



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

Ciclo biológico de *Chlosyne ehrenbergii*
(Geyer, [1833]) en condiciones naturales y de
laboratorio.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I Ó L O G O
P R E S E N T A:
RENÉ ALBERTO IBARRA JIMÉNEZ



DIRECTOR DE TESIS M. EN C. SERGIO G. STANFORD CAMARGO
LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO. 2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

Resumen	1
Introducción	2
Antecedentes	6
Objetivos	10
Área de estudio	11
Materiales y Método	12
Recolección de organismos.....	12
Obtención del pie de cría.....	12
Ciclo biológico en condiciones naturales.....	14
Ciclo biológico en condiciones de laboratorio.....	14
Primera generación.....	14
Segunda generación.....	16
Sobrevivencia.....	16
Resultados y Discusión	18
Obtención del pie de cría.....	18
Ciclo de vida.....	18
Oviposición.....	19
Huevo.....	20
Larva.....	20
Prepupa.....	23
Pupa.....	23
Adulto.....	24
Sobrevivencia.....	25
Condiciones Naturales.....	25
Condiciones de laboratorio.....	26
Comparación del ciclo biológico en condiciones naturales y de laboratorio.....	27
Especificidad del sitio de oviposición.....	31
Parasitoides.....	31
Conclusiones	34
Literatura citada	35
Anexo 1	39

Resumen

Los lepidópteros presentan un ciclo biológico con metamorfosis completa; la forma larvaria recibe el nombre de oruga y antes de su transformación a adulto pasa por un estado de pupa o crisálida. Los cambios climáticos del ambiente donde se desenvuelven influyen de manera importante en el desarrollo de las mariposas. Existen múltiples estudios acerca de las mariposas, que están enfocados principalmente a la distribución geográfica y a la morfología, dejando de lado el aspecto del ciclo biológico, por lo que en este trabajo se describió el ciclo biológico de *Chlosyne ehrenbergii* Geyer 1833, en condiciones naturales y de laboratorio. Esta especie pertenece a la Familia Nymphalidae, que es la que posee mayor diversidad dentro del Orden Lepidoptera, es semicosmopolita y se encuentra en zonas urbanas. Para la obtención del pie de cría, se recolectaron 150 larvas entre septiembre y octubre de 2008. Fueron mantenidas a una temperatura de 26 ± 2 °C y humedad relativa de $50 \pm 2\%$ dentro de cajas de cría para completar su desarrollo. Se lograron 25 adultos del pie de cría, los cuales se aparearon para propiciar la oviposición y comenzar el ciclo de vida desde la fase de huevo en condiciones naturales, para lo que se construyó un pabellón de cría acondicionado con alimento y la planta hospedera *Buddleja cordata*. Se trabajaron dos generaciones divididas en cuatro cohortes. El número inicial de organismos para la primera generación $G1=180$ y para $G2=140$. El ciclo biológico de *C. ehrenbergii* constó de una fase de huevo, cinco estadios larvales, prepupa, pupa y adulto. Se observó y se describió cada una de las fases de desarrollo tomando en cuenta la especificidad del sitio de oviposición, estadios larvales, alimentación, tiempo de duración de cada etapa con intervalo de tiempo, reproducción y apareamiento. La oviposición tuvo lugar en el envés de la hoja, donde los huevos tuvieron una formación definida y hubo muy poco espacio entre cada uno, manteniendo así una estrategia de sobrevivencia. Las larvas presentaron una conducta gregaria a lo largo de todo el ciclo, más notorio en los primeros cuatro estadios, haciéndose más evidente en el último. Las hembras vivieron más tiempo que los machos y emergieron antes. El ciclo de vida para $G1$ fue de 65-74 días en laboratorio y de 94-105 en condiciones naturales. Para $G2$ fue de 67-78 y 86-96 días respectivamente. La sobrevivencia en la primera generación existieron diferencias significativas entre el ciclo en ambas condiciones, mientras que para la segunda generación no hubo. La curva de supervivencia en ambas generaciones demostró que los primeros estadios fueron los más vulnerables. Se reportaron un díptero de la Familia Tachinidae y un himenóptero de la Familia Brachonidae. También se registró una avispa de la Familia Ichneumonidae, la cual emergió de la pupa del lepidóptero al mismo tiempo.

Introducción

Heppner (1998), estima que existen 146,277 especies de lepidópteros en el mundo, entre ellas, registró 19,238 especies de mariposas diurnas. Calcula que la cifra total de este grupo de insectos puede incrementarse hasta 255,000 cuando todas las especies sean reconocidas y descritas formalmente. En México habitan aproximadamente 18,000 especies, lo que representa cerca del 10% del total mundial (Llorente *et al.*, 1996).

Un aspecto importante que genera un problema al hablar de la diversidad a nivel mundial de los lepidópteros, es el hecho de que la mayoría de las investigaciones sistemáticas sobre mariposas diurnas durante los últimos 70 años ha tenido énfasis “local”, cuando se ha examinado mucho la diversidad de un área determinada, como un solo continente o una sola región biogeográfica. Esto explica el porque aun cuando hay numerosas listas taxonómicas “locales” o por países, no ha sido posible integrar estos estudios a nivel mundial (Llamas 2008).

Dentro de los múltiples trabajos que existen acerca de los lepidópteros, la mayoría están enfocados principalmente a la distribución geográfica y a la morfología, dejando un poco de lado el estudio del ciclo biológico. El conocimiento del desarrollo exacto de cada una de las fases que presenta un lepidóptero puede tener muchas ventajas desde diversos puntos de vista ya sea económico, científico, comercial por mencionar algunos. En el estricto caso de *Chlosyne ehrenbergii* los estudios realizados se han limitado a aspectos descriptivos de su morfología general y distribución en listados biogeográficos (Llorente, *et al.*, *op. cit.*).

Los cambios climáticos del ambiente donde se desarrollan influyen de manera importante en el ciclo de vida de las mariposas. Las fases dentro del ciclo de vida en un lepidóptero son: Huevo, larva, prepupa, pupa y adulto. Los huevos son por lo general de 1 mm de diámetro, variando en su forma de globulares a elípticos, hemisféricos o fusiformes, la superficie a su vez puede presentar rugosidades y ornamentaciones, canaladuras o estrías y regularmente tienen una depresión media denominada micrópilo, eclosionan de cuatro a 10 días posteriores a la ovipostura dependiendo de cada Familia. Al salir del huevo, la larva rompe la cubierta por el micrópilo y surge directamente hacia la planta hospedera y en algunos casos las larvas se alimentan de los restos del huevo. La oruga puede variar en cuanto a ornamentaciones y coloración. Su crecimiento se da por medio de mudas, las cuales se producen dependiendo de la alimentación y desarrollo. Después la oruga comienza a prepararse para pupar, a este estadio se le conoce como prepupa, el cual solo dura unas cuantas horas, para después iniciar el estadio de pupa, donde el organismo no se alimenta y se queda inmóvil. Durante éste se presentan una serie de cambios en sus tejidos, para dar pie a las estructuras que tiene el organismo adulto. La transformación se lleva a cabo por la destrucción sucesiva de ciertos órganos (histolisis) y por su reemplazamiento progresivo, apareciendo los nuevos órganos definitivos. De acuerdo a la movilidad de la pupa, ésta puede ser exarata si los apéndices no se encuentran fusionados con el cuerpo y obtecta cuando existe una fusión de los apéndices al cuerpo y forman una cápsula donde queda encerrada hasta completar el proceso. Cuando el imago esta a punto de emerger, la cubierta de la crisálida se rompe por la línea ecdisial y sale el organismo adulto, el cual tiene las alas contraídas y gracias a los movimientos corporales logra que la hemolinfa

penetre a las venas haciendo que éstas se extiendan al máximo y al cabo de unos minutos el imago está listo para volar. El periodo de vuelo es de seis a 14 días, dependiendo de las condiciones ambientales (Beutelspacher, 1980).

Las mariposas diurnas son reconocidas por su abundancia, diversidad, facilidad de encuentro y manejo en campo, por su estabilidad espacio-temporal y porque los lepidópteros, en comparación con otros grupos de insectos, presentan niveles de diversidad manejables (Brown y Trigo, 1991). Se trata de un grupo taxonómicamente bien estudiado que por su vistosidad, belleza y el valor comercial derivado de estas características, ha permitido que el desarrollo de actividades como la cría en condiciones controladas sea exitosa y genere rentabilidad a las personas dedicadas a dicha labor. Lo que hace de las mariposas una alternativa potencial para el uso y conservación de sus ecosistemas es que se trata de un recurso natural renovable (Moreno, 1998).

Distribución y taxonomía de *C. ehrenbergii*

Tiene una amplia distribución geográfica que comprende desde México, en Sinaloa, Nayarit, Colima, Jalisco; Sierra Volcánica Transversal, Valle de México Mesa Central, Sierra Madre del Sur (Guerrero y Oaxaca), Morelos y Puebla hasta Centroamérica así como las islas del Caribe (Beutelspacher, 1980).

Pertenece a la Familia Nymphalidae, la cual presenta apéndices locomotores anteriores muy reducidos y plegados sobre el tórax, se consideran funcionalmente inhábiles en el macho, pero que aparentemente presentan funciones sensoriales en las hembras, como detectar químicamente las plantas nutricias para las larvas (Ross, 2000).

Se agrupa dentro de la subfamilia Nymphalinae, ésta actualmente cuenta con cerca de 495 especies. Las especies se encuentran en 6 tribus, las cuales son Coeini, Nymphalini, Junoniini, Victorinini, Kallimini y Melitaeini y 57 géneros (Wahlberg 2006).

C. ehrenbergii pertenece a la tribu Melitaeini, que se divide en las subtribus: Euphydryiti, Phycioditi, Melitaeiti y Chlosyniti. En ésta última es donde se ubica el género *Chlosyne* con 30 especies (Wahlberg, 2000).

Caracteres morfológicos

El macho y la hembra son similares, poseen palpos negros, con una línea lateral blanca; cabeza, tórax y abdomen negros. Las alas son de color negro mate, con franjas blanco amarillentas entre las venas hacia el borde externo y tiene una expansión alar de 40 a 50 mm. (Fig. 1). En el lado ventral, las alas anteriores y posteriores presentan una mancha rojiza en la base; las alas anteriores con el área apical blanco amarillenta, mientras que las posteriores son de ese color, destacando las venas. Su época de vuelo es de abril a noviembre (Beutelspacher, *op.cit.*).



Fig. 1 *Chlosyne ehrenbergii* (Tomada por Ibarra, 2008).

Planta hospedera

Las plantas hospederas son *Buddleia cordata* (Fig.2) y *Buddleia americana*, llamadas comúnmente Tepozán. Pertenecen a la familia Loganiaceae. Se pueden encontrar en diferentes tipos de vegetación, como bosques de pino-encino, bosques de encinos, zacatonales, matorrales xerófilos y áreas urbanas localizadas entre una altitud de 2 200 a 3000 m snm. El tepozán modifica el microambiente circundante y facilita la incorporación de especies sucesionalmente tardías, al proveer gran cantidad de materia orgánica que aporta nutrimentos al suelo y a su vez crea microambientes para la germinación y acumulación de semillas de otras especies (Mendoza, 2003).



Fig.2 Planta hospedera (Tomada por Ibarra, 2010).

Relación planta-insecto

Las mariposas cumplen funciones muy importantes en los ecosistemas: son esenciales en la polinización y formación de frutos y semillas; dentro de las cadenas alimentarias y son indicadores del estado de conservación de los entornos, pues albergan las plantas que ellas necesitan para alimentarse, poner los huevos y permitir el desarrollo larvario. Cada especie de mariposa busca una o varias plantas

hospederas específicas para poner sus huevos y consecuentemente se alimenten las orugas. Conservar estas plantas hospederas, es clave para la preservación de las diferentes especies de mariposas, ya que si se extingue alguna de estas plantas (a nivel local o regional), la especie de lepidóptero que está asociada a ella, también estará amenazada y en peligro de extinción.

La elección de la planta hospedera por parte de la mariposa adulta repercute directamente en el ciclo biológico de la generación, ya que los nutrimentos que aportan las hojas para el desarrollo adecuado de las orugas determinarán en gran parte del éxito dentro de la tasa de supervivencia de la generación hasta llegar al estadio adulto. Las orugas de lepidópteros tienen la necesidad de consumir tejidos blandos, especialmente en sus primeros estadios, la mayoría prefiere hojas con alto contenido de agua. El rechazo por parte de la oruga puede ser determinante para su supervivencia, especialmente en los primeros estadios, ya que la probabilidad de alcanzar un hospedero apropiado antes de morir por inanición o ser atacadas por depredadores es menor para orugas de tamaño pequeño (Fagua & Ruiz 1996).

Antecedentes

Por medio de los descubrimientos arqueológicos y los códices conocemos la importancia que tuvo la mariposa dentro del simbolismo ritual y los objetos de uso diario de las principales culturas prehispánicas. Los antiguos mexicanos las apreciaban tanto, que las usaban como pago de tributos ya fueran vivas como ornamentos o joyas. Las mariposas eran la representación de los héroes y de sus personajes importantes que habían muerto. El pueblo Mexica, la simbolizó en sellos, trabajos de pluma, mantas pequeñas, algunos códices, trabajos en piedra y como parte de los tocados o escudos de los guerreros. Entre las muchas deidades que tenían se encuentra Xochiquetzal, diosa de la alegría, las flores así como también de las labores domésticas, la cual representaron con cuerpo y alas de mariposa y con cara y brazos humanos. En el México antiguo se tuvo un gran conocimiento del ciclo de vida y las diversas especies de mariposas, incluso conocían la época de metamorfosis de algunas de ellas. Se utilizaban y se comerciaba con productos elaborados con seda de varias especies nativas (Beutelspacher, 1988).

El interés científico por las mariposas en México comenzó con las Reales Expediciones Científicas a la Nueva España, al término del siglo XVIII y principios del XIX, en la fase final de la vida colonial en América. Desde esa época, se han realizado exploraciones y recolecciones con el objetivo general de reconocer la gran diversidad que se presenta en el país y la meta particular de conocer la fauna de lepidópteros. A pesar de ello, en estos 200 años el conocimiento que se ha generado de las mariposas mexicanas es muy heterogéneo, existiendo aún regiones por estudiar y pocas colecciones institucionales en proporción a la gran diversidad que existe en México (Martínez, *et al.* 2000).

En 1960, Bauer describió dos nuevas mariposas del género *Chlosyne*, cuando revisaba colecciones de *C. lacinia* de Brown, notó cinco especímenes sin puntos marginales o submarginales en las alas, todas ellas del noreste de México. Después revisando especies de *C. lacinia quehuala* encontró los mismos caracteres en las alas que en *C. lacinia* con la diferencia que estas eran del sureste mexicano. Revisando la genitalia de ambas especies, se dio cuenta que no era típica de la especie *C. lacinia* sino tenía gran semejanza con *C. janais*. Wilson en ese mismo año nombró *C. rosita* a mariposas con caracteres similares a las que Bauer halló en su revisión. Bauer nombró a los especímenes que describió como *C. riobalsensis* y una subespecie *C. rosita browni*.

En 1998 un trabajo realizado en Burke County, Georgia por Gatrell describió la taxonomía y biología de *Chlosyne gorgone gorgone* y de *Chlosyne ismeria* ya que redescubrieron una subespecie de *C. gorgone* la cual en esta región y condiciones biogeográficas (matorral xerófilo) es univoltina, a diferencia de *C. gorgone carlota* que es multivoltina. Esta especie no había sido reportada desde su descubrimiento en 1810.

Catling y Layberry (1998) hicieron un trabajo acerca de la distribución y biología de *Chlosyne gorgone carlota*, describiendo los lugares donde fue recolectada para identificar su distribución en 13 localidades en el este de Ontario. En el primero y segundo estadio larval, las encontraron en 3 plantas hospederas diferentes, *Aster lanceolatus*, *A. novae-angliae* y *Rudbeckia ahirta* var. *pulcherrima*, mientras que

el último estadio fue encontrado solo en *R. hirta*. Lo atribuyeron al cambio de hábitat de la especie, ya que ha sido modificado fuertemente en los últimos años por lo que *C. gorgone carlota* se ha ido desplazando hacia el norte y por lo tanto cambiando sus plantas hospederas.

Dentro de estudios taxonómicos, Vargas y Llorente (1996), hicieron un listado de los ropalóceros de Jalisco, México reportando 608 especies de 309 géneros. Dentro del género *Chlosyne* se enlistó a *C. definitiva anastasia* (Hemming 1934, *C. endeisendeis* (Godm. & Sal. 1894). *C. gloriosa* Bauer 1960, *C. hippodrome hippodrome* (Geyer 1837), *C. lacinia crocale* (Edw. 1874). *C. marianna* Robert (1914), *C. marina* dryope (Godm. & Sal. 1894), *C. mazarum* Miller & Rotger 1979 y *C. riobalsensis* Bauer 1961.

Warren *et al.*, (2004), registraron a *C. ehrenbergii* en su listado interactivo de lepidópteros de México.

Hernández-Mejía *et al.*, (2008) realizaron un estudio sobre la composición, distribución altitudinal y gremios alimentarios de mariposas diurnas en Malinalco, Estado de México reportando a la familia Nymphalidae con 38 géneros y 55 especies y al género *Chlosyne* como uno de los más diversos.

Scott (1968), describió la historia de vida de *Chlosyne fulvia*. Explicó los hábitos en su ambiente natural, describió su forma de vuelo, la época del año en que son más visibles además reportó aspectos importantes como su planta hospedera y la forma en que las larvas consumen la hoja, el arreglo de la distribución de los huevos durante la ovoposición de la hembra, así como las características del huevo, estadios larvales, pupa y adulto.

Sobre aspectos biológicos y técnicas de cultivo de mariposas del género *Chlosyne*, Drumond *et al.*, (1969) describieron el ciclo de vida de *C. lacinia* y su distribución desde Argentina hasta Texas, Nuevo México, Arizona y California.

En un trabajo realizado por Priestaff (1970), donde se observaron cortejos y apareamientos entre dos especies diferentes del género *Chlosyne*: *C. neumoegeni* y *C. californica*. Las áreas donde se hallan ambas especies son las mismas prácticamente, ambas mariposas pueden ser encontradas volando juntas. Este raro caso de apareamiento entre dos mariposas de diferentes especies se atribuye a que *C. californica* es ocho veces más común que *C. neumoegeni* en esta región, ya que es la temporada donde se encuentra en vuelo más activo, mientras que para la otra especie, es cuando tiene menos actividad, y dado a que su región de presencia es prácticamente la misma, puede darse el apareamiento entre estas dos diferentes especies.

En 1972, Neck publicó un artículo sobre ecología de plantas nutricias de *Chlosyne lacinia* donde señaló la preferencia de las larvas hacia las plantas nutricias categorizándolas en tres jerarquías: I) Plantas nutricias principales, II) Plantas nutricias ocasionales, III) Plantas raramente utilizadas. Obtuvo como resultados del estudio, para las primeras *Helianthus annuus* L., *Ximenesia encelioides* y *Ambrosia trifida*; para las segundas: *Verbescina virginica* L., *Vinguiera dentata*, *Zexmenia hispida* y *Helianthus cucumerifolius*; para las últimas reportó *Ambrosia artemisiifolia*

L. y *Parthenium hysterophorus* L. En 1980, describió una aberración de la especie *C. lacinia* en el centro de Texas. La diferenciación se originaba en los patrones alares y la pigmentación de las alas.

En 2002 Ting y Hanson, indujeron la preferencia de alimento en larvas de *C. lacinia*. Se realizó el experimento usando cuatro plantas hospederas de la región, concluyendo que el insecto recibe información de la planta hospedera y esta información de alguna manera es asimilada en el sistema nervioso de la larva para ser usada como referencia para decidir que planta escoger para alimentarse. Este estudio resolvió algunas dudas de la interacción planta-hospedero y los factores de la preferencia de la planta hospedera con la mariposa.

Para 2003, Justus *et al.*, observaron la biología y la preferencia de *C. lacinia saundersii* entre la maleza *Parthenium hysterophorus* y el girasol *Helianthus annuus*. Los huevos fueron recolectados de *P. hysterophorus* los cuales tuvieron condiciones ambientales controladas como temperatura, $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de humedad relativa y 12:12 de fotoperiodo. La etapa de huevo duró 6 días, el promedio de días en estadio larval fue de 18.9 días con 75% de supervivencia; la pupa tuvo una duración en promedio de 6.1 días, con 65% de sobrevivencia. Concluyeron que esta especie prefiere alimentarse de girasol comparado con la maleza pero esta última puede ser considerada también como planta hospedera.

Inouye y Johnson (2005), estudiaron el efecto de las agregaciones en las tasas de alimentación *per capita* en *Chlosyne poecile* lo cual fue puesto a prueba manipulando el número de larvas por hoja y metiendo el área de la hoja que ha sido comida. Ellos sugieren que la dispersión de las larvas en estadios avanzados respecto al alimento es al azar, y no es un mecanismo activo para evitar competir por el alimento, así como que las agregaciones de larvas y huevos de mariposas pueden ser más frecuentes en el Neotropico que en otras áreas.

Hablando acerca de los hábitos gregarios de las pupas de especies de la familia Nymphalidae Rahn (1969), encontró que más de sesenta larvas de *Nymphalis antiopa* formaron su crisálida en un espacio no mayor de 6 x 6 pulgadas. La observación se logró recolectando alrededor de 80 larvas entre el segundo y último estadio, las cuales fueron alimentadas con *Salix interior* y *S. lutea*. Las larvas fueron puestas en una jaula de madera de 12 x 22 pulgadas cubierta con una malla. Atribuyeron el gregarismo a que en la esquina donde se concentraron, fue donde la luz del sol era mas intensa que en otras zonas de la jaula y referenciándose en trabajos anteriores de otra especie de la misma familia.

Dentro de trabajos realizados referentes al estudio de ciclos biológicos, Llorente-Bousquets *et al.*, (1993), describieron el ciclo de vida de *Anetia thirza* (Nymphalidae) y la conducta de las larvas y los adultos. Explicaron las diferencias morfológicas entre los estadios larvales, huevo, pupa y adulto. Mencionan su distribución geográfica la cual abarca de Chiapas a Jalisco del lado del Pacífico. Se le asocia con los bosques húmedos de montaña (*Abies* y *Pinus*); por tal motivo su distribución es archipelágica polipátrida, y depende de las condiciones de conservación de la vegetación y el grado de humedad a los que se asocia su planta hospedera.

En el 2004, Rivero describió el ciclo de vida de *Nymphalis antiopa* (Nymphalidae) dentro del Jardín de Mariposas de la FES Iztacala. Propuso dos técnicas para la crianza en laboratorio. Obtuvo en promedio 54 días para el ciclo completo de vida, donde el 78% de los adultos emergieron. La hembra pone en promedio 128 huevos. También describió cinco estadios larvales, uno de prepupa y otro de pupa. Se cuantificaron los organismos sobrevivientes en cada etapa de desarrollo. Las técnicas que sugiere son de acuerdo a la etapa en la que se encuentra el organismo, bolsas de plástico suspendidas para la transición de huevo-larva y cajas de cría en estadio larval.

En México, generalmente los estudios sobre lepidópteros, como es el caso de *C. ehrenbergii*, han sido enfocados en aspectos taxonómicos, dando menos importancia a su biología, a la obtención de datos específicos y descripción de la historia de vida como duración de las fases de desarrollo hasta llegar a adulto (De la Maza, 1987).

Los estudios de poblaciones del género *Chlosyne* no han sido estudiados con detalle, así como la estructura de los individuos en sus fases de desarrollo (Wahlberg, 2000). La importancia de que se cuenten con estudios de lepidópteros dentro de México, es principalmente porque nuestro país es un centro de distribución importante para estas mariposas que tienen 11 especies reportadas (*C. janais*, *C. hippodrome*, *C. ehrenbergii*, *C. lacinia*, *C. melanarge*, *C. erodyle*, *C. eumeda*, *C. marina*, *C. endeis*, *C. definitiva* y *C. gorgone*) (Higgins, 1960).

Es por eso que en el presente trabajo se plantearon los siguientes:

Objetivos

General

- ✓ Describir el ciclo biológico de *Chlosyne ehrenbergii* en condiciones naturales y de laboratorio.

Particulares

- ✓ Obtener el pie de cría para su reproducción en condiciones naturales y de laboratorio.
- ✓ Describir cada una de las fases de desarrollo.
- ✓ Conocer la sobrevivencia de esta especie.
- ✓ Determinar si el desarrollo de *C. ehrenbergii* es más favorable en condiciones naturales o de laboratorio.

Área de estudio

El estado de México abarca una superficie de 21, 355 km². De acuerdo con el mapa de Uso de Suelo y Vegetación, en el estado de México existen 13 tipos diferentes de vegetación (Flores y Gerez, 1994).

El trabajo se realizó en el jardín de mariposas, ubicado del lado Oeste del jardín botánico dentro la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, localizada en el municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México, situado dentro de las coordenadas geográficas extremas de 19° 35'40'' lat. N y 99° 15'28'' long. O, con una Altitud media de 2250 m snm. (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2005) (Fig. 4).

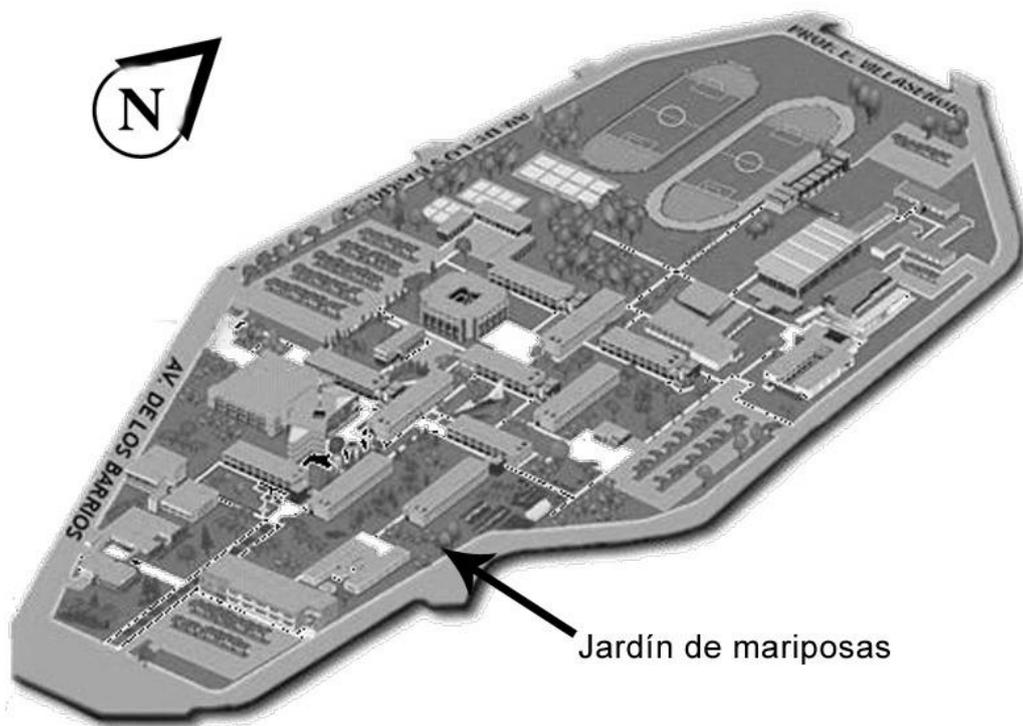


Fig. 4. Ubicación del jardín de mariposas (Tomado de FES, 2007).

Las coordenadas geográficas donde se localiza la FES Iztacala son: 19° 31'24'' lat. N y 99° 11'17'' long. O (FES, 2007).

La vegetación de la FESI es diversa, ya que se ha reforestado con especies como: *Cupressus benthamii* (cedro blanco), *Cupressus lusitanica* (ciprés portugués), *Cupressus sempervirens* (ciprés italiano), *Thuja orientalis* (tulia), *Ginkgo biloba* (árbol de los abanicos), *Pinus oaxacana* (ocote), *Pinus radiata* (pino de monterrey), *Pinus sp.* (pino), *Taxodium mucronatum* (ahuehuete), *Yucca elephantipes* (yuca), *Cortaderia selloana* (pasto), *Pleioblastus simonii* (bambú), *Dasyllirion acotirche* (sotol), *Phoenix canariensis* (palma de canarias), *Washingtonia robusta* (palmera de abanico), *Acer negundo* (negundo), *Ficus carica* (higo), *Fraxinus uhdei* (Fresno), *Buddleia cordata* (tepozán), *Ficus retusa* (ficus), *Acacia longifolia* (acacia), *Citrus limon* (limón), *Ligustrum lucidum* (trueno), *Pittosporum tobira* (clavo), *Populus alba* (álamo plateado), *Salix babilonica* (sauce llorón), *Quercus laeta* (encino), entre otros (Sandoval y Tapia, 2000).

Materiales y Método

Recolección de organismos

La obtención del pie de cría fue la primera fase del trabajo experimental, la cual consistió en ubicar los lugares con las plantas hospederas para iniciar la recolección de organismos. El nivel de defoliación del árbol indicó la presencia de orugas en desarrollo. La recolección se realizó en septiembre de 2008.

Se recolectaron manualmente 150 larvas entre el tercero y el quinto estadio de *C. ehrenbergii* en la Ciudad de México, en el pueblo de San Gregorio en la Delegación Xochimilco de diferentes árboles hospederos, los cuales fueron elegidos por su nivel de defoliación (Fig.5). Para la selección de los organismos, se consideraron los últimos tres estadios de desarrollo. Se inició la recolección, cuidando detalles como evitar dañar a los individuos ni a la planta hospedera. Se guardaron en cajas de cría para su transporte al laboratorio.

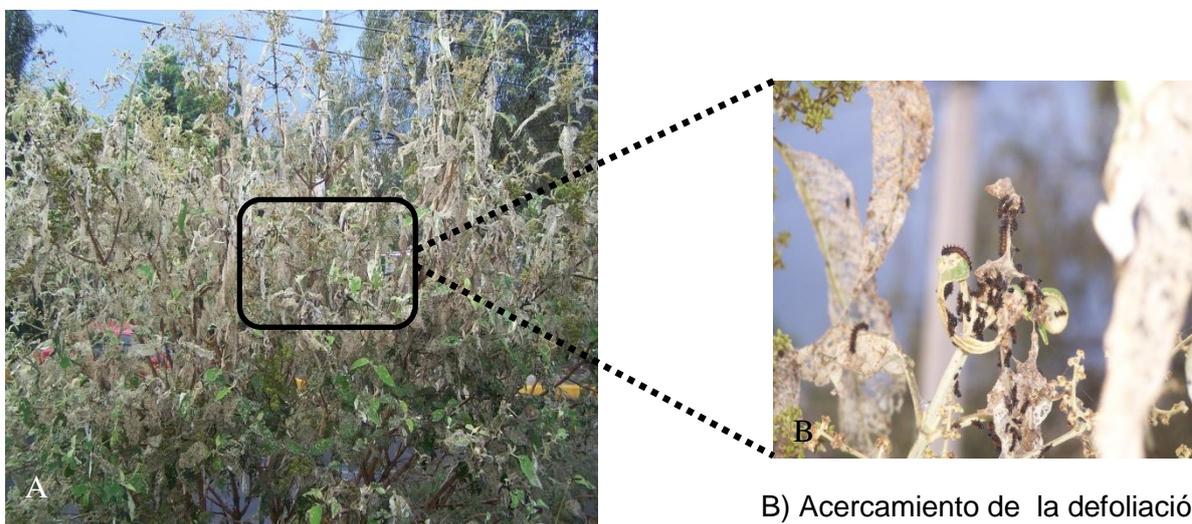


Fig.5. A) Planta hospedera de la cual fueron recolectadas las larvas (Tomada por Ibarra, 2008)

B) Acercamiento de la defoliación (Tomada por Ibarra, 2008).

Para las ramas más altas y de difícil acceso se usó un podador de largo alcance, cortando desde el suelo la rama donde se encontraban las orugas. Dentro de las cajas de cría se depositaron ramas con hojas de la planta hospedera junto a las orugas, para mantener la turgencia de las hojas el mayor tiempo posible, y así ayudar a mantener a los organismos juntos evitando su dispersión dentro de la caja.

Obtención del pie de cría

Se usaron cajas de cría para separar las larvas basándose en el tamaño, las ornamentaciones y la coloración de las orugas, obteniéndose mayormente del cuarto y quinto estadio. Las cajas tuvieron unas dimensiones de 22x36 cm con una profundidad de 14 cm (Fig. 6). Para las larvas de tercer estadio se colocaron en diez cajas diez organismos en cada una; las orugas de cuarto estadio fueron separadas en tres cajas con diez individuos cada una, mientras que las de quinto estadio se

usaron dos cajas con diez larvas cada una, haciendo un total de 15 cajas con 10 organismos (150 orugas totales).

El mantenimiento de las cajas fue de suma importancia para el desarrollo de los estadios faltantes de los individuos recolectados, se cambió diariamente la planta hospedera además de acondicionar la caja con papel secante el cual absorbió el exceso de humedad causada por las larvas.



Fig.6. Cajas de cría para las larvas recolectadas (Tomada por Ibarra, 2008).

Los adultos que emergieron fueron utilizados para la reproducción y obtención de los huevos para comenzar el ciclo. Para el apareamiento de las mariposas adultas, se construyó un pabellón de cría (Fig.7) con una armazón de tubos PVC cuyas dimensiones fueron 2.50 m x 2 m x1.50 m, recubierto de malla antiáfidos para evitar el acceso de otros organismos al interior. Se situaron tres plantas nutricias, las cuales fueron regadas tres veces por semana durante todo el estudio, para propiciar el apareamiento y oviposición de los adultos. También se colocaron cajas de petri con miel para la alimentación de las mariposas que fueron introducidas al pabellón de cría (Fig.6), acondicionándolos con la planta hospedera.



Fig.7. Pabellón acondicionado para la cría de *C. ehrenbergii* en condiciones naturales. A) Planta hospedera, B) Malla antiáfidos y C) Alimento(Tomada por Ibarra, 2008).

Ciclo biológico en condiciones naturales

Para el seguimiento del ciclo en condiciones naturales se utilizó el pabellón de cría, tomando en cuenta todo el ciclo biológico.

Se trabajaron dos generaciones a partir de la fase de huevo. Se obtuvo el pie de cría de las larvas recolectadas y se comenzó el ciclo dentro del pabellón.

Se observó el comportamiento larvario dentro del pabellón tomando en cuenta parámetros como humedad relativa, medida con un higrómetro, y temperatura, usando un termómetro para registrar los valores. Fueron reportadas también las diferencias respecto a dicho comportamiento en condiciones de laboratorio.

Ciclo biológico en condiciones de laboratorio

Se siguió el ciclo de 2 generaciones. La temperatura fue de $27\pm 2^{\circ}\text{C}$, y la humedad relativa de $59\pm 2\%$ la cual fue controlada con humidificador. Además se utilizó un sistema de aire acondicionado para mantener las condiciones constantes dentro del laboratorio (Fig.8).



Fig.8. Equipo con el cual se mantuvo el laboratorio en condiciones controladas en cuanto a temperatura y humedad. A) Aire acondicionado, B) Humidificador y C) Higrómetro (Tomada por Ibarra, 2008).

La alimentación fue con hojas frescas de la planta hospedera *B. cordata* las cuales fueron cambiadas diariamente para evitar su desecación y así no perder la turgencia ni los nutrimentos de la planta para la alimentación óptima de los organismos.

Primera generación

Para la primera generación, los huevos se obtuvieron de las hembras que se introdujeron al pabellón, una vez que se aparearon y ovipositaron sobre las hojas de la planta hospedera, los huevos se trasladaron recién ovipositados al laboratorio, donde la hoja del Tepozán fue colocada por el peciolo dentro de un tubo de agua para evitar su desecación y el desprendimiento de los huevos del envés de la hoja (Fig.9A y 9B).



Fig. 9.A) Hoja de *B. cordata* con huevos en el envés B) Acondicionamiento con un tubo con agua (Tomada por Ibarra, 2008).

Al eclosionar, fueron contabilizados los organismos. Se dividieron en dos cohortes, uno con 90 larvas para las condiciones naturales, y otro de 90 larvas para condiciones de laboratorio. Las larvas se tomaron cuidadosamente con un pincel de cerdas finas y se depositaron en las cajas de cría de manera uniforme. Se usaron seis cajas donde se colocaron 30 organismos en cada una.

Se observó el comportamiento de las larvas durante todo su desarrollo hasta la etapa de pupa, tal como el gregarismo durante diferentes horas del día, la ubicación de las larvas en la caja de cría y la forma de comer la hoja (Fig.10).



Fig. 10. Larva de *C. ehrenbergii* defoliando una hoja de *B. cordata* (Tomada por Ibarra, 2008).

Conforme las orugas fueron creciendo, a partir del tercer estadio fueron separadas en diez organismos por caja hasta que puparon (Fig.11).



Fig. 11 Cicloalexia de pupas en cajas de cría (Tomada por Ibarra, 2008).

Al emerger los adultos, fueron trasladados a jaulas de emergencia donde se les suministró como alimento fruta fermentada, disuelta en agua en un papel absorbente dentro de cajas petri con miel y una planta nutricia de *Lantana* sp. con flor y con ramas del árbol hospedero para propiciar la oviposición. Se separaron cinco parejas para la obtención de la segunda generación (Fig. 12).



Fig. 12. Cajas de emergencia (Tomada por Ibarra, 2008).

Segunda generación

Del pie de cría de la primera generación se obtuvieron cinco parejas que fueron apareadas para iniciar el ciclo, se obtuvieron los huevos para la segunda generación. El procedimiento para seguir el ciclo de vida fue similar que con la generación anterior, con la diferencia que se usaron dos cohortes con 75 orugas para condiciones naturales y 75 para condiciones de laboratorio.

Sobrevivencia

Con los datos generados del trabajo experimental se elaboraron las tablas de vida correspondientes para cada generación trabajada. La sobrevivencia representa el número de organismos de la generación inicial que llegaron con vida a la edad

exacta "x". El valor N_0 representa el tamaño de la cohorte inicial (nacimientos). El resto de los datos evaluados se consideraron de la siguiente fórmula (Rabinovich, 1980).

X	Edad	
l_x	Sobrevivientes a la edad x .	N_x/N_0
d_{x+1}	Individuos que mueren entre las edades x y $x+1$.	$N_x - N_{x+1}$
q_x	Probabilidad de mortandad entre x y $x+1$.	d_x/N_x
L_x	Media de la probabilidad de supervivencia entre dos edades sucesivas.	$(l_x + l_{x+1})/2$
T_x	Número total de días que quedan por vivir a los sobrevivientes que han alcanzado la edad x ; m representa la máxima edad alcanzada; la sumatoria se procede de abajo hacia arriba.	$\sum_m^x L_x$
e_x	Esperanza de vida (en las unidades de tiempo en que vienen expresadas las edades x).	T_x/l_x

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos de los días de duración de cada estadio de desarrollo y establecer si existieron diferencias significativas entre cada una de las condiciones, se realizó una prueba de t , donde usaron los datos de número de organismos que sobrevivieron a cada fase de desarrollo para cada generación donde la H_0 plantea que no hay diferencias significativas entre el desarrollo del ciclo en ambas condiciones, mientras que la H_a menciona que si existen diferencias significativas.

Resultados y Discusión

Obtención del pie de cría

De las larvas recolectadas en campo, sobrevivieron 50 larvas del tercer estadio, 12 del cuarto estadio y 13 del quinto estadio, totalizando 75 orugas que puparon, de las cuales emergieron 25 adultos. Producto del apareamiento de cinco parejas se obtuvieron en promedio 450 huevos, cada hembra puso entre 80 y 100. Se utilizaron 180 huevos para la primera generación, ya que las puestas fueron gregarias y el conteo exacto, en algunos casos, fue complicado. La razón principal de la muerte de organismos recolectados en campo, fue por parasitoides que atacaron a la oruga en diferentes estadios y que de acuerdo con Drummond *et al.*, (1969) el porcentaje de mortandad de larvas recolectadas de campo es alto, debido a que las condiciones de cría no están controladas.

Ciclo de vida

El número de ciclos en un año para esta especie fueron tres, considerándose a esta especie multivoltina, un ciclo para la recolección del pie de cría y dos para la primera generación, concordando con lo reportado por Hernández *et al.*, en 2008, en el que cita a *C. ehrenbergii* como una de las especies multivoltinas más frecuentes en Malinalco, Estado de México. En 2008, Pérez Salgado *et al.*, describieron también a *C. ehrenbergii*, que como plaga de tepozán, ataca a la planta en diferentes estaciones del año.

Como la mayor parte de la Familia Nymphalidae, *Chlosyne ehrenbergii* tuvo hábitos gregarios, desde la eclosión de la larva hasta que emergió la mariposa adulta. Al oviponer, la mariposa presentó una formación gregaria para la postura de los huevos en las hojas para cada planta, siguiendo este comportamiento por todos los estadios larvales, prepupa y pupa.

El ciclo constó de una fase de huevo, cinco estadios larvales, prepupa, pupa y adulto con una duración para cada generación (Cuadro 1 y 2).

Primera generación

Estadios	Días en laboratorio	Días en ambiente natural
Huevo	15-16	21-22
1° larval	8-9	9-10
2° larval	7-8	10-11
3° larval	6-7	9-12
4° larval	7-8	10-11
5° larval	8-9	7-8
Prepupa	3 horas	5 horas
Pupa	9-10	15-17
Adulto	5-7	13-14
Total del Ciclo	65-74	94-105

Cuadro 1. Estadios con intervalo de tiempo de *C. ehrenbergii*.

Segunda generación

Estadios	Días en laboratorio	Días en ambiente natural
Huevo	14-15	19-20
1° larval	7-8	8-9
2° larval	7-8	10-11
3° larval	8-9	9-11
4° larval	9-10	10-11
5° larval	8-9	9-10
Prepupa	3 horas	4 horas
Pupa	9-11	12-13
Adulto	5-8	9-11
Total del Ciclo	67-78	86-96

Cuadro 2. Estadios con intervalo de tiempo de *C. ehrenbergii*.

Oviposición. Generalmente, la mariposa adulta eligió la parte media del árbol donde las hojas fueron más jóvenes y tuvieron acceso a la luz del sol (Fig. 13A), evitando así las ramas más altas del árbol. El mecanismo de selección de la hoja fue bastante minucioso por parte de la hembra, se posó en diferentes ramas antes de elegir la adecuada para oviponer. Se deduce que la parte media del árbol donde escogió la hoja donde depositar los huevos fue porque las ramas estaban en mejor estado. Awmack y Leather (2002) reportaron que dentro del mundo de los insectos herbívoros, las hembras que encuentran una planta hospedera en malas condiciones, modifican su comportamiento de oviposición de diferentes formas, por ejemplo, poniendo menos huevos o ajustando su contenido nutrimental al momento de posar para dejarlos en la hoja. En casos extremos, las hembras reabsorben los huevos para así tener mayor energía y buscar una planta hospedera en mejores condiciones. Esto ratifica el comportamiento de *C. ehrenbergii* al tener minuciosa precaución para elegir la hoja adecuada para oviponer. La distribución de los huevos en el momento de la oviposición (Fig. 13B) evidentemente fue gregaria inclusive se llegaron a observar varias puestas encimadas de hembras diferentes; Chew y Robbins, (1984) reportaron un comportamiento similar para *Chlosyne lacinia* donde mencionan que algunos arreglos en la disposición de la oviposición de los huevos puede proteger de parasitoides a los que se sitúan en el centro de la puesta. Los huevos que se encontraron al interior de los racimos puestos por *C. lacinia* estuvieron protegidos, aún cuando un exceso de avispas fue colocado experimentalmente sobre la masa de huevos, ya que los parasitoides no pudieron introducir su abdomen entre huevos depositados muy compactamente. Dado que es del mismo género, se atribuye el comportamiento de una o varias hembras de oviponer en la misma zona con el fin de proteger a los huevos de ataques de parasitoides.

La selección de la hembra del lugar de ovoposición es una de las actividades de mayor importancia para las mariposas, ya que establece la viabilidad de la progenie determinando o no la probabilidad de que la oruga alcance suficiente recurso alimentario para su desarrollo. Un error de la hembra en la elección del sitio de ovoposición reduciría las probabilidades de que la oruga alcance el estado adulto (Singer & Ehrlich, 1991).



Fig.13A. Hembra oviponiendo
(Tomada por Ibarra, 2008)



Fig.13B. Huevos recién puestos
(Tomada por Ibarra, 2008).

Clark y Faeth en 1998 realizaron un experimento documentando el arreglo de la puesta y el número de huevos en *C. lacinia*, teniendo como resultado de sus observaciones, que el arreglo en la oviposición se debe también a la retención de humedad en los huevos. Dado que *C. lacinia* es del mismo género que *C. ehrenbergii*, la oviposición de ambas especies es muy similar, por lo que lo reportado en este trabajo respecto a la forma de la puesta puede también deberse a este factor, aunado a que la planta hospedera a veces puede ser la misma.

Huevo. Los huevos recién puestos midieron aproximadamente 1.5mm de largo y 1.3mm de ancho, de color amarillo y al transcurrir de tres a cinco días su coloración se oscureció hasta alcanzar un tono amarillo pardo (Fig. 14), esto se debió a que la eclosión de las larvas se acerca y se hace más evidente la oruga dentro del huevo. En el trabajo reportado por Drummond *et al.*, en 1969 con *C. lacinia* obtuvieron el oscurecimiento de los huevos de 24 a 48 horas después de la oviposición, teniendo en cuenta que la temperatura del lugar donde se realizó el experimento era más adecuada para el desarrollo más rápido del ciclo (39° C). En cuanto a la forma es ovalada y la parte apical es la que toma un color más oscuro.



Fig. 14. Huevos de *C. ehrenbergii*
a punto de eclosionar (Tomada por
Ibarra, 2008).

Larva. Con cinco estadios diferentes, dentro de los cuales los organismos fueron gregarios en todo momento, tanto en la alimentación como en el desplazamiento dentro de la planta hospedera.

Primer estadio larval. Al eclosionar del huevo (Fig.15), el movimiento de las larvas desplazamiento alrededor de la hoja fue mínimo, tan solo se agruparon para alimentarse y presentaron un tamaño de 1mm, la cabeza tuvo un color oscuro, amarillo en el tórax y abdomen, con tres pares de apéndices locomotores y cinco propatas respectivamente. Conforme iban saliendo del huevo, se juntaban uniformemente en el haz de la hoja para comenzar a alimentarse. Este comportamiento se observó en todas las generaciones.

El desplazamiento dentro de la hoja en el primer estadio fue prácticamente nulo, el único recorrido que se observó fue cuando el área de la hoja de donde se alimentaron iba siendo defoliada. Cabe mencionar que para el traslado de una parte de la planta hospedera a otra las larvas tejieron una red, al parecer fue usada como una especie de “andamio”, para sostener a los organismos juntos, mismo comportamiento reportado por Drummond *et al.*, (1969) en los primeros estadios de *Chlosyne lacinia*.



Fig. 15. Larvas en primer estadio sobre hoja de tepozán (Tomada por Ibarra, 2008).

Segundo y tercer estadio larval. El tamaño de las orugas se incrementó notablemente, alcanzando una medida para los organismos de segundo estadio de 0-5 a 0-7 mm, prácticamente lo doble que el estadio anterior. Su coloración se fue oscureciendo conforme pasaron los días. La alimentación se incrementó considerablemente. El gregarismo siguió presente tanto en la ingesta de la hoja como en el desplazamiento sobre la misma (Fig. 16). Inouye y Johnson en 2005, reportaron un comportamiento similar para *C. poecile*. El daño a la planta hospedera fue considerablemente mayor en estos dos estadios larvales. El nivel de defoliación fue mayúsculo, ya que fueron capaces de desplazarse en grupo, dejando solamente la nervadura de la hoja.



Fig. 16. Segundo y tercer estadios larvales alimentándose (Tomada por Ibarra, 2008).

Cuarto estadio larval. Las larvas midieron de 1.8 a 2 cm. las ornamentaciones fueron muy evidentes respecto al estadio anterior. La coloración cambió a negro con una franja dorada y las espinas se hicieron conspicuas en la totalidad del cuerpo de la larva. La demanda de alimento y de espacio se incrementó para las orugas (Fig. 17). El aposematismo presentado por las orugas de este estadio, fue más evidente en unas orugas que en otras, mostrando cierta independencia a la hora de la alimentación. Este comportamiento se atribuye a que, dado a la coloración aposemática y al desarrollo de ornamentaciones más evidentes que las otras orugas del grupo, la larva está más protegida, por lo que se despegó del grupo en el que habitualmente se encontraba para alimentarse. Las orugas que no presentaron de forma tan conspicua las espinas y coloración aposemática, siguieron con hábitos gregarios, tanto en la alimentación, como en el desplazamiento sobre la hoja. Inoyue y Johnson (2005), reportaron para *Chlosyne poecile* dentro de sus hábitos de alimentación, que en los últimos estadios de desarrollo (cuarto y quinto) las larvas tienden a separarse del grupo, ya que sus espinas son más grandes y su coloración les ayuda a protegerse de los depredadores.



Fig. 17. Grupo de larvas en cuarto estadio (Tomada por Ibarra, 2008).

Quinto estadio larval. Fue el último estadio larval de los organismos. Las ornamentaciones fueron evidentes por completo en tórax y abdomen resaltando el color dorado en la parte dorsal, y las espinas completamente desarrolladas. El tamaño fue de 2 a 3 cm, lo cual se atribuye a la alimentación que cada organismo consumió durante su desarrollo y al tamaño propio de la especie. La ingesta de hojas se incrementó notoriamente y el gregarismo no fue tan evidente como en los primeros estadios. En condiciones naturales, las larvas defoliaron una gran parte del árbol, y tampoco mantuvieron la conducta gregaria (Fig. 18). Pérez-Salgado *et al.*, (2008), realizaron un estudio centrándose en la larva de *C. ehrenbergii* como plaga de *Buddleja sessiflora*, donde señalan que en el inicio de desarrollo larvario temprano, el daño no es significativo, pero conforme las orugas van creciendo y aumentando su necesidad de alimento, la voracidad en posteriores estadios de la larva es tal que devoran todo el follaje. Aunado a esto, Whalberg (2000), explica que la alta relación que tienen las especies de lepidópteros de la tribu Melitaeini con sus plantas hospederas, al grado de coevolucionar, pueden llegar en algunos a afectar la salud y el estado de la planta, inclusive llegando a matarla. En este último estadio larvario, los organismos fueron más independientes y fueron separándose del grupo, buscaron un sitio diferente para pupar a donde se encontraron la mayor parte del

tiempo durante el desarrollo larvario, ocurriendo lo mismo que reporto Drummond *et al.*, en 1969 para el mismo estadio en *C. lacinia*.



Fig.18. Quinto estadio de desarrollo (Tomada por Ibarra, 2008).

Prepupa. Este estadio se caracterizó por la elección de un espacio de las larvas para pupar. En laboratorio, dentro de las cajas de cría, las larvas se acomodaron de un solo lado, manteniendo el comportamiento gregario hasta este momento de su desarrollo. En condiciones naturales las larvas se dispersaron por el pabellón perdiendo la conducta gregaria, esto se atribuye a que el espacio con el que contaron fue mucho mayor, y la elección del lugar para pupar fue más amplia. Tuvieron color miel con manchas negras poco definidas (Fig. 19).

Pupa. En laboratorio, tuvieron un tamaño de entre 2 y 3 cm, fueron de color amarillo con manchas negras, se sujetaron con un hilo de seda de las tapas de las cajas de cría, sin un espacio determinado entre cada una de ellas, manteniendo así la conducta gregaria. Rhan, (1969), reportó una conducta gregaria para las pupas de *Nymphalis antiopa*, criadas en cautiverio, coincidiendo con este estudio al reportar una mayor congregación de pupas en la esquina donde había más concentración de luz. Al sentir cierto contacto, las pupas respondían moviéndose de un lado hacia el otro. En el caso del pabellón, las pupas no tuvieron una conducta gregaria tan marcada como en el laboratorio, buscaban un lugar escondido entre las hojas de la planta hospedera para pupar, o bien las zonas altas de pabellón donde la luz del sol fue mas directa, aprovechando al máximo la cantidad de luz. (Fig. 19).



Fig. 19. Prepupa (centro) y pupas de *C. Ehrenbergii* (Tomada por Ibarra, 2008).

Adulto. El imago eclosionó para así completar el ciclo biológico. (Fig. 20) Es una mariposa negra con marcas amarillas en la parte dorsal, mientras que en la parte ventral de ambas alas tiene rayas amarillas muy marcadas. Hay dimorfismo sexual, el cual es visible gracias a que las valvas de la hembra son de color blanco en el área de su abdomen, mientras que en el macho no tienen distinción. Higgins en 1960, reporta que en *C. ehrenbergii* la genitalia en los machos son muy similares, y es muy difícil encontrar un carácter distintivo, mientras que en las hembras hay más posibilidades. En cuanto al tamaño, las hembras fueron 1.5 centímetros más de expansión alar que los machos, esto puede deberse a que dentro del ciclo, las hembras, al tener un periodo de vida más largo, necesitan un tamaño mayor para soportar la cantidad de funciones que tienen que hacer, como alimentarse, copular, buscar plantas hospederas, especificar el sitio de oviposición y por último dejar la descendencia. Higgins, en el mismo trabajo señala un tamaño mayor en expansión alar de las hembras respecto a la de los machos. Dentro del pabellón de cría, las mariposas adultas solían posarse en donde la luz del sol fue más directa, e iniciaron su actividad alrededor de las 10 hr., hasta las 17 hr., que fue cuando la temperatura comenzó a descender y no hubo la misma iluminación, a diferencia de lo observado en condiciones naturales, en laboratorio se tuvo una temperatura constante así que la actividad de los organismos inició alrededor de las 9:00 hr., hasta las 18 hr.



Fig. 20. Adulto de *C. ehrenbergii* (Tomada por Ibarra, 2008).

Sobrevivencia

Para la medición de la sobrevivencia, se efectuaron los cálculos correspondientes para ambas generaciones (Anexo 1) en tablas de vida, de acuerdo con Rabinovich, (1980).

Condiciones Naturales

Para el caso de la sobrevivencia de los organismos en condiciones naturales, la primera cohorte dio como resultado una menor sobrevivencia en los primeros estadios larvales, siendo estas sus fases críticas, mientras que del segundo estadio hasta el quinto, la línea de sobrevivencia se mantuvo estadísticamente constante, mostrando una decadencia en el estadio de pupa y adulto (Fig. 21). Esto puede explicarse porque la primera generación se trabajó en los meses de octubre a enero, cuando la temperatura fue más baja (otoño-invierno) y las condiciones fueron menos favorables para el desarrollo de la especie. También es bien sabido que las

mariposas que ponen una gran cantidad de huevos, es porque generalmente son vulnerables en alguna fase de su desarrollo, y en el caso de *C. ehrenbergii* fueron los primeros dos estadios, lo cual pudo deberse a la competitividad por el alimento, o a factores como temperatura y humedad que no fueron estables. En la segunda generación (Fig. 22), la cual fue de marzo a junio, las condiciones fueron más óptimas para su ciclo biológico, por lo que la sobrevivencia entre los estadios fue mayor excepto en la etapa del último estadio a pupa. La mayoría de las muertes ocurridas en las dos generaciones, se dio en los primeros estadios de vida, concordando con Rabinovich, (1980), donde reporta que la mayor parte de los animales que tiene estados larvales muy marcados, seguidos con una metamorfosis para llegar a la condición de adulto, suelen evidenciar mortalidades relativamente altas en las etapas más jóvenes.

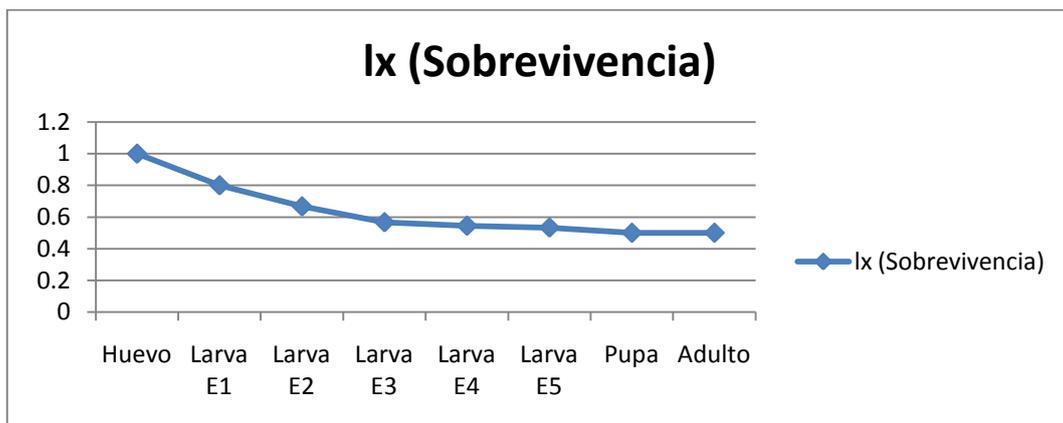


Fig. 21. Sobrevivencia de la primera generación en condiciones naturales

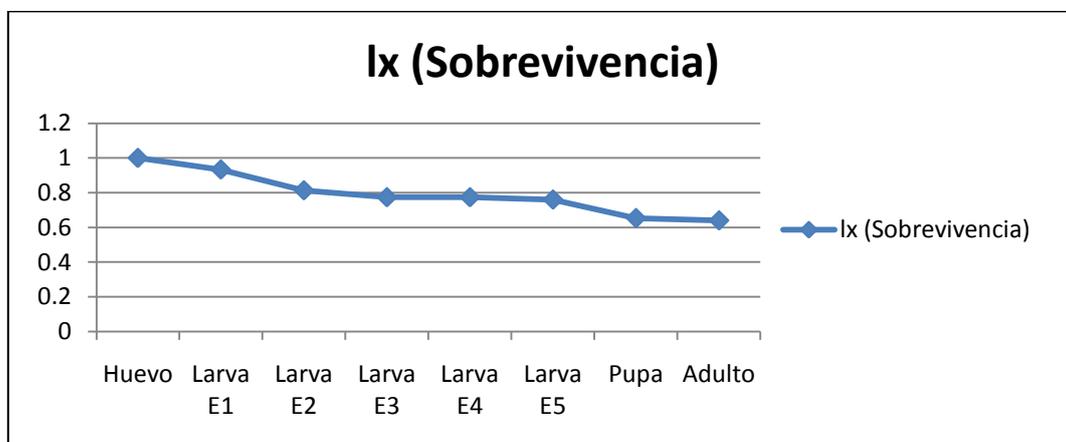


Fig. 22. Sobrevivencia de la segunda generación en condiciones naturales

Condiciones de laboratorio

En la primera generación (Fig. 23), se observó una fase crítica en los dos primeros estadios, mientras que en las demás etapas de desarrollo la curva de sobrevivencia es constante, lo cual indica que en las condiciones de laboratorio, a temperatura y humedad relativa controladas, el organismo tiene un ambiente más óptimo para su desarrollo, teniendo menos mortalidad a lo largo del ciclo. Igual ocurrió en la segunda generación (Fig. 24), donde la curva fue muy similar a la anterior. El que no haya mucha variación entre los datos de sobrevivencia es comprensible, porque a

diferencia de las generaciones en condiciones naturales, las trabajadas en laboratorio tuvieron entornos similares, tanto así que la sobrevivencia en el total de los organismos fue casi la misma. Es importante señalar que el menor índice de sobrevivencia, al igual que en las otras generaciones, fue en los primeros estadios de vida.

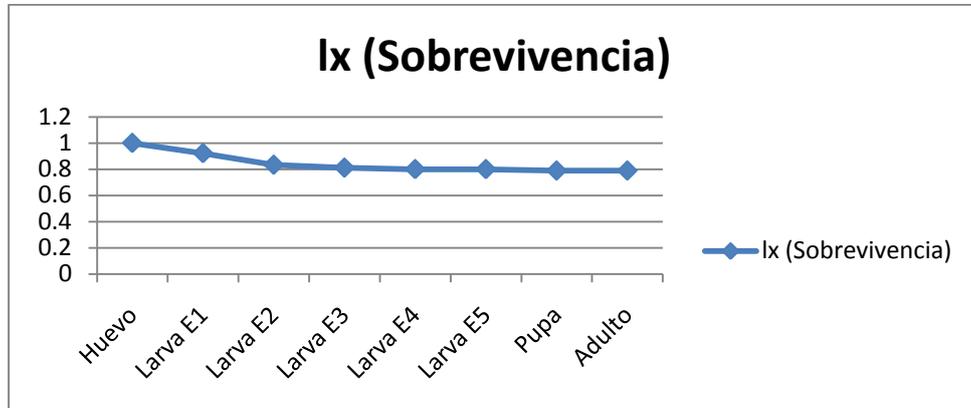


Fig. 23. Sobrevivencia de la primera generación en condiciones de laboratorio

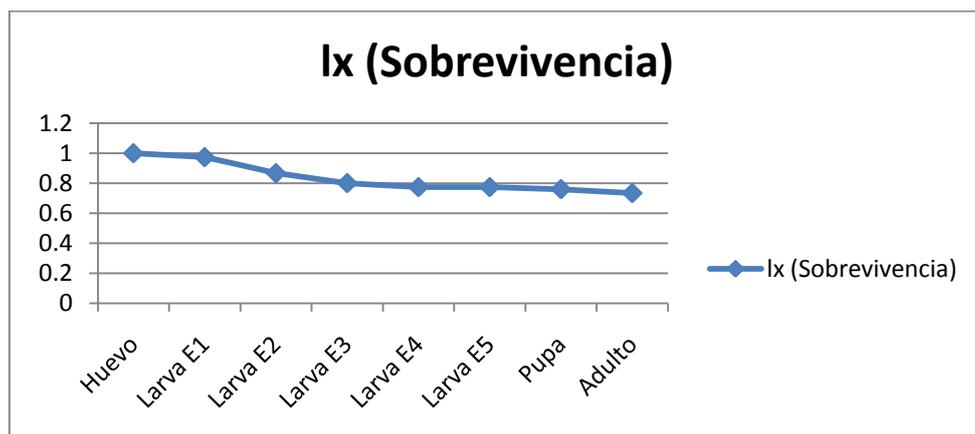


Fig. 24. Sobrevivencia de la segunda generación en condiciones de laboratorio

Comparación del ciclo biológico en condiciones naturales y de laboratorio

Los hábitos que mostraron los organismos tanto en condiciones naturales como de laboratorio tuvieron algunos contrastes. Se observaron a las orugas durante todo el ciclo en ambas condiciones. Dentro del laboratorio, las larvas tuvieron conducta gregaria marcada en todas las fases de desarrollo, y aunque las orugas utilizan esta estrategia como defensa principalmente contra parasitoides, dentro de las cajas de cría, al no presentar enemigos naturales, la tendencia del gregarismo se atribuyó a otras cuestiones, como la alimentación y a que el espacio con el que contaron fue más reducido. Las orugas en el quinto estadio se aglomeraron en las tapas de las cajas donde había más concentración de luz, sin importar el hecho de que en las pupas no está reportado el gregarismo para condiciones naturales, ya que a la hora de emerger, los imagos pueden estorbarse unos con otros y no desplegar sus alas de forma correcta. Este comportamiento en la fase de pupa fue observado por Rhan, en 1969, en pupas de *Nymphalis antiopa*. En condiciones naturales, las orugas mantuvieron en los primeros estadios una conducta gregaria, siendo que en los

últimos dos, las larvas se fueron separando para buscar el mejor lugar para formar su crisálida, por lo que no se encontró aglomeración de pupas en el pabellón de cría.

En el caso de la alimentación, fue notorio que en el cuarto estadio las larvas comenzaron a comportarse de diferente forma a los estadios anteriores, ya que mostraron más independencia tanto en la alimentación como en el desplazamiento en la hoja, concordando con lo reportado por Inouye y Johnson, (2005), con *Chlosyne lacinia* donde sugieren que las distribuciones de los estadios más grandes son el resultado de la dispersión al azar hacia el alimento y no un mecanismo activo para evitar a otras larvas. En condiciones de laboratorio, se mantuvieron en la caja de cría con alimento constante, por lo que no se observó la necesidad de desplazamiento, aunado a que el espacio de la caja fue más reducido.

La duración de los ciclos en las condiciones que se trabajaron fue diferente para las dos generaciones, en ambas el ciclo de vida fue más corto para las desarrolladas en laboratorio, comparados con los ciclos en el pabellón de cría. Drummond *et al.*, (1969), trabajaron la cría de *C. lacinia* y reportaron que el ciclo de vida fue mas largo en condiciones de laboratorio que bajo condiciones de campo, atribuyendo este hecho a que en condiciones naturales los organismos se desarrollaron a una temperatura de 39°C, lo cual incrementó el ritmo de alimentación dando como resultado el desarrollo rápido de las orugas, mientras que en el laboratorio tuvieron una temperatura menor, (27±1° C). Cabe señalar, que en el presente trabajo, la temperatura ambiente no fue tan elevada (15±2°C para la primera generación y 20±2° C para la segunda generación), esto se debió a la época del año (septiembre-junio). Se observó que las hembras emergieron antes que los machos en la mayoría de los casos, siendo que los machos salieron de la crisálida alrededor de 12 a 24 horas después que las hembras, listos para la cópula. La función primordial del macho adulto, fue la reproducción, puesto que después del apareamiento, éste vivió uno o dos días menos, al igual su alimentación fue menor, observando que el imago macho necesitó menos ingesta que la hembra. En todos los casos, la hembra vivió más tiempo que el macho, esto es debido a que la hembra tuvo que buscar una planta hospedera, seleccionar minuciosamente la hoja donde depositará los huevos y realizar la oviposición tomando más tiempo y también más energía, por lo que su lapso de vida fue de uno o dos días más.

Para *C. ehrenbergii* en la etapa de huevo, Pérez-Salgado *et al.*, (2008) registraron una duración de 14 a 15 días, para el periodo de larva, tiene reportado como duración 32 días, mientras que para la pupa, observó de siete a nueve días. Cabe mencionar que este trabajo fue realizado en Chilpancingo, Guerrero, por lo que las condiciones climáticas no son las mismas que la zona centro del país. En la capital guerrerense se tiene una temperatura anual promedio de 21.9°C con un clima cálido sub húmedo según los datos del INEGI (2005). Es bien conocido que la temperatura y humedad relativa son dos aspectos que influyen directamente en el desarrollo de los lepidópteros. El argumento viene apoyado por el trabajo realizado por Rubí (2008), donde estudio el efecto de la reducción de la temperatura en el estadio pupal de *C. ehrenbergii*, donde explica que las diferencias entre los intervalos de días para los diferentes estadios de desarrollo de esta especie entre ambos estudios pudieron deberse a la temperatura y las condiciones de humedad a la que se llevó a cabo cada experimento. Otra atribución que es importante mencionar para la diferencia de intervalo de tiempo, fue que las orugas de éste trabajo fueron alimentadas con *B.*

cordata, mientras que las larvas ocupadas para la investigación de Pérez-Salgado *et al.*, (2008), fue utilizada la planta hospedera *B. sessiflora*. Mendoza, (2003), menciona que ambas pertenecen a la familia Loganiaceae, la composición de la planta hospedera puede ser diferente en cuanto a metabolitos secundarios y nutrientes que aportan para el desarrollo de la mariposa, por lo que probablemente también sea un factor que influya en el tiempo del ciclo biológico.

El tamaño de los organismos, tanto larva como adulto, fue diferente en laboratorio y en condiciones naturales. Las larvas que se encontraron en el pabellón de cría, tuvieron un tamaño mayor respecto a las criadas en laboratorio, en todos los estadios exceptuando el primero. Las pupas y adultos fueron más grandes también. Esto pudo deberse a la alimentación, puesto que las larvas que estuvieron en el pabellón de cría, recibían los nutrimentos directamente desde la planta hospedera, mientras las que estaban en las cajas de cría, el alimento se les cambiaba diariamente, pudiendo haber perdido turgencia las hojas a lo largo del día, y por ende, nutrimentos necesarios para un desarrollo mayor. También puede atribuirse esta situación al espacio con el que contaban ambos experimentos.

La alimentación en los estadios larvales es fundamental, pero si esta no es adecuada, variará la fecundidad (Boggs, 1986). Los patrones reproductivos involucran consideración no sólo del número y tamaño de los huevos sino también la distribución de éstos en el tiempo y el espacio (inicio de la oviposición, tasa de oviposición, tamaño de la puesta) (Labine, 1968), además, de otros factores como la alimentación y el espacio para el cortejo.

El apareamiento de *C. ehrenbergii* se dio a partir del séptimo día, comenzando con un cortejo de vuelo. Dentro del pabellón donde se reprodujeron, los machos permanecieron quietos pegados en la malla, mientras que las hembras tuvieron mayor actividad volando de un extremo al otro. En algunas ocasiones más de un macho intentó copular con la misma hembra, esto se atribuye a que se tuvieron entre 50 y 70 organismos dentro del pabellón y al tener contacto cercano entre gran número de organismos adultos, puede ser la razón por la cual más de un macho intentaba copular con la misma hembra. El comportamiento mostrado por los machos de permanecer posados sobre la malla puede explicarse porque éstos, al no tener una señal química, usan la visión para encontrar a las hembras, Rutowsky, (1991), describe que los machos en su hábitat natural localizan a las hembras buscándolas o bien posan donde es probable que aparezcan, usando señales visuales, los machos pueden identificar y localizar lugares como punto de referencia. El tamaño de la mariposa influyó de una manera importante en la distancia en la que un macho puede detectar a la hembra. Para las especies de tamaño pequeño, el cual es el caso de *C. ehrenbergii*, no tienen la capacidad de encontrar hembras a grandes distancias por medio de la visión, por lo que usan estrategias como posarse en algún sitio y esperar.

El tiempo de apareamiento fue de entre 30 y 45 minutos, los machos esperaron posados en la malla y las hembras fueron las que tuvieron más actividad de vuelo, para indicar la aceptación de la hembra hacia el macho, ésta doblaba el abdomen por la parte dorsal hacia afuera, mostrando las valvas para facilitar la inserción del espermatóforo, el cual contiene el esperma y esta formado por carbohidratos, proteínas y lípidos, regularmente constituye un 7% del peso del macho. Después del

apareamiento (Fig. 25), el componente proteico es movido hacia los huevos de la hembra (Rutowsky, 1991).



Fig. 25. Apareamiento de *Chlosyne ehrenbergii*. (Tomada por Ibarra, 2008)

Análisis estadístico.

El valor de la prueba de T realizada a la primera generación en ambas condiciones para la sobrevivencia fue de 0.0015, es decir, menor al alfa de 0.05, por lo tanto se rechaza H_0 y se puede decir que si existieron diferencias significativas en el número de organismos sobrevivientes entre el desarrollo del ciclo en condiciones naturales y de laboratorio, teniendo este último un mayor índice de sobrevivientes desde la etapa de huevo hasta adulto (Cuadro 3). Esto puede deberse a que las condiciones de temperatura y humedad relativa dentro del laboratorio fueron constantes, mientras que el desarrollo del ciclo en el pabellón las condiciones no fueron controladas, siendo que la primera generación comenzó en otoño y concluyó el ciclo en invierno. La media para los organismos sobrevivientes en condiciones naturales fue de 57.5, mientras que para condiciones de laboratorio fue de 75.87.

Primera generación.
Condiciones naturales

Estadio	Número de organismos
Huevo	90
Larva E1	72
Larva E2	60
Larva E3	51
Larva E4	49
Larva E5	48
Pupa	45
Adulto	45

Primera generación
Condiciones de laboratorio

Estadio	Número de organismos
Huevo	90
Larva E1	83
Larva E2	75
Larva E3	73
Larva E4	72
Larva E5	72
Pupa	71
Adulto	71

Cuadro 3. Duración en días de los organismos durante la primera generación en ambas condiciones

El valor de la prueba de T realizada a la segunda generación fue de 0.47, es decir, mayor al alfa de 0.05, por lo tanto se acepta la H_0 y se puede decir que no existen diferencias significativas entre ambas condiciones. Aunque en el laboratorio se tuvo de nuevo una mayor sobrevivencia respecto al pabellón, ésta no fue tan marcada como en la primera generación. Siendo que la segunda generación se desarrolló en

primavera, factores como la temperatura, la cual fue más constante respecto a la temporada de invierno, es que se atribuye que no hayan existido diferencias significativas con tan solo 48 organismos que sobrevivieron en condiciones naturales, por 55 en laboratorio, teniendo números similares de sobrevivencia a lo largo de todo el ciclo. (Cuadro 4), además de que las medias fueron parecidas en ambas condiciones, 59.5 para condiciones naturales y 62.62 para laboratorio.

Segunda generación. Condiciones naturales		Segunda generación Condiciones de laboratorio	
Estadio	Número de organismos	Estadio	Número de organismos
Huevo	75	Huevo	75
Larva E1	70	Larva E1	73
Larva E2	61	Larva E2	65
Larva E3	58	Larva E3	60
Larva E4	58	Larva E4	58
Larva E5	57	Larva E5	58
Pupa	49	Pupa	57
Adulto	48	Adulto	55

Cuadro 4. Duración en días de los organismos durante la segunda generación en ambas condiciones

Especificidad del sitio de oviposición

El comportamiento del organismo fue de recorrer varias hojas a la altura media del árbol, por lo regular las ramas más externas, palparlas con los apéndices hasta que se decidió a oviponer. La hoja seleccionada siempre fue turgente y buen estado. En el caso de la planta hospedera, es conocida por su contenido de terpenos y alcaloides para uso medicinal, por lo que posiblemente sean utilizados por la hembra para la elección de la hoja donde dejará su descendencia. (Mendoza, 2003). La relación mariposa-planta hospedera es fundamental para el ciclo biológico de los lepidópteros; la especificidad de la selección del sitio de oviposición, según lo reportado por Chew y Robbins, (1984), es porque existen asociaciones taxonómicas específicas entre mariposas y angiospermas medidas por los metabolitos secundarios de las plantas. Evidentemente la planta hospedera forma una parte fundamental para la especificidad del sitio donde la hembra elige situar su descendencia, en este caso, *B. cordata*, esta ubicada en la Familia Scrophulariaceae, la cual es citada por Whalberg, (2000), como una de las familias de plantas más comunes donde ovipone la tribu de mariposas Meliataeinae, a la cual pertenece *C. ehrenbergii*. En ese mismo trabajo, se explica que, las plantas al tener componentes secundarios usados contra depredadores, los insectos fitófagos hospederos específicos de dicha planta generan resistencia a sus mecanismos químicos de defensa, por lo que la teoría que presenta es que existe una coevolución entre ambas partes y hay correlaciones mutuas en los procesos evolutivos. Durante tal transcurso de coevolución es donde se produce la alta especificación insecto-planta, y eso puede explicar la razón por la cual, el hospedero de *C. ehrenbergii* está ubicado en la familia que tiene más especies de plantas hospederas reportadas para la tribu Meliataeinae.

Parasitoides

Las larvas recolectadas para el pie de cría fueron afectadas por parasitoides en dos etapas del desarrollo. De las 75 larvas, 38 presentaron ataques por parasitoides. El tercer estadio, fue afectado por una mosca taquínida (Fig. 26), la cual usó como estrategia alimentarse de la oruga, para después salir de ella y completar su ciclo pupando al exterior (Fig. 27). Otro parasitoide que afectó a la larva entre el tercer y quinto estadio fue una avispa bracónida (Fig. 28), salía de la oruga para tejer un capullo (Fig.29) en el cual pupaba, para salir como adulto. Las orugas fueron recolectadas en el mes de septiembre; según Dempster, (1984), los parasitoides naturales de los lepidópteros tienden a incrementar sus poblaciones a finales de verano, por lo que la recolecta en campo sufrió de dichas consecuencias. Drummond *et al.*, (1969), reportaron el parasitoide *Apanteles lunatus* para *C. lacinia*, que describieron como un organismo que emerge de la larva como un huevecillo amarillo al lado de la oruga moribunda durante o antes del tercer estadio, además reportaron que las larvas en últimos estadios que recolectaron en campo, 48.6% estuvieron parasitadas, cuando el 50.6% de las larvas recolectadas murieron por parasitoides.



Fig. 26 y 27. Parasitoides: Adulto y pupa de taquínido y adulto de avispa bracónido (Tomada por Ibarra, 2008).



Fig. 28. Pupa de parasitoide de taquinido



Fig. 29. Capullos de parasitoides Bracónidos (Tomada por Ibarra, 2008)

De los 25 adultos que emergieron de las orugas recolectadas en campo, cinco fueron atacadas por una avispa (Hymenoptera: Ichneumonidae) (Fig. 30). Éstos emergieron junto con la mariposa adulta, sin causarle la muerte ya que dentro de las cajas de cría emergieron de la misma pupa, tanto la avispa como el lepidóptero adulto. Drummond *et al.*, (1969), reportaron parasitoides para la pupa de *C. lacinia*, mencionando a *Cratichneumon vinnulus*, que fue criada dentro de la pupa, y mencionan que la larva fue atacada por la avispa en el quinto estadio de *C. lacinia*, concordando con lo que sucedió con *C. ehrenbergii*, ya que probablemente las larvas recolectadas ya estaban parasitadas. Además se reportó que el porcentaje de parasitismo para estos casos fue bajo, de 177 larvas recolectadas en los últimos dos estadios, sólo el 14.1% fue afectado, mientras que para este trabajo fue del 6.6%.



Fig. 30. Avispa adulta (Hymenoptera:Ichneumonidae) (Tomada por Ibarra, 2008).

Williams (1997), reportó el que hasta el año de 1997 había sido el único registro de parasitismo del género *Agrypon* (Hymenoptera:Ichneumonidae) en la familia Nymphalidae, siendo la especie *Chlosyne harrisii* la mariposa afectada. También reportó que dos orugas fueron encontradas en los dos últimos estadios de desarrollo, de las cuales ambas puparon y de una de esas crisálidas emergió la

avispa. Dichos resultados son similares a los obtenidos ya que también se registra a los últimos estadios de desarrollo de importancia vital para la aparición de avispas icneumónidas.

Dos de los parasitoides reportados en este trabajo, fueron endoparasitoides koinobiontes, ya que se alimentaron internamente de su hospedero y le permitieron seguir viviendo algunas fases más de su desarrollo. Por su parte, la avispa icneumónida probablemente sea una forma cleptoparásita, ya que aprovechó el recurso de la pupa de la mariposa para completar su ciclo biológico sin darle la muerte ya que ambas emergieron al mismo tiempo. Se sabe que algunas especies de endoparasitoides han establecido una simbiosis con virus para contrarrestar el sistema inmune de sus hospederos deteniendo una de las relaciones más complejas y especializadas dentro de los insectos (Whitfield, 1992).

Conclusiones

- Se obtuvieron 150 larvas del pie de cría para la reproducción en condiciones naturales y de laboratorio.
- El ciclo biológico en condiciones naturales fue de 94 a 105 días en la primera generación y de 86 a 96 días para la segunda generación.
- El ciclo biológico en laboratorio fue de 65 a 74 días en la primera generación y de 67 a 78 días para la segunda generación.
- El ciclo biológico constó de una fase de huevo, cinco estadios larvales, prepupa, pupa y adulto.
- El gregarismo en los primeros tres estadios larvales fue más marcado en condiciones de laboratorio que en ambiente natural.
- Los machos emergieron más rápido que las hembras, pero estas últimas vivieron entre 24 y 36 horas más.
- En el periodo otoño-invierno, el ciclo fue más largo que en invierno-primavera.
- El desarrollo en laboratorio del ciclo de vida tuvo 30 días menos de duración que en condiciones naturales para la primera generación y 19 días menos para la segunda generación.
- En invierno, existió una diferencia significativa entre ambas condiciones, siendo más favorable el desarrollo en laboratorio.
- En primavera, no existieron diferencias significativas entre ambas condiciones.
- Se reportaron dos parasitoides koinobiontes diferentes los cuales tuvieron injerencia directa en el ciclo biológico en el hábitat natural de la mariposa.

Literatura Citada

- Arnett Jr R H. 2000. American Insects: A Handbook of the Insects of America North of Mexico. CRC Press. Boca Raton. Florida, USA. 1003 pp.
- Awmack, C.S. & S.R. Leather. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review Entomology* 47:817-844.
- Bauer, D L. 1960. Descriptions of two new *Chlosyne* (Nymphalidae) from Mexico, with a discussion of related forms. *Journal of the Lepidopterist's Society*,14: 148-154.
- Beutelspacher, R. C. 1980. Mariposas diurnas del Valle de México. Ediciones Científicas. México, Distrito Federal. 134pp.
- Beutelspacher, B.C.R. 1988. Las mariposas entre los antiguos mexicanos. Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 103pp.
- Brown, K. S. y Trigo, Jr. 1991. Conservation of Neotropical Paleoenvironments: Insects as indicators. **In:** Collins, N. M and J.A. Thomas(Eds), *Conservation of Insects and their Habitats*. Press London,349-404p.
- Boggs, C. L. 1986. Reproductive strategies of female butterflies: variation and constrains on fecundity. *Ecological Entomology*, 11:7-15.
- Catling, P.M. y Layberry, R.A.1998. Distribution and biology of *Chlosyne gorgone carlota* (Nymphalidae) at its northeastern limit. *Journal of the Lepidopterist's Society*, 52(1):98-104.
- Chew, F. y Robbins, R. K. 1984. Egg-laying in butterflies.**In:** R. I. Vane-Wright and P. R. Ackery (Eds.) *The biology of butterflies*. Academic Press, London. 65-79 p.
- Clark, B.R., and Faeth, S.H. (1998) The evolution of egg clustering in butterflies: A test of the egg dessication hypothesis. *Evolutionary Ecology*,12:543-552.
- De la Maza, R. R. 1987. Mariposas Mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México D.F., 1300 pp.
- Dempster, J.P. 1984. The Natural Enemies of Butterflies.**En:** Vane-Wright, R.I. y Ackery, P.R. (Eds). *The biology of the butterflies: Symposium of the Royal Entomological Society of London Number, 11*, 97-104 pp.
- Drumond, B., Bush., G. y Emmel, T. 1969. The biology and laboratory culture of *Chlosyne lacinia* Geyer (Nymphalidae).*Journal of the Lepidopterist's Society*. 24 (2): 135-142.
- FES Iztacala. 2007. Portal de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. <http://www.iztacala.unam.mx/generalidades/edif/index.html>. Consultado: 9 noviembre 2010.

- Fagua G. & N. Ruiz. 1996. Relaciones de herbivoría entre papiliónidas (Lepidoptera) y especies de *Aristolochia* (Aristolochiaceae). **En:** Insectos de Colombia, Estudios Escogidos. Andrade-C M. G., Amat-García G. & F. Fernández.(Eds.) Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. 473-541pp.
- Flores V.O. y Gerez P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: Vertebrados, vegetación y uso de suelo. 2da. Ed. UNAM.Facultad de Ciencias, México. 431-439pp.
- Gatrelle, R.R.1998. The rediscovery, taxonomy, and biology of *Chlosyne gorgone gorgone* and *Chlosyne ismeria* (Nymphalidae) in Buke County, Georgia. The taxonomic Report of the International Lepidoptera Survey. 1(2):1-9.
- Heppner, J. B. 1998. Classification of Lepidoptera, Part 1. Holarctic Lepidoptera (Suppl. 1) 5:1–148.
- Hernández-Mejía, C., Llorente-Bousquets,J., Vargas-Fernández, I. y Luis-Martínez, A. 2008. Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 79:117-130.
- Higgins, L. G. (1960), A revision of the *Melitaeine* genus *Chlosyne* and allied species (Lepidoptera: Nymphalinae) Transactions of the Royal Entomological Society of London, 112:381–465.
- Inouye, B.D. y Johnson, D.M. 2005. Larval aggregation affects feeding rate in *Chlosyne poecile* (Lepidoptera:Nymphalidae).Florida Entomologist,88(3):247-252.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, 2005. Enciclopedia de los Municipios del Estado de México. Gobierno del Estado de México.
<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/mexico/> Consultado 30 marzo 2011
- Justus, C.M., Pasini, A., De Oliveira, E.D.M. 2003. Biología e Preferência da Lagarta do Girassol, *Chlosyne lacinia saundersii* (Lepidoptera: Nymphalidae) na Planta Daninha Losna Branca,*Parthenium hysterophorus* (Asteraceae).Neotropical Entomology 32(1):163-166.
- Labine, P.A. 1968. The population biology of the butterfly *Euphydrya seditha*. VIII. Oviposition and its relation to patterns of oviposition in other butterflies. Evolution 22:799-805.
- Llamas, G.2008. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera:Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: Estado actual y perspectivas futuras. Las prensas de ciencias, UNAM. México D.F. 57-70p.
- Llorente, J.A., Pozo, C. Luis, A. M. 1993. *Anetia thirza thirza* (Lepidoptera: Nymphalidae). Publicación Especial del Museo de Zoología. 7(3): 63-87.

- Llorente, B., A. Luis, I. Vargas y J. Soberón. 1996. Papilionoidea (Lepidóptera). **En:** J. Llorente, A. García-Aldrete y E. González (Eds.), Biodiversidad, Taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Instituto de Biología, UNAM, México. 531-548p.
- Martínez, A. L., Llorente J. B., Vargas F. I., y Gutiérrez A. L. 2000. Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México. Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias. UNAM, México D.F. 275-285p.
- Mendoza, P. L. 2003. El Tepozán. Facultad de Ciencias. UNAM México D.F. 32p
- Moreno, R. 1998. Análisis económico del proyecto de fauna: cría de mariposas Instituto Alexander Von Humboldt. Colombia. 25pp.
- Neck, R. 1972. Foodplant ecology of the butterfly *Chlosyne lacinia* Geyer (Nymphalidae) I. Larval food plants. Journal of the Lepidopterist's Society. 27 (1): 135-142.
- Neck, R. 1980. Aberrant specimen of *Chlosyne lacinia* from central Texas resembles tropical form. Journal of the Lepidopterist's Society. 34 (4):363-364.
- Pérez-Salgado J., M.D Ángel-Ríos., Díaz E. Hernández-Castro. 2008. Aportaciones a la biología de *Chlosyne ehrenbergii* (Striped Patch plaga de *Buddleja sessiflora* K. planta medicinal. **En:** Estrada, V.R.G., A. Equihua M., J.R. Padilla R. y A. Mendoza E. (Eds). Entomología Mexicana. 7:194-197.
- Priestaff, R C. 1970. Courtship and mating between *Chlosyne neumoegeni* and *Chlosyne californica* (Nymphalidae). Journal of the Lepidopterist's Society. 24: 226-233.
- Rahn A.R. 1969. Gregarious habit of chrysalids of *Nymphalis antiopa*. Journal of the Lepidopterist's Society, 23(4):273-274.
- Rabinovich, E. J. 1980. Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales. Consejo Nacional Para la Enseñanza de la Biología A.C. Ed. Continental, S.A. de C.V. México. D. F. 313p.
- Rivero, A., S. 2004. Ciclo biológico de *Nymphalis antiopa* L. (Lepidoptera: Nymphalidae) para introducción en un mariposario. Tesis de Licenciatura en Biología. FES Iztacala. UNAM. México D.F. 41p.
- Ross H.A. 2000. American insects. A handbook of the insects of America North of Mexico. Ed. 2º. Ed. CRC Press. US.A. 1003pp.
- Rubí V. N. 2009. Efecto de la reducción de la temperatura en el estado pupal de *Chlosyne ehrenbergii* (Lepidoptera: Nymphalidae). Tesis de Licenciatura en Biología, FES Iztacala. UNAM. México D.F. 25pp.
- Rutowski, R. L. 1991. The evolution of male mate-locating behavior in butterflies. American Naturalist. 138:1121-1139.

- Rutowski, R. L. 2003. Visual ecology of adult butterflies. In: C. L. Boggs, W. B. Watt, and P. R. Ehrlich (eds), *Butterflies: Ecology and Evolution Taking Flight*. University of Chicago Press, Chicago. 9-25p.
- Sandoval, M, L, S y Tapia F, F. J. 2000. Estudio dasonómico y dendrológico de las especies leñosas del Campus Iztacala.- UNAM para tener una eficiente gestoría de las áreas verdes. Tesis de licenciatura. Biología. ENEP- Iztacala. UNAM. México. 153 pp.
- Scott, A.J.1968. The life and history and habitats of *Chlosyne fulvia* (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterist's Society*, 22(4):237-240.
- Singer, M. & P. R Ehrlich.1991. Host specialization of Satyrinae butterflies, and their responses to habitat fragmentation in Trinidad. *Journal of Research on the Lepidoptera*.30:248- 256.
- Ting A., Ma. X., y Hanson F.E.2002. Induction of feeding preference in larvae of the patch butterfly, *Chlosynelacinia*. *Academiae Scientiarum Hungaricae*. (Suppl.1), 48:281-295.
- Vargas, R. I. y Llorente, B. J. 1996. Butterflies of the State of Jalisco, Mexico. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 50(2):97-138.
- Warren, A.D., Llorente-Bousquets, E.J., Luis-Martínez A., Vargas, F. I. 2004. Listado Interactivo de la Mariposas Mexicanas. CONABIO.
http://www.mariposasmexicanas.com/chlosyne_ehrenbergii.htm
Consultado el 11 de septiembre de 2008.
- Wahlberg, N. 2000.The ecology and evolution of Melitaeine butterflies. Department of Ecology and Systematics.University of Helsinki.Finland. 6-11p.
- Wahlberg, N. 2006. That awkward age for butterflies: insights from the age of the butterfly subfamily Nymphalinae. *Systematic Biology*, 55:703-714.
- Whitfield J. B. 1992. The polyphyletic origin of endoparasitism in the cyclostome lineages of the Braconidae (Hymenoptera). *Systematic Entomology*, 17:273-286.
- Williams AH. 1997. Notes on the life histories of *Chlosyne* (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Agrypon* (Hymenoptera:Ichneumonidae). *Great Lakes Entomologist*, 30: 65-66.

Anexo 1

Tablas de vida Primera Generación

Condiciones Naturales (Cohorte 1).

Estadio	Número de organismos	x	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
Huevo	90	1	1	0.2	0.2	81	147	1.63
Larva E1	72	2	0.8	0.13	0.17	66	121.5	1.35
Larva E2	60	3	0.67	0.1	0.15	55.5	105.5	1.17
Larva E3	51	4	0.57	0.02	0.04	50	98.5	1.09
Larva E4	49	5	0.54	0.01	0.02	48.5	95	1.06
Larva E5	48	6	0.53	0.03	0.06	46.5	91.5	1.02
Pupa	45	7	0.5	0	0	45	67.5	0.75
Adulto	45	8	0.5	0.5	1	22.5	22.5	0.25

Cuadro 5. Tabla de vida para el Cohorte 1 de la primera generación.

Condiciones de Laboratorio (Cohorte 2).

Estadio	Número de organismos	x	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
Huevo	90	1	1	0.08	0.08	86.5	165.5	1.84
Larva E1	83	2	0.92	0.09	0.1	79	153	1.7
Larva E2	75	3	0.83	0.02	0.03	74	146.5	1.63
Larva E3	73	4	0.81	0.01	0.01	72.5	144.5	1.61
Larva E4	72	5	0.8	0	0	72	143.5	1.59
Larva E5	72	6	0.8	0.01	0.01	71.5	142.5	1.58
Pupa	71	7	0.79	0	0	71	106.5	1.18
Adulto	71	8	0.79	0.79	1	35.5	35.5	0.39

Cuadro 6. Tabla de vida para el Cohorte 2 de la primera generación.

Segunda Generación.

Condiciones Naturales (Cohorte 1).

Estadio	Número de organismos	x	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
Huevo	75	1	1	0.07	0.07	72.5	138	1.84
Larva E1	70	2	0.93	0.12	0.13	65.5	125	1.67
Larva E2	61	3	0.81	0.04	0.05	59.5	117.5	1.57
Larva E3	58	4	0.77	0	0	58	115.5	1.54
Larva E4	58	5	0.77	0.01	0.02	57.5	110.5	1.47
Larva E5	57	6	0.76	0.11	0.14	53	101.5	1.35
Pupa	49	7	0.65	0.01	0.02	48.5	72.5	0.97
Adulto	48	8	0.64	0.64	1	24	24	0.32

Cuadro 7. Tabla de vida para el Cohorte 1 de la segunda generación.

Condiciones de Laboratorio (Cohorte 2)

Estadio	Número de organismos	x	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
Huevo	75	1	1	0.03	0.03	74	143	1.91
Larva E1	73	2	0.97	0.11	0.11	69	131.5	1.75
Larva E2	65	3	0.87	0.07	0.08	62.5	121.5	1.62
Larva E3	60	4	0.8	0.03	0.03	59	117	1.56
Larva E4	58	5	0.77	0	0	58	115.5	1.54
Larva E5	58	6	0.77	0.01	0.02	57.5	113.5	1.51
Pupa	57	7	0.76	0.03	0.04	56	83.5	1.11
Adulto	55	8	0.73	0.73	1	27.5	27.5	0.37

Cuadro 8. Tabla de vida para el Cohorte 2 de la segunda generación.