



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

EFFECTO DE LA REDUCCIÓN DE LA TEMPERATURA
EN EL ESTADO PULPAL DE *Chlosyne ehrenbergii*
(Lepidoptera: Nymphalidae)

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 :
NURY VERÓNICA RUBÍ VÁZQUEZ

DIRECTORA DE TESIS:
BIÓL. MARCELA P. IBARRA GONZÁLEZ





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.

A mis padres, Martha y Jorge por todo su amor y apoyo.

A Isaac, Dania y Diego mis hermanos, gracias por todo, los amo

A Carlanguas, te amo mi vida.

*“Ellas eran consideradas como las almas
de los guerreros muertos en las batallas o sacrificios
y acompañaban durante cuatro años al Sol
para convertirse en mariposas.”*

Leyenda Maya



*“Si quieres que un deseo se haga realidad,
debes contárselo a Papalotl la mariposa.
No emite sonido alguno y sólo podrá
transmitirlo a Xochiquetzal,
diosa de la alegría y las flores.
Si pides tu deseo y liberas la mariposa,
este llegará al más grande de los cielos
y se cumplirá, te lo prometo.”*

Leyenda Nahuatl

Agradecimientos

A mi guía espiritual por no apagar mi luz e iluminar el camino que he seguido hasta ahora.

A mis Padres Martha y Jorge quienes me han dado su amor, ejemplo y apoyo incondicional para alcanzar mis metas e ideales, por ayudarme a realizar el sueño de mi vida y que sepan que todo lo que soy es gracias a ustedes, los amo.

A Isaac, Dania y Diego mis hermanos y mejores amigos de quienes he aprendido mucho, por su apoyo, cariño, comprensión y por estar conmigo en los buenos y malos momentos....los quiero mucho.

A la Universidad Nacional Autónoma de México la más grande institución por ser los cimientos de mi formación.

A la Bióloga Marcela Patricia Ibarra González por todo su tiempo y apoyo para la elaboración de esta tesis.

Al M. en C. Sergio Stanford Camargo por sus consejos, apoyo y tiempo para poder sacar adelante este trabajo.

A la M. en C. Regina Sánchez Merino, y a las biólogas Angélica Mendoza Estrada y Saharary Cruz Miranda por su tiempo y dedicación.

A Luis Enrique Páez, gracias Prof. por su ayuda, tiempo, buenos consejos y sobre todo su amistad.

A mi amiga Sandra por todos aquellos momentos que compartimos juntas, las pláticas y buenos consejos que me ayudaron mucho, por brindarme tu amistad y estar conmigo en todo momento sin importar las circunstancias.

A Xochitl por tu amistad, y consejos, por los buenos momentos compartidos durante la carrera y aún ahora que hemos terminado un ciclo mas. Silvia muchas gracias por los ánimos, ayuda en tiempos difíciles y por confiar en mí. Claudia los instantes contigo siempre han sido gratos y divertidos, gracias por todo. Marisol por el tiempo compartido y los buenos momentos, gracias.

Carlanguas gracias por tu apoyo mi vida, por los lindos momentos que hemos compartido y aquellos que aun nos faltan eh, por los consejos y ánimos que me diste para terminar este ciclo y que han sido muy importantes, por estar conmigo y creer en mí, por ser mi mejor amigo... te amo.

A mi amiga Alicia por el apoyo en tiempos difíciles en la prepa y por las pláticas y risas durante mi vida.

Gracias a todas las personas que compartieron buenos y malos momentos en mi vida, que estuvieron y están aún conmigo, por todo su apoyo y cariño.

CONTENIDO

Resumen.....	6
Introducción.....	7
Antecedentes.....	10
Objetivos.....	13
Materiales y Método.....	14
Resultados y Discusión.....	17
Conclusiones.....	26
Literatura Citada.....	27
Anexos.....	30

Resumen

Los insectos son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites marcados por factores ambientales como la humedad relativa, el fotoperiodo o la temperatura, los que influyen a su vez en la alimentación, reproducción y el desarrollo. Los lepidópteros tienen un papel importante en la naturaleza y los cambios ambientales propician que la actividad normal se vea alterada produciendo mecanismos de diapausa y quiescencia. En el caso particular de *Chlosyne ehrenbergii* se estudió su ciclo biológico y el efecto de la reducción de la temperatura en el estado pupal, para lo cual se recolectaron huevos de las hojas de su planta hospedera *Buddleja cordata* (tepozán) en el jardín de mariposas de la FES Iztacala y en el parque ecológico de Xochitla en el Estado de México. Se registró la duración de cada fase durante su desarrollo y para la parte experimental las larvas de último estadio fueron separadas en cuatro lotes (tres experimentales y un control) con tres repeticiones cada una hasta obtener las pupas. Cada lote experimental contuvo diez pupas que se colocaron a una temperatura de 6°C a diferentes tiempos (5, 10 y 15 días) y un fotoperiodo de oscuridad. El ciclo de *Chlosyne ehrenbergii* fue de 94 días en ambiente natural, donde la fase de huevo duró de 21 a 23 días, de 42 a 45 en larva con cinco estadios, pupa de 14 a 16 y adulto de 12 a 15 días. El tiempo total promedio en pupa del grupo control fue de 15 días, para el grupo de 5 aumentó a 21 y los grupos de 10 y 15 días aumentó a 26 y 27 respectivamente. La duración en fase de pupa para el grupo de 5 días después de la exposición a baja temperatura fue de 15 días y 16 y 12 para los grupos de 10 y 15 días respectivamente. El porcentaje de sobrevivencia fue del 100% para todos los grupos excepto el grupo de 15 días el cual fue del 77.5%. Se obtuvieron 52.5% de machos y 47.5% de hembras de un total de 160 pupas y algunos de los adultos liberados mostraron comportamiento de apareamiento de los cuales solo una pareja del grupo control copuló.

Palabras clave: *Chlosyne ehrenbergii*, temperatura, dormancia, ciclo de vida, estado pupal.

Introducción

Los insectos son el grupo de animales dominantes sobre la Tierra y compitiendo con otros han sido capaces de adaptarse y poblar casi todos los rincones del globo ya que han aprovechado las ventajas de su exoesqueleto y las han usado como una base sobre la cual añadir especializaciones morfológicas y fisiológicas como son alas funcionales, adaptabilidad de órganos y en ciertos órdenes metamorfosis completa y alta fecundidad (Borror *et al.*, 1992).

Dentro de la Clase Insecta se encuentra el Orden Lepidoptera (del gr. *lepidos*: escama; *pteron*: ala); es el segundo más numeroso entre los insectos, las especies estimadas en México ascienden aproximadamente a 25 000, las cuales representan el 10% del número total a nivel mundial (Balcázar, 2000).

Los lepidópteros presentan una metamorfosis completa denominada holometábola, en ésta, el huevo puede ser de diferentes formas, colores y ornamentaciones, según la especie su número puede variar de unas decenas a varios cientos. Las orugas son del tipo eruciforme con un aparato bucal masticador y cuerpo con tres metámeros torácicos y diez abdominales, pueden además estar ornamentados con sedas o ser lisos; la fase larval puede ser de hasta cinco estadios y su duración varía; una vez finalizado este periodo se inicia la fase de pupa, también llamada crisálida. El tiempo dentro del capullo es muy variable, esto se debe a que permanecerá en él hasta que las condiciones climáticas sean propicias para subsistir (Díaz y Ávila, 2002).

Por último emerge el imago o adulto quien presenta un par de antenas que pueden ser de dos tipos, clavadas como en la mayoría de las mariposas diurnas, o plumosas en las de hábitos nocturnos, un aparato bucal de tipo sifón, que consta de un tubo delgado y largo llamado probóscide que se encuentra colocado en el extremo anterior de la cabeza entre los palpos labiales y que les ayuda a alimentarse de néctar, dos pares de alas membranosas cubiertas con escamas superpuestas de diferentes formas y tienen tres pares de apéndices locomotores. (Vázquez, 1987).

Los lepidópteros juegan un papel importante en la naturaleza, como polinizadores, indicadores biológicos, controladores de maleza y poseen importancia para el hombre ya que constituyen plagas de cultivos consumiendo grandes cantidades de hojas y destruyendo plantíos enteros y granos almacenados, también suelen usarse en el ecoturismo, comercio, cultivo y como objetos de arte y ornamentos estéticos en general. (Davidson y Lyon, 1992). Además, son capaces de sobrevivir únicamente dentro de ciertos límites marcados por factores ambientales como la temperatura, humedad relativa o fotoperiodo, los que influyen a su vez en las actividades como alimentación, dispersión, reproducción y desarrollo. (Calvo, 1999).

En algunos casos la actividad del organismo cesa solamente bajo el influjo de ciertas condiciones como el frío; en otros interviene la dormancia que es una característica hereditaria iniciada por un mecanismo interno de regulación que produce una suspensión de funciones vitales cuando empiezan a manifestarse las condiciones desfavorables; sin embargo, alguna de éstas, como la baja temperatura es generalmente un estímulo necesario para salir de la diapausa (Ross, 1982); esta última es un sistema de hibernación para condiciones ambientales cíclicas y extremas con una fase preparatoria inducida por fotoperiodo y temperatura e involucra cambios metabólicos definidos (Murray y Wilson, 1993) la cual se puede clasificar en dos tipos; obligada y facultativa, la primera se lleva a cabo en cualquier ambiente y lo presentan generalmente insectos univoltinos en un estado inmaduro y la facultativa depende de ciertas señales ambientales; una diapausa invernal, por ejemplo, puede ser provocada por días cortos y noches largas de otoño y la presentan insectos bivoltinos y multivoltinos. La quiescencia es otro mecanismo que consiste en un retraso temporal del desarrollo en respuesta a algunas formas de adversidad ambiental, comúnmente, las fluctuaciones de temperatura. En ambos casos (diapausa y quiescencia) al regresar el ambiente favorable para el insecto se reinicia su ciclo biológico (Daly *et al.*, 1998).

Muchos investigadores, se han interesado en conocer el ciclo de vida de los insectos, así como la posibilidad de predecir los sucesivos eventos que tienen lugar a lo largo de éste o en un estado del desarrollo en particular ya sea por su

importancia económica o por la falta de información. En el caso particular de *Chlosyne ehrenbergii* (Anexo 1), solo se han reportado de manera general aspectos descriptivos de su morfología y distribución.

Esta especie pertenece a la Familia Nymphalidae cuya característica principal es la de desplazarse por medio de dos pares de apéndices posteriores ya que los anteriores están atrofiados (Zahradník y Chvála 1990). La cabeza es de color negro con una pequeña mancha blanca en la parte superior y palpos negros con una línea blanca; las antenas son negras con un punto blanco en la maza antenal, tiene una envergadura alar de 45 a 55 mm y en ambas caras presenta un fondo negro; en vista dorsal las anteriores están jaspeadas en el ápice con escamas amarillas que se encuentran intervenalmente, en la parte ventral en ocasiones exhiben el mismo diseño. En vista ventral ambas alas muestran una mancha roja en la base y el jaspeado es del mismo color y más conspicuo, sobre todo en las posteriores, por último la coloración es negra en tórax y abdomen.

Chlosyne ehrenbergii se localiza en las costas del Pacífico desde Sinaloa a Oaxaca, en el Eje Neovolcánico, Valle de México, Mesa Central y Sierra Madre del Sur (Luna y Llorente, 1993).

Es una especie de zonas abiertas y frecuentemente perturbadas; se alimenta de inflorescencias ruderales. Su vuelo es ágil y elegante, en ocasiones planea con la ayuda del viento. Las larvas no son muy fáciles de reconocer ya que presentan colores oscuros y poco llamativos, la planta hospedera de esta especie es el tepozán (*Buddleja cordata* y *B. americana*) pertenecientes a la Familia Loganiaceae (Anexo 2). El adulto vuela en la época de lluvias, de septiembre a diciembre (Luna y Llorente, *op. cit.*).

Los antecedentes sobre la biología de *C. ehrenbergii* son pocos, solo se cuenta con algunos datos de distribución y observaciones. Los escasos conocimientos que se tienen sobre esta especie y su habitual presencia en nuestro medio han motivado el presente estudio.

Antecedentes

En cuanto a reportes de *Chlosyne ehrenbergii* en listados taxonómicos se encuentran los trabajos de Luna y Llorente en 1993 realizado en el poblado de Omiltemi en el estado de Guerrero y el de Hernández *et al.*, (2008) en Malinalco, Estado de México.

En relación a la biología de *C. ehrenbergii* solo se encuentra el trabajo de Pérez *et al.*, 2008 donde reportan a esta especie como plaga de *Buddleja sessiliflora* y la duración del ciclo de vida, obteniendo que la fase larval fue de 14 a 15 días, en larva de 30 a 35, en pupa de 7 a 9 y de 4 a 5 en estado adulto.

Por otra parte, Blas y Linares en 1987 estudiaron la influencia de la temperatura en el desarrollo de *Diatraea saccharalis* en condiciones controladas de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo, observando que al aumentar la temperatura de 26 a 30°C, disminuyó la duración del desarrollo, mientras que a 35°C se produjo un retardo en el mismo.

Margaix y Garrido (2000) por su parte probaron el efecto de temperaturas constantes en el desarrollo de *Phyllocnistis citrella*, la duración de todas las fases del insecto disminuyó a medida que la temperatura aumentó, mientras que la supervivencia se mantuvo en porcentajes elevados en un rango entre 23 y 30°C, sin embargo, en los extremos de este intervalo los valores disminuyeron.

Oliveira *et al.*, en el 2004 evaluaron el efecto de la temperatura en la biología de *Noctua atlantica*, obteniendo que a 5 y 30°C los huevos no eclosionaron, el tiempo de desarrollo de huevo a adulto fue diferente a cada temperatura. La longevidad del adulto y el período de preoviposición fueron largos a 10 y 15°C y difirieron significativamente para aquellos observados a altas temperaturas. Temperaturas alcanzadas de 10 a 20°C fueron las más adecuadas para el desarrollo de esta especie sugiriendo que está bien adaptada a las condiciones climáticas encontradas en su hábitat natural.

Yonggyun y Wonrae, en el 2000 analizaron el efecto del termoperiodo y fotoperiodo en la tolerancia al frío de *Spodoptera exigua*; observaron que al disminuir la temperatura durante el desarrollo de la larva, la tolerancia al frío aumentó al igual que a temperatura constante. En un régimen de tres combinaciones de una temperatura alta (20°C) con tres temperaturas bajas (0, 5, 10°C), sólo se obtuvo diferencias en la resistencia al frío de las larvas al exponerlas a baja temperatura. Además el fotoperiodo constante de luz u oscuridad aumento la tolerancia a las bajas temperaturas.

Gould *et al.*, en el 2005 evaluaron la temperatura sobre la supervivencia, el desarrollo y la reproducción de *Copitarsia decolora*, los huevos necesitaron de 69 días para completar su desarrollo a una temperatura de 7.8°C, además observaron que tiene de cuatro a seis estadios que dependieron de la temperatura y fuente de alimento. El tiempo de generación fue más corto a 29.5°C, sin embargo, sólo el 25% de las hembras sobrevivieron a la etapa adulta, la fecundidad fue baja y sólo el 53% de los huevos fueron incubados.

En cuanto a trabajos realizados para evaluar la diapausa, Cuellar *et al.*, (2005) efectuaron una caracterización cuantitativa en *Cydia pomonella* L. en función de unidades fototérmicas (UF), pronosticaron que 50% de las pupas entraron en diapausa después de 1220 y 194 UF, 50% de emergencia ocurrió a las 360 UF, y una diferencia de 4 días entre los valores observados y estimados. Estos resultados señalan un efecto de la temperatura en el proceso de señalización e interacción de esta variable con el fotoperiodo para la inducción y finalización de la diapausa.

Hidaka *et al.*, (1971) hicieron un control de la diapausa pupal y diferenciación adulta en *Luehdorfia japonica*, encontrando que a pesar de que esta especie pasa el verano, otoño e invierno y antes de la aparición de adultos en la primavera siguiente en pupa, no se encuentra en diapausa, excepto durante el primer mes después de la ecdisis larva-pupa. El resto del aparente periodo de diapausa es, quiescencia, durante el cual el inicio de la diferenciación de los adultos fue inhibido por la alta temperatura en verano y cuando la temperatura disminuyó dentro del rango de 15 a 23 °C se inició la diferenciación y con ello la

formación completa del adulto debajo de la cutícula pupal, la cual es gruesa y parece proteger al adulto contra condiciones desfavorables durante el invierno.

Pullin y Bale en 1989 analizaron el efecto de la baja temperatura en la diapausa de *Aglais urticae* e *Inachis io* para lo cual fueron expuestas a cuatro diferentes rangos de temperatura (10, 22 y -5°C y el ciclo de -5/10°C) durante la diapausa para determinar los patrones de resistencia al frío y la supervivencia hiberna. La mortalidad más alta fue a 10°C con un 80% en *I. io* después de 100 días y 75% para *A. urticae* después de 170 días. En *I. io* hubo un rápido aumento en la mortalidad después de 100 días resultando en 65% después de 155 días en ambos regímenes.

Xue *et al.*, en 1997, realizaron un estudio en verano e invierno en pupas de la mariposa de la col *Pieris melete* en donde la diapausa es inducida principalmente por días largos y cortos respectivamente. Encontraron que a altas temperaturas y días largos inhiben la diapausa, sugiriendo que ésta se da en verano debido a las condiciones climáticas específicas ocurridas en abril y principios de mayo. Altas temperaturas demoraron la diapausa, mientras que a bajas temperaturas aumentó, indicando que la temperatura óptima para el desarrollo de la diapausa es baja. Los mecanismos de regulación de la diapausa, aseguran que esta especie sincronice su desarrollo y reproducción con el crecimiento de las plantas hospederas, suministrándolas con un alto grado de flexibilidad en su ciclo de vida.

Objetivo General

- Conocer el ciclo biológico de *Chlosyne ehrenbergii* para evaluar el efecto de la reducción de la temperatura en el estado pupal.

Objetivos particulares

- Conocer el ciclo biológico de *Chlosyne ehrenbergii* (Lepidoptera: Nymphalidae) en condiciones naturales.
- Obtener la emergencia de adultos a diferentes tiempos después de la exposición de la pupa a baja temperatura (6°C).
- Registrar el porcentaje de sobrevivencia de todos los grupos.
- Registrar el sexo de cada organismo.
- Observar el comportamiento de apareamiento de todos los grupos.

Materiales y Método

El estudio se realizó en el jardín de mariposas ubicado en el jardín botánico de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Para la obtención de las puestas se efectuó una búsqueda minuciosa en el envés de las hojas de tepozán (*Buddleja cordata*) en dos lugares, el parque ecológico de Xochitla y el jardín de mariposas de la FES Iztacala, una vez identificada la puesta se cortó la hoja colocándola en una caja de cría con papel secante humedecido para evitar el marchitamiento, se etiquetó con la fecha de recolección; además, fue revisada diariamente para humedecer el papel y observar la coloración de los huevos. Al eclosionar las larvas se cambiaron a otras cajas de cría etiquetadas con fecha y número de organismos. Utilizando un pincel de cerdas de venado (No. 00) se cuantificaron, asearon y alimentaron diariamente con hojas de tepozán debido a que son específicas de esta especie de planta (Fig.1y 2).



Fig. 1 y 2. Alimentación y limpieza de cajas de cría

Para obtener el ciclo de vida se utilizó la puesta obtenida y se observó y registró diariamente la duración de cada fase desde huevo hasta adulto.

En la etapa experimental se repitió el método anterior hasta obtener larvas en el último estadio, las cuales se colocaron en cajas de cría etiquetadas, que fueron separadas en cuatro lotes (tres experimentales y uno control), con tres repeticiones cada uno para obtener las pupas (Fig. 3).



Fig. 3. Lotes de cría para la obtención de pupas.

Cada lote experimental contuvo diez pupas que se colocaron a una temperatura de 6°C a diferentes tiempos (5, 10 y 15 días) y un fotoperiodo de oscuridad (Fig. 4). El grupo control se mantuvo a temperatura ambiente (13-23°C). Al terminar el tiempo establecido se colocaron a temperatura ambiente para su observación y se tomó el tiempo de emergencia y el sexo de cada organismo.



Fig. 4. Pupas en tratamiento a 6 °C.

Por último, para observar el comportamiento de apareamiento se elaboró un pabellón de zoocría con dimensiones de 2 X 2 m de base y 3 m de altura (Fig. 5), con tubos de PVC de 2 pulgadas, cubierta con malla antiáfidos, la cual fue dividida en 4 compartimientos de 1m² cada uno, utilizando tela de tul y cinta velcro, en donde fueron liberados los adultos de cada uno de los tratamientos.

Para la alimentación de los adultos fue necesario colocar a una altura de 1.50 m platos de plástico con papel secante impregnados con una solución de miel y

agua en una proporción de 10:1; además, se colocaron plantas de tepozán para la oviposición, las cuales se revisaron diariamente.



Fig. 5. Pabellón de zoocría en el Jardín de Mariposas.

Se elaboró una prueba de análisis de varianza (ANOVA) de un factor para obtener las diferencias entre los tratamientos con los diferentes tiempos y una prueba de comparación múltiple de media de Fisher (Durán *et al.*, 2007) para determinar cuál o cuáles pares de medias son las que difieren significativamente.

Resultados y Discusión

Ciclo biológico.

Se observó que el tiempo total del ciclo biológico de *C. ehrenbergii* fue en promedio de 94 días y en este periodo se registró la duración de cada fase la cual consistió de 22 días en fase de huevo, 43 en fase larval (cinco estadios), pupa de 15 y adulto de 14 días (Tabla 1 y Fig. 6).

Al comparar el tiempo total del ciclo biológico con el trabajo realizado por Pérez *et al*, (2008), se observan diferencias, ya que obtuvieron una duración menor en cada una de las fases del ciclo, de 14 a 15 días en fase de huevo, de 30 a 34 en larva, en pupa de 7 a 9 y en estado adulto de 4 a 5 días de duración (Tabla 1).

FASE	Rubí (13-23°C)	Pérez (25 a 30°C)
Huevo	21-23	14-15
Larva	42-45	30-34
Pupa	14-16	7-9
Adulto	12-15	4-5

Tabla 1. Comparación de la duración (días) de cada fase entre el presente trabajo y el elaborado por Pérez.

Estas diferencias pudieron deberse a la temperatura a la que se llevó a cabo cada experimento, ya que se realizó en un ambiente en donde prevalece un clima subhúmedo semicálido con temperatura ambiente de 25 a 30°C, mientras que en este estudio osciló entre los 13 a 23°C y en un clima templado subhúmedo. A este respecto se ha demostrado que al aumentar la temperatura se reduce tanto la duración del ciclo completo y de cada una de las fases (Blas y Linares, 1987; Margaix y Garrido, 2000).

En algunos casos los efectos de la temperatura sobre el desarrollo de los insectos pueden ser modificados por otros factores abióticos tales como la intensidad luminosa, la planta hospedera o la alimentación (Margaix y Garrido,

op. cit.), lo que pudo haber provocado también diferencia en los resultados obtenidos en ambos trabajos ya que los organismos no fueron alimentados con la misma planta.

Cabe mencionar que durante el ciclo se observó que un lote de 40 larvas entró en dormancia debido a que en el estudio se registró una baja de temperatura hasta de 5°C (Anexo 3), provocando que no comieran y permanecieran inactivas lo que provocó que el ciclo se alargara por un periodo de dos meses dos días.

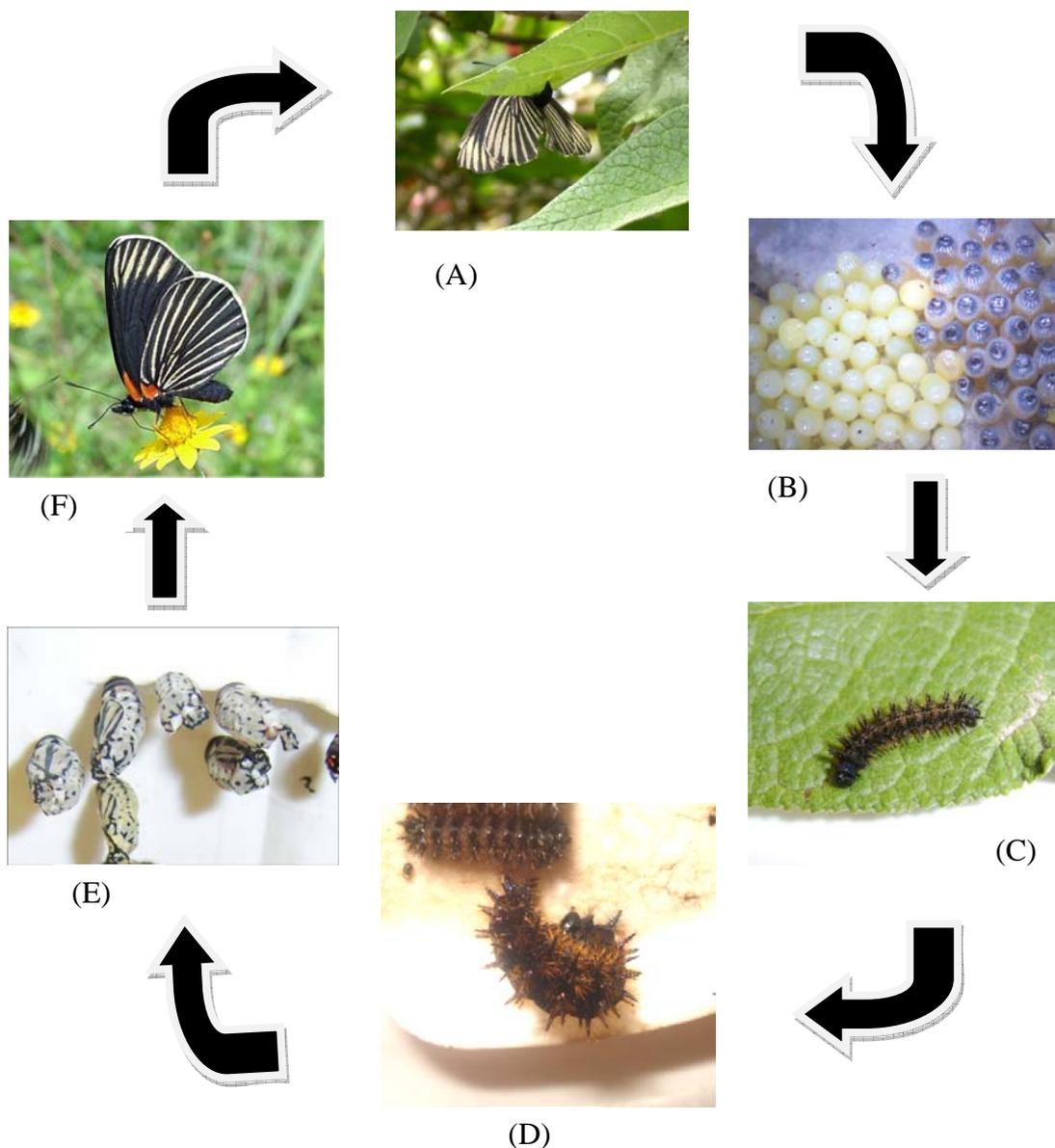
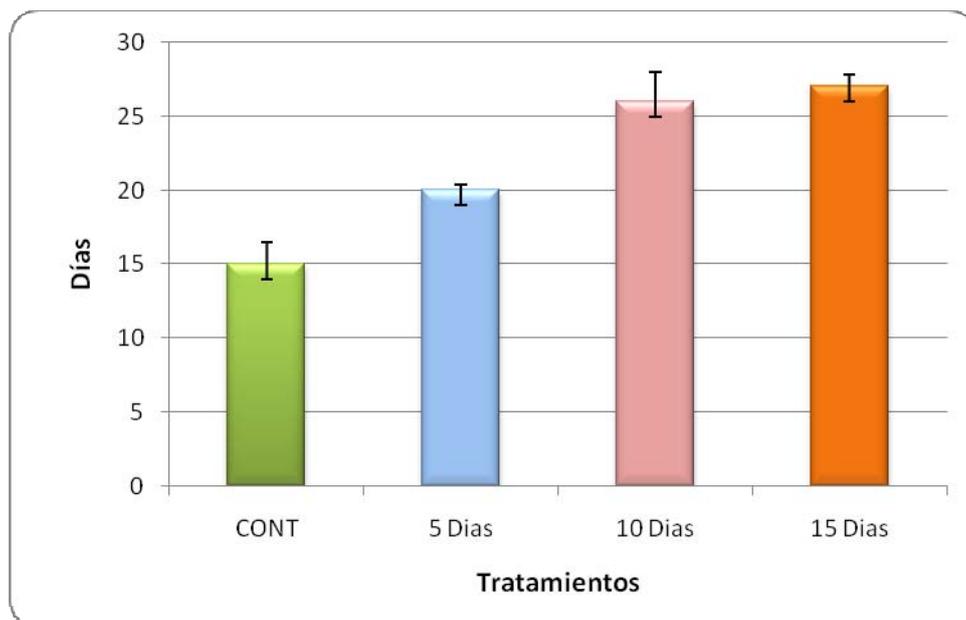


Fig. 6. Ciclo biológico de *C. ehrenbergii*; (A) hembra oviponiendo, (B) huevos, (C) larva, (D) prepupa, (E) pupa y (F) adulto.

En ambiente natural se observó que el ciclo fue alterado por una microavispa de la Familia Braconidae y que debido a su tamaño pequeño parasitó la larva del segundo o tercer estadio. La avispa introduce el huevo en la larva de la mariposa, el cual se desarrolla y eclosiona alimentándose de ésta hasta que emerge y atraviesa la cutícula de la larva hospedera sin provocarle la muerte hasta un par de días después. Una vez afuera la larva de la avispa comienza a elaborar el capullo con seda la cual emerge varios días después. Al parecer este braconido actúa como un controlador biológico ya que provocó una disminución considerable en el número de larvas de *C. ehrenbergii* especie que Pérez *et al.*, 2008 reportan como plaga para el estado de Guerrero y no se encontraron antecedentes sobre este parasitoide.

Efecto de la temperatura en la pupa.

Al sumar el tiempo en el que la pupa permaneció a 6°C con el periodo a temperatura ambiente después del tratamiento, se obtuvo el tiempo total promedio en fase de pupa el cual fue de 14.86 ± 1.5 días para el grupo control; en el grupo de 5 días aumentó a 20.5 ± 0.577 y los grupos de 10 y 15 aumentó a 26.25 ± 2.06 y 26.5 ± 1 respectivamente. (Gráfica 1).



Gráfica1. Tiempo total en fase de pupa por tratamiento.

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos experimentales con el control así como al comparar el grupo de 5 días con los grupos de 10 y 15 días; pero no las hubo entre el grupo de 10 y 15 días. (Anexo 4).

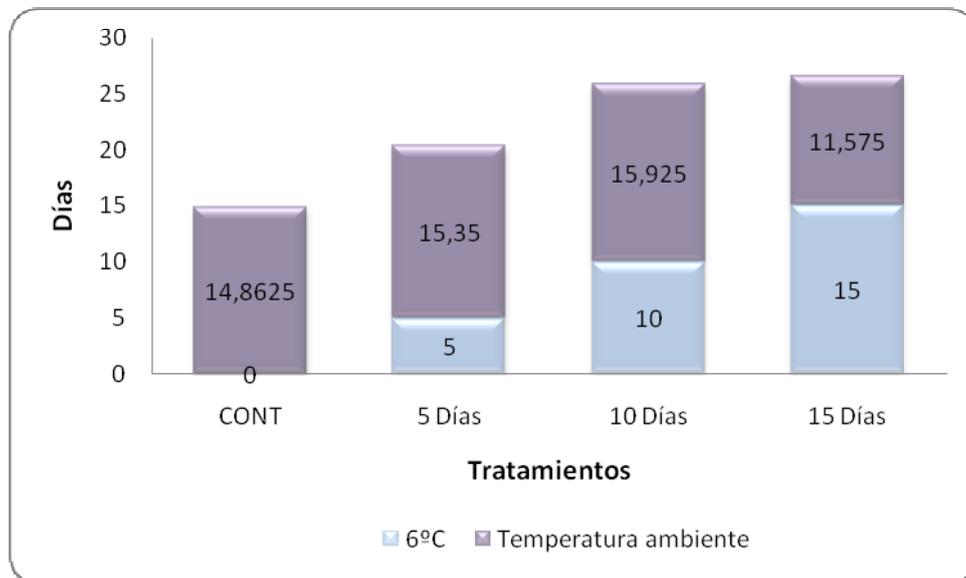
Las diferencias encontradas entre el grupo control y los grupos experimentales se debieron a la disminución de la temperatura la cual provocó un aumento en la duración de esta fase ya que los organismos al detectar ésta como una condición desfavorable retardaron su desarrollo y con ello su emergencia, hasta que las condiciones se reestablecieron, en cambio los organismos en el grupo control no presentaron este comportamiento debido a que la temperatura osciló de 13 a 23 °C.

Muchos insectos son capaces de percibir patrones de cambio o predecir condiciones ambientales desfavorables e inducir mecanismos de adaptación para tolerar el frío, los cuales pueden mejorar por la aclimatación a bajas temperaturas (Yonggyun y Wonrae, 2000), se podría decir que el mecanismo utilizado por estos organismos fue la quiescencia lo que ayudó a aumentar la probabilidad de sobrevivencia, ya que se sabe que la actividad es suspendida por el inicio de un periodo desfavorable, reanudándose poco después de la suspensión temporal y durante la cual la estimulación hormonal del crecimiento o la reproducción no son afectados (Daly *et al.*, 1998).

Entre los grupos experimentales sometidos a 6°C durante 10 y 15 días no hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) debido probablemente a que fue demasiado el tiempo a la exposición a 15 días, ya que es mayor incluso que el periodo de desarrollo en el grupo control (14 días) provocando que al detectar condiciones menos desfavorables (13-23°C) de temperatura aceleraran su emergencia para continuar con el ciclo biológico.

La duración en fase de pupa del grupo control y de los grupos experimentales después de la exposición a baja de temperatura (6 °C) fue de 14.86 ± 1.5 días para el grupo control; 15.3 ± 0.385 días para el grupo de 5 días a baja

temperatura; 15.9 ± 2.02 días y 11.6 ± 0.83 días para los grupos de 10 y 15 días a baja temperatura respectivamente. (Gráfica 2).



Gráfica 2. Duración en fase de pupa después del tiempo a 6°C en cada tratamiento.

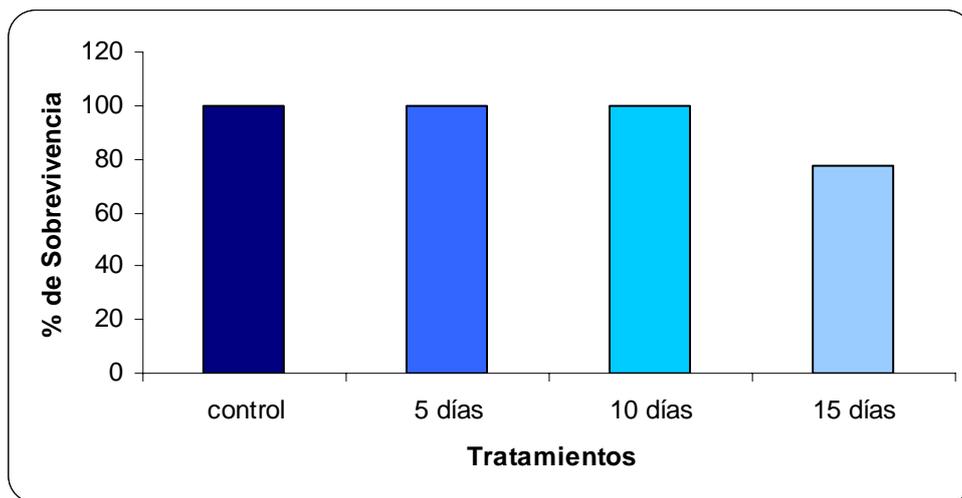
Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la duración en fase de pupa después de la exposición a baja de temperatura entre el grupo control y el tratamiento de 15 días, entre los tratamientos de 5 y 15 días así como entre los tratamientos de 10 y 15 días, ya que el tiempo en fase de pupa fue menor en el tratamiento de 15 días. Al comparar los grupos de 5 y 10 días no se encontraron diferencias significativas.

El grupo de 15 días tuvo una menor duración en fase de pupa debido probablemente a que fue demasiado el tiempo al que fue sometido a esa temperatura y al detectar los organismos condiciones favorables ($13-23^{\circ}\text{C}$) aceleraron su emergencia como una estrategia para continuar con el ciclo biológico, además fue el único grupo en el cual el 22.5 % de los adultos emergieron con lesiones morfológicas (Fig. 7-10) por lo tanto puede tomarse a este periodo de tiempo como el máximo de esta especie a 6°C .

Porcentaje de sobrevivencia.

El porcentaje de sobrevivencia fue del 100% para todos los grupos excepto para el grupo expuesto a 6°C a 15 días (Gráfica 3) ya que 9 organismos (22.5%) emergieron con daños en su morfología (figura 7-10).

Estas lesiones pudieron deberse a la baja temperatura y al tiempo al que fueron sometidas las pupas; Kelty *et al*, en 1996 mencionan a este respecto que una exposicion de varios dias o años a baja temperatura puede provocar deformacion morfológica o hasta una mortalidad significativa, además, de que la capacidad de respuesta de los organismos aún siendo de la misma especie no es igual.



Gráfica 3. Porcentaje de sobrevivencia de adultos por tratamiento.



Fig. 7 Daños en la morfología.



Fig. 8 Hembra con deformacion de las alas.



Fig. 9 Deformación de alas



Fig. 10 Abdomen pegado a la pupa.

La longevidad del adulto no fue afectada en forma notable comparando el grupo control (14 a 16 días) con los grupos de 5, 10 y 15 días expuestos a baja de temperatura los cuales fueron de 14 a 15, de 13 a 15 y de 13 a 14 días respectivamente.

En cuanto a la proporción de sexos de un total de 160 pupas, se obtuvo el 52.5% de machos y 47.5% de hembras, los cuales pudieron ser diferenciados por observación, ya que el macho presenta todos los apéndices de color negro y un abdomen delgado mientras que la hembra el primer par de apéndices es rojo y el abdomen es ancho con un par de manchas de color blanco (Figura 11 y 12).

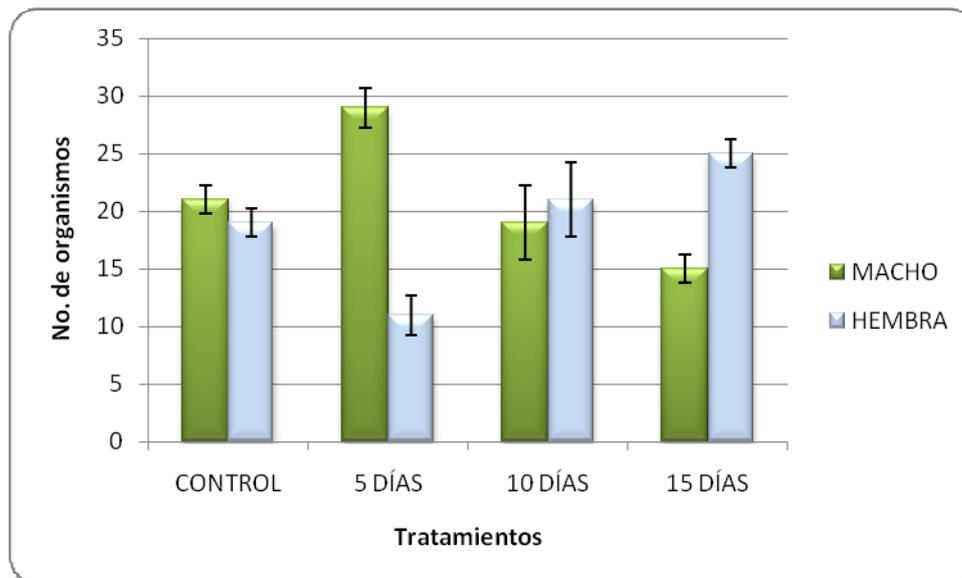


Fig. 11. Hembra de *C. ehrenbergii*.



Fig. 12. Macho de *C. ehrenbergii*.

Al realizar la comparación en la proporción de machos y hembras no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) excepto para el tratamiento de 5 días, donde emergieron 29 machos y 11 hembras de un total de 40 pupas, esto pudo deberse a que las larvas fueron seleccionadas y separadas al azar en cada lote experimental (Gráfica 4).



Gráfica 4. Proporción de machos y hembras por tratamiento.

Comportamiento de apareamiento.

Algunos de los adultos del grupo control y de los grupos experimentales liberados en el pabellón de zoocría mostraron comportamiento de cortejo ya que el macho revoloteaba alrededor de la hembra y ésta extendía las alas y levantaba el abdomen en señal de estar receptiva para el apareamiento, la copula se llevó a cabo cuando el macho se colocó sobre ella uniéndolo al extremo del abdomen al de la hembra durante 45 minutos aproximadamente, esto último ocurrió solo en una pareja del grupo control (Figura 13), pero no se llevó a cabo la oviposición y el tiempo de vida de la pareja después del apareamiento fue de cinco días.

La razón por la cual no se realizó la oviposición, ni el apareamiento de todos los adultos se debe probablemente a que algunos no se alimentaron y los que lo hicieron no recibieron el contenido nutricional necesario en el alimento, ya que de acuerdo a Nation (2002) la mayoría de los adultos necesitan una fuente de nitrógeno para la maduración de los ovarios y los huevos así como carbohidratos como fuente de energía o para completar su desarrollo y varios aminoácidos esenciales como la arginina, histidina, isoleucina entre otros.

Otro factor por el cual tal vez no se llevó a cabo el apareamiento fue la baja de temperatura manejada en el experimento ya que a temperaturas por debajo de los 8 grados algunas especies de lepidópteros no se reproducen o no sobreviven (Notz, 1995).



Fig. 13. Apareamiento de *C. ehrenbergii*.

Conclusiones.

- El tiempo total del ciclo de vida de *C. ehrenbergii* fue de 94 días en ambiente natural.
- La fase de huevo tuvo una duración de 21 a 23 días, de 42 a 45 en fase larval (cinco estadios), pupa de 14 a 16 y adulto de 12 a 15 días.
- El tiempo total promedio en fase pupal del grupo control fue de 15 días, en el grupo de 5 días la duración de la fase pupal aumentó a 21, mientras que para los grupos de 10 y 15 días a baja temperatura aumentó a 26 y 27 días respectivamente.
- La duración en fase de pupa del grupo control fue de 15 días; 15 días para el grupo de 5 días, 16 y 12 días para los grupos de 10 y 15 días respectivamente después de la exposición a baja de temperatura.
- El porcentaje de sobrevivencia fue del 100% para todos los grupos excepto el grupo de 15 días el cual fue del 77.5%.
- Se obtuvieron 52.5% de machos y 47.5% de hembras de un total de 160 pupas.
- Algunos de los adultos liberados mostraron comportamiento de apareamiento, de los cuales solo una pareja del grupo control copuló.

Literatura Citada

- Balcázar, M. A. 2000. Mariposas mexicanas: Los insectos más hermosos. *Biodiversitas*. 5(28): 8-10.
- Borror, D. J; Triplehorn, C. A. y Johnson, N. F. 1992. An introduction to the study of Insects. USA. ed.6^a. Ed.Harcourt Brace Collage Publishers. 1-4 p.
- Blas, A. y Linares, F. 1987. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Diatraea saccharalis*. Caña de Azúcar. Vol. 5(2):43-66.
- Calvo, R. 1999. Éxito reproductivo de *Caligo atreus* (Lepidoptera: Nymphalidae) en condiciones de cultivo. *Revista biológica tropical*. 47(3): 539-544.
- Cuellar, J .L; Mora, A. G; Ramírez, L. M; Vera, G. J; Pinto, L. J; Collado, L. J; Ramírez, E.M y Aceves, N. L. 2005. Caracterización cuantitativa de la diapausa de palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Agrociencia*. 39: 221-229.
- Daly, H. V; Doyen, J. T; Purcell, A. H; 1998. Introducción a la biología y diversidad de los insectos. ed. 2^a. Ed. Oxford University Press. Estados Unidos de América. 3-19 p.
- Davidson, R.H y Lyon, W.F. 1992. Plagas de insectos agrícolas y del jardín. Limusa. Estados Unidos de América. 523-525 p.
- Díaz J. A., Ávila L. M. 2002. Sondeo del mercado mundial de mariposas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogota, Colombia. 38 pp.
- Durán, D. A; Vargas, V. A y Cisneros, C. A. E. 2007. Bioestadística. ed. 2^a. Ed. UNAM. FES Iztacala. México. 260 pp.
- Gould, J; Vedette, R y Winograd, D. 2005. Effect of temperature on Development and Population parameters of *Copitarsia decolora* (Lepidoptera: Noctuidae). *Physiological Ecology*. 34(3): 548-556.
- Hernández, M. C; Llorente, B. J; Vargas, F. I. y Martínez, L. A. 2008. Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 79:117-130.
- Hidaka,T; Ishizuka, y Sakagami, Y. 1971. Control de la diapausa pupal y diferenciación adulta en un papilionido univoltino, *Luehdorfia japonica*. *Revista de fisiología de insectos*. 17: 197-203.

- Kelty, J. D; K. A. Killian y R. E. Lee. 1996. Cold shock and rapid cold-hardening of pharate adult flesh flies (*Sarcophaga crassipalpis*): effects on behavior and neuromuscular function following eclosion. *Physiology Entomology*. 21:283-288.
- Luna, I. y J. Llorente. 1993. Historia natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México. CONABIO-UNAM. Ediciones técnico científicas. México. 588 pp.
- Margaix, C. y Garrido, A. 2000. Efecto de temperaturas constantes en el desarrollo de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae). *Boletín de Sanidad Vegetal Plagas*. 26. 277-283.
- Murray, D. A. H., and A. G. L. Wilson. 1993. Methods for studying diapause. *In: Heliothis: Research Methods and Prospects*. Zalucki, M. P. Ed Springer-Verlag. New York. 243 pp.
- Nation, J. L. 2002. *Insect physiology and biochemistry*. Florida. USA. Ed. CRC Press. 65-67p.
- Norman, E. M. 2000. *Flora Neotropical Monograph 81. The organization for flora Neotropica*. New York. 135-139 p.
- Notz, A. 1995. Influencia de la temperatura sobre la biología de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidoptera: Gelechiidae) criadas en tubérculos de papa *Solanum tuberosum* L. *Boletín Entomológico de Venezuela*. N.S. 11(1): 49-54.
- Oliveira, M; Vieira, V y García, P. 2004. Efecto de la temperatura en la biología de *Noctua atlantica* (Lepidoptera: Noctuidae), una especie endémica de Azores. *Revista europea de entomología*. 101(3): 423-426.
- Pérez, S. J; Ángel, R. M. D y Hernández, C. E. 2008. Aportaciones a la biología de *Chlosyne ehrenbergii* (Striped Patch) (Lepidoptera: Nymphalidae) plaga de *Buddleja sessiliflora* Kunth planta medicinal. *Entomología Mexicana*. 7: 194-197.
- Pullin, A. S. y Bale, J.S. 1989. Efecto de la baja temperatura en la diapausa de *Aglais urticae* y *Inachis io* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Revista de fisiología de insectos*. 35(4): 277-281.
- Ross, H. 1982. *Introducción a la entomología general y aplicada*. ed. 5° Ed. Omega. Barcelona. España. 156-158p.

- Vázquez, G. L. 1987. Zoología del Phylum Arthropoda. México. ed. 6° Ed. Interamericana. 336-340 p.
- Xue, F; Kallenborn,H; Wei, H. 1997. Diapausa en verano e invierno en pupa de la mariposa de la col, *Pieris melete* Ménériés. Revista de fisiología de insectos. 43(8):701-707.
- Yonggyun, K. y Wonrae, S. 2000. Effect of thermoperiod and photoperiod on cold tolerance of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). Environmental Entomology. 29(5):868-873.
- Zahradník, J; Chvála, M. 1990. La gran enciclopedia de los insectos. Checoslovaquia. Primera edición. Susaeta Ediciones S.A. 126,158 p.

Anexo 1

Ubicación taxonómica de *Chlosyne ehrenbergii* (Geyer, [1833]).

Reino Animalia

Filo Arthropoda

Clase Insecta

Orden Lepidoptera

Superfamilia Nymphaloidea Swainson 1827

Familia Nymphalidae Swainson 1827

Subfamilia Melitaeinae Newman (1869)

Tribu Melitaeini

Género *Chlosyne*

Especie *C. ehrenbergii*

Anexo 2

Descripción de la planta nutricia de las larvas de *C. ehrenbergii*.

El género *Buddleja* está ampliamente distribuido en el mundo y comprende alrededor de 100 especies arbóreas y arbustivas. El 50% de los taxa crece en el Continente Americano y en México existen aproximadamente 15 especies con algunos representantes de amplia distribución.

Buddleja cordata (Buddlejaceae) es un elemento común en bosques de pino-roble y a lo largo del borde de la carretera y áreas perturbadas en México Central y florece de Julio a Febrero. (Norman, 2000).



Fig. 1. Morfología de *Buddleja cordata*. a) Rama con inflorescencia. b) Flores. (Tomado de Norman, 2000).

Anexo 3

Temperatura registrada en el Estado de México de acuerdo al Servicio Meteorológico Nacional.

Noviembre 2006 – Enero 2007.

Temperatura máxima 20°C

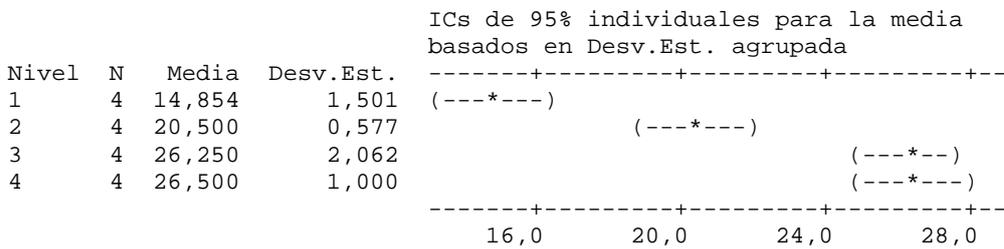
Temperatura mínima 5°C

Anexo 4

ANOVA unidireccional: C2 vs. C1 (Software estadístico Minitab 15® para windows® 2007).

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C1	3	366,49	122,16	62,37	0,000
Error	12	23,51	1,96		
Total	15	390,00			

S = 1,400 R-cuad. = 93,97% R-cuad.(ajustado) = 92,47%

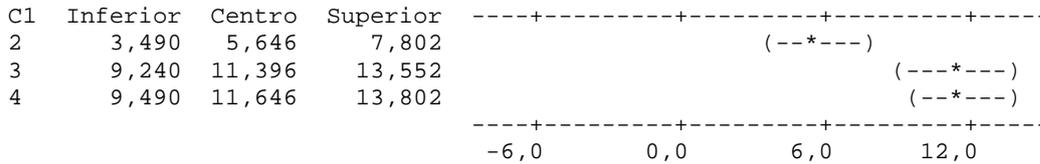


Desv.Est. agrupada = 1,400

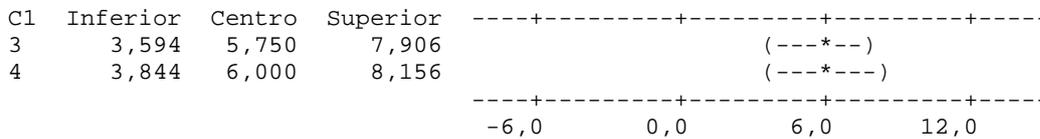
Intervalos de confianza individuales de Fisher del 95%
Todas las comparaciones de dos a dos entre los niveles de C1

Nivel de confianza simultánea = 81,57%

C1 = 1 restado de:



C1 = 2 restado de:



C1 = 3 restado de:

