): tasa de mortalidad, esperanza media de vida, tasa de supervivencia y se construyeron las curvas de supervivencia en donde el número de sobrevivientes corresponde a las abscisas y el intervalo de edad a las ordenadas para hembras y machos y en forma conjunta. Los estadísticos contenidos en las tablas de vida para cada sexo se estimaron a partir de la proporción de hembras:machos obtenida al final de la diferenciación sexual de esta cohorte.

El análisis estadístico para duración del ciclo biológico, diferenciación sexual, y oviposición en general se hizo en el programa SAS mediante el procedimiento PROC MEANS. Para las variables duración de estadíos y proporción sexual se realizó un análisis de varianza. Para determinar el tipo de reproducción se realizó un análisis de varianza no paramétrico.

DISCUSION Y RESULTADOS

Identificación de especie

La grana silvestre se identificó como *Dactylopius opuntiae* distribuida en la localidad de Bermejillo, Durango, con base en los rasgos de la hembra adulta distinguibles en la región dorsal: setas con ápice truncado de dos tamaños, presencia de algunos poros en el margen externo de los espiráculos torácicos posteriores y la agrupación de racimos en los últimos tres segmentos abdominales.



Figura 1. Esquema de *Dactylopius opuntiae*
Tomado de De Lotto (1974)

De manera general la biología de la grana silvestre es similar a la de la grana fina. La hembra es de metamorfosis incompleta y el macho de metamorfosis completa. Los instares ninfales son de color rojo que se diferencian por la secreción pulverulenta similar al talco y por la abundancia de filamentos blancos, así como por el aumento en tamaño conforme avanza su desarrollo.

Duración de eventos biológicos

El análisis de varianza de la duración de estados mostró alta significancia ($P=0.0001$) para la interacción sexo*estado biológico, ello indica que la duración de los estados depende del sexo del insecto (Cuadro 1). Así mismo la prueba Tukey indica diferencias altamente significativas ($\alpha=0.05$) solo en la fase adulta que dura en promedio 38.4 días para hembras y 4.2 días para machos. (Cuadro 2 y Figura 2).

Los dos instares ninfales duran 18 a 19.8 días, estos resultados concuerdan con lo obtenido por Velasco y García, (1988) para *D. coccus* Costa en la cual la duración de la ninfa I en hembra es de 14 a 19 días, en el macho se reportan 18 a 22 días. Sin embargo Méndez (1992) obtuvo una duración de 31 días de duración en promedio del primer instar ninfal para la grana fina. En este estudio promedio de la duración del ciclo biológico en las hembras fue de 77 días y en los machos fue de 43.3 días. Lo anterior es semejante a lo obtenido por Cruz (1990), que estudio a la grana fina y encontró que el adulto hembra dura entre 35 y 42 días y que el macho adulto es de vida efímera pues sólo vive de 3-4 días.

Cuadro 1. Análisis de Varianza ($\alpha=0.05$) para la variable duración en días de los estados biológicos de *Dactylopius opuntiae* criados bajo condiciones semicontroladas en Bermejillo, Durango (Febrero-Mayo del 2000)

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Valor de f | Pr >f |
|-----------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|--------|
| Sexo | 1 | 7317.3422 | 7317.3422 | 241.05 | 0.0001 |
| Estadio | 2 | 274.1200 | 137.0600 | 4.52 | 0.0119 |
| Sexo*estado biológico | 2 | 15570.0344 | 7785.0172 | 256.46 | 0.0001 |
| Error | 228 | 6921.3132 | 4654.9437 | | |
| Total | 233 | 30195.9316 | 30.3562 | | |

$r^2=0.7708$

Cuadro 2. Agrupamiento Tukey para los 6 tratamientos de naturaleza factorial

| Tratamiento | Numero de observaciones | Media | Agrupamiento Tukey |
|-------------|-------------------------|--------|--------------------|
| T6 | 40 | 38.425 | a |
| T4 | 40 | 19.800 | b |
| T2 | 38 | 19.368 | b |
| T1 | 38 | 19.184 | b |
| T5 | 40 | 18.075 | b |
| T3 | 38 | 4.184 | c |

T1: Duración de ninfa de primer instar en machos, T2: Duración de ninfa del segundo instar en machos, T3: Duración de adulta en machos, T4: Duración de ninfas de primer instar en hembras, T5: Duración de segundo instar en hembras y T6: Duración de adulto en hembras. * Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($\alpha=0.05$)

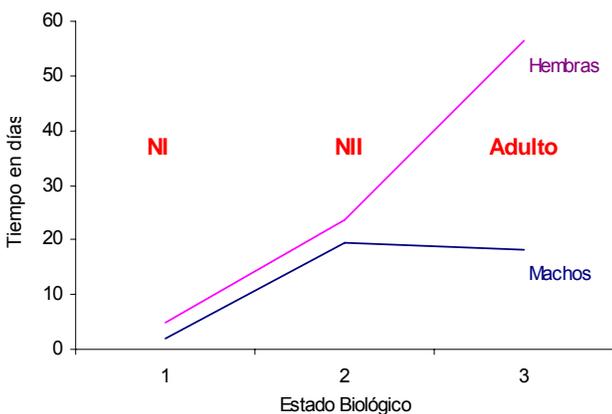


Figura 2. Gráfica de la duración de estadíos de hembras y machos de *Dactylopius opuntiae* criados en pencas de *Opuntia megacantha* Salm Dyck.

La diferenciación sexual del macho ocurrió siete días después de la primera muda, su emergencia fue paralela a la segunda muda en hembras. El periodo de preoviposición estimado fue de 18.8 días, la oviposición se mantuvo por 21 días con un promedio de 131 insectos ovipositados. El resultado obtenido se apoya en Méndez (1992), al afirmar que en grana cultivada existe cierta

sincronización entre la emergencia del macho y la ocurrencia con la segunda muda de las hembras, la cual ha sido señalada por Marín y Cisneros (1977) como el inicio de la receptividad de las mismas.

Proporción sexual

Puesto que no se encontraron diferencias significativas ($P=0.7$; Cuadro 3 y 4) en la cantidad de hembras y machos, generadas por 7 hembras, se considera una proporción sexual 1:1 misma que fue encontrada por Cruz (1990) en cochinilla cultivada y por Gilreath y Smith (1987) en *D. confusus* a 22 y 26° C. Cruz (1990) menciona que la variabilidad en la proporción sexual puede ser debida a factores como alimentación, técnica de infestación y manejo, entre otros. Marín y Cisneros (1977), estudiando a la *D. coccus* Costa encontraron que el número de hembras aumenta al pasar de condiciones de laboratorio a condiciones de campo.

Reproducción

El análisis de varianza (Cuadro 5) muestra efecto por tratamiento. La diferencia altamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 6) hace pensar que no se presenta el fenómeno de partenogénesis común en la superfamilia Coccoidea (Miller, 1976). Sin embargo hubo descendencia en el

Cuadro 3. Análisis de Varianza para la variable insectos hembras y machos ovipositados por 7 hembras criadas bajo condiciones semicontroladas en Bermejillo, Durango (Febrero-Mayo del 2000)

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Valor de f | Nivel de significancia |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|------------------------|
| Hembra | 6 | 2676.7143 | 446.1190 | | |
| Sexos | 1 | 8.6428 | 8.6428 | 0.16 | 0.7046 |
| Error | 6 | 327.8571 | 54.6429 | | |
| Total | 13 | 3013.2143 | | | |

$r^2=0.8912$

Cuadro 4. Número promedio de hembras y machos generados por siete hembras criadas bajo condiciones semicontroladas en Bermejillo, Durango (Febrero-Mayo del 2000)

| Sexo | Numero de observaciones | Media | Desviación estándar |
|---------|-------------------------|---------|---------------------|
| Machos | 7 | 22.5714 | 16.4099 |
| Hembras | 7 | 24.1428 | 15.2143 |

tratamiento donde no se adicionaron machos por lo que se consideran hembras partenogénicas. Dado que las variables rangueadas modifican las medias originales de los tratamientos, para efecto de conocer el número promedio de descendientes de cada tratamiento se obtuvieron las medias originales provenientes de un análisis estadístico paramétrico. Así el promedio de insectos crías ovipositadas por las hembras a las que se les colocó dos machos fue de 154.8; las de

apareamiento natural generaron 131.2 insectos, mientras que las que no tuvieron machos solo tuvieron 61.8 insectos ovipositados. El máximo de insectos ovipositados fue de 617 y se presentó en el tratamiento con dos machos.

Con los resultados obtenidos se puede afirmar que el apareamiento de la hembra fue indispensable para presentar una oviposición normal. No obstante, es

Cuadro 5. Análisis de varianza ($\alpha=0.05$) para la variable descendencia rangueada que generaron hembras criadas bajo condiciones seicontroladas en Bermejillo, Durango (Febrero-Mayo del 2000).

| Fuente de variación | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Cuadrados medios | Valor de f | Nivel de significancia Pr >f |
|---------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------|---------------------------------|
| Tratamiento | 2 | 193170.3062 | 96586.1531 | 25.82 | 0.0001 |
| Bloque | 3 | 65373.6083 | 21791.2028 | | |
| Error | 234 | 875397.5484 | 3741.0153 | | |
| Total | 239 | 1133941.500 | | | |

$R^2=0.2280$

Cuadro 6. Agrupamiento Tukey para la descendencia de hembras bajo tres tratamientos.

| Tratamiento | Número de observaciones | Media | Agrupamiento tukey |
|-------------------------|-------------------------|---------|--------------------|
| T1 con dos machos | 80 | 143.950 | *a |
| T2 sin machos | 80 | 80.581 | B |
| T3 apareamiento natural | 80 | 136.969 | *a |

Tratamientos: 1 (con dos machos), 2 (sin machos) y 3 (apareamiento natural)

*Medias con la misma letra no son significativamente diferentes ($\alpha=0.05$)

importante señalar que características del medio ambiente influyen en el comportamiento de la reproducción partenogenética pues el fenómeno se presenta según factores como temperatura y fotoperiodo y pueden hacer variar la proporción sexual a lo largo de generaciones sucesivas (Davey, 1969). En este estudio se presentó una temperatura promedio de 24.7° C a lo largo del ciclo del insecto.

Parámetros poblacionales y tablas de vida

El porcentaje de insectos que alcanzaron a llegar al estado adulto fue de 64.8% para machos y 66.7% para hembras (Cuadro 7). La mayor tasa de mortalidad fue observada en el primer estadio y en menor grado en las mudas. La curva de machos (Figura 3) al llegar al estado adulto se abatió rápidamente, debido a su corta vida como adulto. Esto no sucedió con las hembras, ya que como se vio anteriormente su duración como adultas es de 35-42 días (Figura 4).

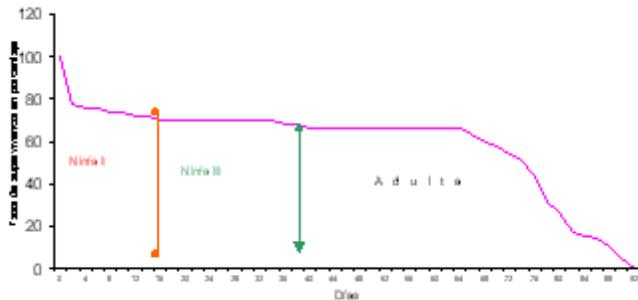


Figura 3. Curva de supervivencia de machos de *Dactylopius opuntiae* criados bajo condiciones semicontroladas en Bermejillo, Dgo.

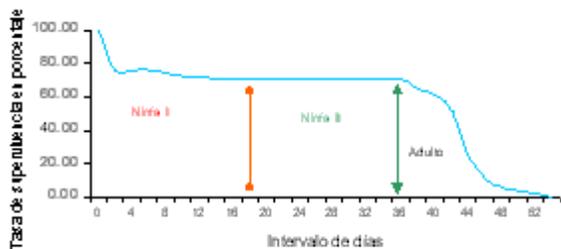


Figura 4. Curva de supervivencia de hembras de *Dactylopius opuntiae* criadas bajo condiciones semicontroladas en Bermejillo, Dgo.

La esperanza media de vida (ex) tiende a disminuir (Ver Cuadro 7) conforme la edad del insecto se incrementa, ello ocurre en especies del género

Dactylopius. (Santibáñez, 1990; Cruz, 1990; Quispe, 1983; Gilreath y Smith, 1987).

Las posibles causas de la alta mortalidad en grana fina según Cruz (1990) y Méndez (1992) son: factores ambientales como temperaturas extremas y la falta de protección contra las mismas, ya que durante el primer estadio los individuos carecen de la capa cerosa que los cubre. Kanry (citado por Gilreath y Smith, 1987), al evaluar otras especies, también encontró que la etapa que transcurre hasta la primera muda es un proceso decisivo durante el cual muchos individuos mueren.

Por otra parte en las observaciones realizadas se registraron el movimiento de los insectos durante las mudas de ninfa I a ninfa II, encontrándose que solo unos cuantos mueren al no poder insertar sus estiletes y reanudar su alimentación.

La alta mortalidad observada al inicio del ciclo del insecto y el movimiento que presentan las ninfas de *D. Coccus Costa* durante sus diferentes etapas, puede ser ocasionada, entre otras causas por el bajo nivel que aportan las especies sin espinas (como *Opuntia megacantha*), lo cual las hace poco atractivas al ataque de los insectos (Méndez, 1992); a la respuesta de la planta al daño, causando la compresión del ápice de la proboscis mediante la expansión de las células epidermales ocasionando la muerte del insecto (Hamlin, 1932; Mann, 1969) o bien mediante un efecto de antibiosis (Kogan, 1990); a la presencia de una capa de oxalatos de calcio en la pared de las células epidermales (Trachtenberg y Mayer, 1982), que posiblemente impida la inserción de los estiletes; la influencia de la temperatura sobre la supervivencia y, por último, la gran variación genética que existe dentro del género *Opuntia* (Gilreath y Smith, 1987)

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados muestran el potencial de la cochinilla silvestre en cuanto a su adaptación a las condiciones ambientales predominantes en la región y apoyan su utilización futura con fines de aprovechamiento y hacen factible el mejoramiento genético de la especie cultivada debido a las similitudes en la biología de la especie silvestre con la fina.

Es necesario realizar estudios en donde se analicen aspectos biológicos a lo largo de generaciones sucesivas, dado que la biología del insecto se ve influida por las condiciones del ambiente.

CUADRO 7. Tabla de vida total para *Dactylopius opuntiae* criados sobre cladodios de *Opuntia megacantha* cv 68 bajo condiciones semicontroladas en Bermejillo, Durango (Febreo-Mayo del 2000).

| X días | n_x | d_x | q_x | L_x | T_x | e_x | l_x | l_x en % |
|----------|-------|-------|--------|-------|--------|---------|--------|------------|
| 0 | 111 | 26 | 0,2342 | 98,0 | 2399,5 | 21,6171 | 1,0000 | 100,00 |
| 2 | 85 | 1 | 0,0118 | 84,5 | 2301,5 | 27,0765 | 0,7658 | 76,58 |
| 4 | 84 | 0 | 0,0000 | 84,0 | 2217,0 | 26,3929 | 0,7568 | 75,68 |
| 6 | 84 | 2 | 0,0238 | 83,0 | 2133,0 | 25,3929 | 0,7568 | 75,68 |
| 8 | 82 | 1 | 0,0122 | 81,5 | 2050,0 | 25,0000 | 0,7387 | 73,87 |
| 10 | 81 | 1 | 0,0123 | 80,5 | 1968,5 | 24,3025 | 0,7297 | 72,97 |
| 12 | 80 | 1 | 0,0125 | 79,5 | 1888,0 | 23,6000 | 0,7207 | 72,07 |
| 14 | 79 | 0 | 0,0000 | 79,0 | 1808,5 | 22,8924 | 0,7117 | 71,17 |
| 16 | 79 | 1 | 0,0127 | 78,5 | 1729,5 | 21,8924 | 0,7117 | 71,17 |
| 18 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1651,0 | 21,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 20 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1573,0 | 20,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 22 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1495,0 | 19,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 24 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1417,0 | 18,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 26 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1339,0 | 17,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 28 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1261,0 | 16,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 30 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1183,0 | 15,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 32 | 78 | 0 | 0,0000 | 78,0 | 1105,0 | 14,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 34 | 78 | 1 | 0,0128 | 77,5 | 1027,0 | 13,1667 | 0,7027 | 70,27 |
| 36 | 77 | 3 | 0,0390 | 75,5 | 949,5 | 12,3312 | 0,6937 | 69,37 |
| 38 | 74 | 3 | 0,0405 | 72,5 | 874,0 | 11,8108 | 0,6667 | 66,67 |
| 40 | 71 | 5 | 0,0704 | 68,5 | 801,5 | 11,2887 | 0,6396 | 63,96 |
| 42 | 66 | 14 | 0,2121 | 59,0 | 733,0 | 11,1061 | 0,5946 | 59,46 |
| 44 | 52 | 8 | 0,1538 | 48,0 | 674,0 | 12,9615 | 0,4685 | 46,85 |
| 46 | 44 | 3 | 0,0682 | 42,5 | 626,0 | 14,2273 | 0,3964 | 39,64 |
| 48 | 41 | 2 | 0,0488 | 40,0 | 583,5 | 14,2317 | 0,3694 | 36,94 |
| 50 | 39 | 0 | 0,0000 | 39,0 | 543,5 | 13,9359 | 0,3514 | 35,14 |
| 52 | 39 | 1 | 0,0256 | 38,5 | 504,5 | 12,9359 | 0,3514 | 35,14 |
| 54 | 38 | 0 | 0,0000 | 38,0 | 466,0 | 12,2632 | 0,3423 | 34,23 |
| 56 | 38 | 0 | 0,0000 | 38,0 | 428,0 | 11,2632 | 0,3423 | 34,23 |
| 58 | 38 | 0 | 0,0000 | 38,0 | 390,0 | 10,2632 | 0,3423 | 34,23 |
| 60 | 38 | 0 | 0,0000 | 38,0 | 352,0 | 9,2632 | 0,3423 | 34,23 |
| 62 | 38 | 0 | 0,0000 | 38,0 | 314,0 | 8,2632 | 0,3423 | 34,23 |
| 64 | 38 | 2 | 0,0526 | 37,0 | 276,0 | 7,2632 | 0,3423 | 34,23 |
| 66 | 36 | 2 | 0,0556 | 35,0 | 239,0 | 6,6389 | 0,3243 | 32,43 |
| 68 | 34 | 1 | 0,0294 | 33,5 | 204,0 | 6,0000 | 0,3063 | 30,63 |
| 70 | 33 | 2 | 0,0606 | 32,0 | 170,5 | 5,1667 | 0,2973 | 29,73 |
| 72 | 31 | 2 | 0,0645 | 30,0 | 138,5 | 4,4677 | 0,2793 | 27,93 |
| 74 | 29 | 4 | 0,1379 | 27,0 | 108,5 | 3,7414 | 0,2613 | 26,13 |
| 76 | 25 | 7 | 0,2800 | 21,5 | 81,5 | 3,2600 | 0,2252 | 22,52 |
| 78 | 18 | 3 | 0,1667 | 16,5 | 60,0 | 3,3333 | 0,1622 | 16,22 |
| 80 | 15 | 5 | 0,3333 | 12,5 | 43,5 | 2,9000 | 0,1351 | 13,51 |
| 82 | 10 | 1 | 0,1000 | 9,5 | 31,0 | 3,1000 | 0,0901 | 9,01 |
| 84 | 9 | 1 | 0,1111 | 8,5 | 21,5 | 2,3889 | 0,0811 | 8,11 |
| 86 | 8 | 2 | 0,2500 | 7,0 | 13,0 | 1,6250 | 0,0721 | 7,21 |
| 88 | 6 | 3 | 0,5000 | 4,5 | 6,0 | 1,0000 | 0,0541 | 5,41 |
| 90 | 3 | 3 | 1,0000 | 1,5 | 1,5 | 0,5000 | 0,0270 | 2,70 |
| 92 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | |

DEFINICIÓN DE LAS COLUMNAS

| | | |
|-------|---|---|
| x | : | Intervalo de edad en unidades de tiempo |
| n_x | : | Número de individuos vivos al inicio del intervalo x a $x+1$ |
| d_x | : | Número de individuos muertos durante el intervalo x a $x+1$ |
| q_x | : | Tasa de mortalidad durante el intervalo x a $x+1$ |
| L_x | : | Número de individuos vivos en promedio durante el intervalo x a $x+1$ |
| T_x | : | Suma acumulativa de L_x para obtener valores expresados en número de individuos por unidades de tiempo. |
| e_x | : | Esperanza media de vida de los individuos al inicio del intervalo x , o bien, unidades de tiempo que le quedan por vivir, en promedio, a cualquier individuo que haya cumplido cierta edad. |
| L_x | : | Tasa (o probabilidad) de supervivencia al inicio del intervalo x . |

LITERATURA CITADA

- AQUINO, P.G. 1991. Estudio cromosómico en cuatro tipos de cochinilla (*Dactylopius spp.*) (Homóptera: Dactylopiidae) del nopal (*Opuntia spp.*). Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 106 p.
- BÁTIZ, M.A. 1987. Aspectos biológicos agronómicos y experiencias actuales en torno al cultivo del nopal y la cochinilla en: La grana y el carmín.
- CRUZ, D.M. 1990. Determinación de algunos aspectos biológicos de la grana o cochinilla del nopal (*Dactylopius coccus* Costa: Coccoidea: Dactylopiidae) en Chapingo, México. Chapingo. Tesis profesional. Chapingo México. 71 p.
- DAVEY, K.G. 1969. La reproducción de los insectos. Edit. Alhambra. México. 106 p.
- DE LOTTO, G. 1974. On the status and idety of the cochineal insects (Homóptera: Dactylopiidae) J. Ent. Sth. Afr. 37:167-193.
- EISNER, T.S. *et al* 1980. Red cochineal dye (Carmin Acid) en: Role Nature Sciencie. 208(30):1039-1042.
- FERRIS, G.F. 1955. Atlas of the Scale Insects of North America, v. 7, the Families Acleridae, Asterolecaniidae, Conchaspidae Dactylopiidae and Lacciferidae. iii. Stanford University Press, Palo Alto, California. 233 pp.
- FLORES F., I. V., D. ALVIAR M. Y J. VILCA. 1985. Epoca de siembra de la cochinilla del carmín *D. Coccus* Costa en la comunidad campesina de Santa Rosa de Huatatas, ayacucho, Perú. 1984-1985 en Resúmenes del 1er congreso Nacional de Tuna y Cochinilla, Ayacucho, Perú. pp 36-37
- GILREATH, E. M., and SMITH J.W. 1987. Bionomics of *Dactylopius confusus* (Homóptera: Dactylopiidae): exclusion and subsequent impact on *Opuntia* (Cactaceae). Environ. Entomol. 17(4):730-738.
- HAMLIN, J.C. 1932. An enquiry into stability and restriction of feeding habitats of certain a cactus insects. Ann. Ent. Soc. Am. 25:89-120.
- HOSKING, R.J. 1984. The effect of temperature on the population growth potential of the *Dactylopius austrianus* de Lotto (Homóptera: Dactylopiidae) on *Opuntia aurantiaca*. J.Aust. Ent. Soc. 23:133-159.
- HOWELL, J.O., and M.L. WILLIAMS. 1976. An annotated key to the families of the scale insects (Homóptera:Coccoidea) of América. North of México, based of characteristics of the adult female. Ann. Ent. Soc Am. 69:181-189.
- KOGAN, M. 1990. Resistencia de la planta en el manejo de plagas. En: Introducción al manejo de plagas de insectos. Ed. LIMUSA. México. 753 p.
- LAZOS, V.R. 1987. Producción de grana o cochinilla *Dactylopius coccus* Costa bajo tres ambientes en Chapingo. México. Tesis. UACH. Chapingo, México. Pp. 5,8,11,12,20.
- MANN, J. 1969. Cactus feeding insect and mites . United States National musseum Bulletin 256:137 – 150.
- MARÍN, L.R. 1985. Factores que deben cuidarse en la producción de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) Homóptera: Dactylopiidae. Revista Peruana de Entomología. pp115-120.
- MARÍN, L.R. y CISNEROS, V.F. 1977. Biología y Morfología de la cochinilla del carmín (*Dactylopius coccus* Costa) Homóptera: Dactylopiidae. Revista Peruana de Entomología. Vol 29. Perú.
- MÉNDEZ, G.J.; AQUINO P., G. YA. MORENO Q. 1990. Utilización de cuatro formas de nopal (*Opuntia spp.*) como hospederos de la grana-cochinilla (Homóptera :Dactylopiidae: *Dactylopius coccus* Costa) en el municipio de Salinas, San Luis Potosí.: Resúmenes de la IV Reunión Nacional y II Congreso Internacional sobre el conocimiento y aprovechamiento del nopal. México.
- MÉNDEZ G.,J.S. 1992. Tasas de supervivencia y reproducción de la grana-cochinilla *Dactylopius coccus* Costa (Homóptera: Dactylopiidae) en diferentes temperaturas. Tesis de maestría. Centro de Entomología y Acarología, C.P. México. 70p.
- MILLER, D.R. 1976. Family Dactylopiidae in Syllabus for workshop on sclae identification. Proc. Of the National Meeting of the ent. Soc. Am. November. Hawaii.USA:
- MONTIEL, R.L. 1992. Valoración del cultivo de la grana-cochinilla *Dactylopius coccus* Costa, utilizando diferentes sustratos y fotoperiodos. Tesis Depto. de Agrobiología. Universidad Autónoma de Tlaxcala. Ixtlahuaca, Tlaxcala, 83 p.
- MORÁN, V.C. y H.G. ZIMMERMAN. 1991. Biological control of cactus weeds of minor importance in South Africa. Journal agriculture ecosystems & enviroment. 1991. Vol. 37. No. 13.
- NUR, U.; BROWN S. W. y J. W. BEARDSLEY 1987. Evolution of chromosome number in mealybugs (Pseudococcidae: Homóptera). Genética 71:53-60.
- QUISPE, R.L. 1985. Ciclo biológico de la cochinilla del cactus *Dactylopius coccus* Costa, en diferentes épocas del año, y en tres pisos altitudinales en Ayacucho, Perú. Resumen del primer Congreso Nacional de tuna y cochinilla. Ayacucho, Perú.
- SANTIBAÑEZ, W. L. 1990. Ciclo biológico, cultivo y aprovechamiento de la cochinilla del nopal *Dactylopius coccus* Costa, en el municipio de villa Ordaz, adscrito al centro coordinador indigenista zapoteco del Valle de Oaxaca. Informe del servicio social de la División de Ciencias biológicas y de la salud. Departamento del hombre y su ambiente. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México.
- SOLIS A., J. F. 1993. Escamas (Homóptera: Coccoidea); Descripción, morfología y técnica de montaje. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 34-36
- TRACHTENBERG, S. and A. M. MAYER. 1981. Composition and properties of *Opuntia ficus-indica* mucilage. Phytochemistry. 20(12):2665-2628.
- VELASCO, P. H. y G.F., GARCÍA. 1988. Estudio del ciclo biológico de la cochinilla o grana del nopal. Resúmenes del XXXIII Congreso Nacional de Entomología. Michoacán, México. pp. 101-102
- VERA, G.J.; PINTO, V.M. y COLLADO, J.L. 1997. Ecología de Poblaciones de insectos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- VIGUERAS G.,A. L. y PORTILLO, M.L. 1997. Cultivo de la grana o cochinilla del nopal. In: Suculentas mexicanas, Cactáceas. CONABIO-SEMARNAP-UNAM. CVS Publicaciones. México.
- ZIMMERMANN, E.C. 1948. Insects of Hawaii. Vol 5. University of Hawaii. Press. Honolulu U.P.H