



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Evaluación de la influencia de temperatura sobre el ciclo
biológico de *Phoebis philea philea* en cautiverio.
(Lepidoptera: Pieridae).

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIOLOGO
PRESENTA:

VEGA PELAEZ VERA DEL CARMEN

Director de Tesis:
Biol. Marcela Patricia Ibarra González



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla. Estado de México.
Abril 2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

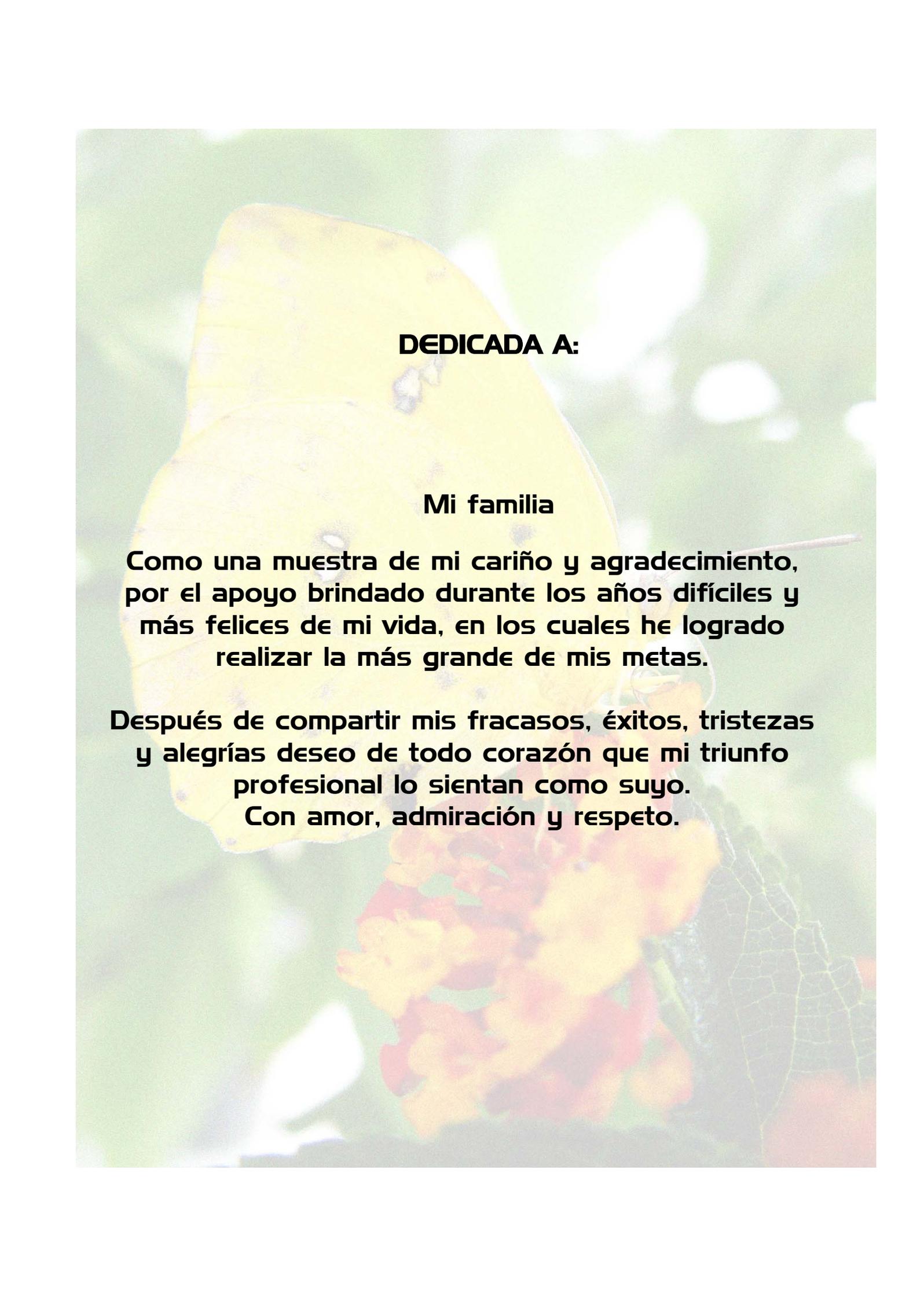


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



DEDICADA A:

Mi familia

Como una muestra de mi cariño y agradecimiento, por el apoyo brindado durante los años difíciles y más felices de mi vida, en los cuales he logrado realizar la más grande de mis metas.

**Después de compartir mis fracasos, éxitos, tristezas y alegrías deseo de todo corazón que mi triunfo profesional lo sientan como suyo.
Con amor, admiración y respeto.**

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios

Por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

Gracias a mis padres, hermanas y sobrinas

Por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida.

Gracias a mi familia

Por su apoyo y confianza en el momento que lo necesite.

Gracias a mis amigas

Que han estado conmigo compartiendo tantas aventuras, experiencias, desveladas y triunfos, por brindarme su valiosa amistad, cariño, consejo y soporte. Gracias por ser parte de mi vida.

Gracias a todos mis amigos de la Fes

Por brindarme su amistad y hacer más divertidas las horas dentro y fuera de ella.

Gracias a ti.

Por tu apoyo, comprensión y amor que me permite sentir poder lograr lo que me proponga.

Perdón si no pongo los nombres de todos, pero creo que sería muy larga la lista ya que son tantas personas me han ayudado de una u otra forma para lograr este éxito.

Gracias a mi asesora Marcela Ibarra González

No voy a olvidar sus consejos, enseñanzas, opiniones y ayuda. Por motivarme y creer en mí. Con gran admiración y respeto muchas gracias.

Gracias al maestro Sergio Stanford Camargo

Por ayudarme a la realización de la tesis, por todo el apoyo y confianza que me brindo durante el tiempo que pertencí a su equipo de trabajo no solo en lo académico también en lo personal. Gracias.

Gracias a mis Sinodales M. en C. Regina Sánchez Merino, Biol. Alberto Morales Moreno y Biol. Angélica Mendoza Estrada.

Que participaron en el desarrollo de este trabajo con sus sugerencias, correcciones y que compartieron parte de sus conocimientos conmigo.

Gracias al profe Luis Enrique Páez Gerardo

Por su constante apoyo, asesoramiento, tiempo, consejos y brindarme su amistad.

Gracias a todos.

Gracias por ayudarme a lograrlo.

CONTENIDO

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Antecedentes.....	6
Objetivos.....	9
Materiales y Método.....	10
Resultados y Discusión.....	15
Conclusiones.....	25
Literatura citada.....	26
Anexo 1.....	30
Anexo 2.....	31

RESUMEN

Las mariposas son insectos que pueden entrar en una fase de dormancia (diapausa o quiescencia), determinada genéticamente y se manifiesta por factores ambientales desfavorables; una de las señales para la inducción y duración de esta fase es la temperatura, por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de la temperatura en la duración y viabilidad del desarrollo de huevo y pupa durante el ciclo biológico de *Phoebis philea philea*, que es una de las 20 especies mas comunes que habita en la zona metropolitana del Valle de México. Esto se hizo con base a recolecciones de 180 huevos y 204 larvas durante los meses de Febrero a Mayo del 2007, en el jardín botánico ubicado en las instalaciones de la FES Iztacala, colocando 3 lotes con 5, 10 y 15 huevos maduros en cajas de petri, con 2 replicas cada una en tratamiento a 6°C a oscuridad por 5 días; además se pusieron otros 3 lotes en cajas de plástico desechables con la misma cantidad de huevos con 2 repeticiones o Temperatura ambiente dentro del laboratorio. En cuanto a las pupas, se formaron lotes con 1, 2 y 3 pupas con 2 repeticiones cada uno para ser sometidas al tratamiento de 6°C oscuridad por 5 días y a Temperatura ambiente. El rango promedio del tiempo de desarrollo de huevo a adulto fue de 42 a 45 días bajo tratamiento mientras que en laboratorio fue de 39 a 42 días, la fase de huevo bajo tratamiento fue de 9 a 10 días y en laboratorio de 4 a 5 días, la duración de la fase de pupa bajo tratamiento fue de 16 a 19 días y en laboratorio de 12 a 14 días. En cuanto a la sobrevivencia fue mayor en el grupo control de la fase de huevo y para la fase de pupa fue del 100 % excepto para el lote K del grupo control que fue del 66.6%. El porcentaje de sobrevivencia de los adultos fue del 20% al 50%.

INTRODUCCION

Las mariposas son insectos que pertenecen al Orden Lepidoptera dicho vocablo proviene de las raíces griegas *lepis*: escama y *pteron*: ala, esto es, alas con escamas (Beautelspacher, 1980). Algunas estimaciones sugieren que en México deben existir no menos de 25 000 especies, aproximadamente 10% del total mundial (Balcázar, 2000).

Los lepidópteros presentan una metamorfosis completa denominada holometábola; en la cual el huevo es el primer estadio cuyo número, tamaño y forma son particulares para cada especie; el segundo es la oruga o larva generalmente eruciforme, cilíndrica con cápsula cefálica esclerotizada bien desarrollada, de tipo hipognata, con ojos simples laterales y está provista de mandíbulas trituradoras para masticar las hojas de las plantas. Su crecimiento se da por medio de ecdisis periódicas pudiendo ser hasta de cinco y una vez que han pasado éstas, abandonan las plantas hospederas para buscar un sitio más adecuado para su transformación, pudiendo fijarse a un soporte, esconderse bajo la tierra o encapsularse en un capullo formado por seda o por hojas para comenzar el estadio de pupa o crisálida (Richards y Davies, 1984).

Durante este ciclo las formas descritas (huevo, larva y pupa) pueden entrar en letargo como la quiescencia, siendo ésta la reacción inmediata a un cambio en los factores externos deteniendo temporalmente su desarrollo, hasta que las condiciones son favorables nuevamente, por lo tanto es variable (a cualquier edad). La diapausa es otro mecanismo adaptativo muy importante para la sobrevivencia de los insectos durante periodos de condiciones no favorables, tales como las temperaturas invernales bajas, calor extremo en verano, periodos de sequía y temporadas en las cuales el alimento escasea, por lo que se da una supresión del desarrollo que es determinado genéticamente y se manifiesta por los factores ambientales desfavorables descritos.

En algunas especies la diapausa es obligatoria y cada individuo de cada generación pasa por un periodo durante su historia de vida, pero la mayoría muestran una diapausa facultativa; esto es, que puede o no manifestarse en un individuo o población, dependiendo de las condiciones ambientales que prevalecen durante ciertos estados críticos del desarrollo (Beck, 1968).

Este mecanismo presenta tres fases, la primera es una preparatoria inducida por fotoperiodo y temperatura e involucra cambios metabólicos definidos; la segunda es que no se alimentan durante el invierno y la tercera al restablecerse el ambiente favorable se requiere una acumulación de calor para reiniciar su ciclo biológico. (Murray y Wilson, 1993). Tanto el fotoperiodo, temperatura, humedad, nutrición y fenología pueden ser las señales para que el individuo entre en diapausa así como determinar su duración (Leather *et al.*, 1993).

Se ha visto que el tiempo del ciclo de vida del insecto depende de la temperatura y sobreviven frecuentemente durante periodos largos de tiempo a bajas temperaturas con un desarrollo lento (Vicente, 2001). Para el caso de la humedad, se sabe que evita la deshidratación de los estados de desarrollo más susceptibles (huevo y pupa) y el fotoperiodo ayuda a normalizar sus actividades diarias o estacionales (Bautista, *et al.*, 2004) la regulación de éste es extensa en organismos terrestres incluyendo las plantas, hongos, aves, mamíferos y los artrópodos (Hastings, 2001), entre los insectos, se ha registrado en 17 órdenes y alrededor de 500 especies la regulación del fotoperiodo (Nishizuka, *et al.*, 1998). Esta frecuencia amplia sugiere que el fenómeno es más común -quizás casi universal- especialmente entre insectos de regiones templadas más altas con los cambios marcados entre las estaciones.(Saunders, 2002).

Por otra parte, las mariposas son de gran utilidad para el hombre tanto directa como indirectamente, algunos usos suelen ser el ecoturismo, comercio, religión e indicadores biológicos, los adultos de muchas especies son polinizadores de numerosos vegetales, sirven como agentes de control biológico debido a su capacidad para defoliar malezas

(Balcázar, 2000), en las cadenas tróficas ocupan el segundo eslabón al ser consumidores primarios y sostienen a poblaciones de diversos consumidores así como son transportadoras de energía para diversos biomas (Colinvaux, 1997). Por todas estas razones deben ser estudiadas y trabajadas ampliamente además, se suman la creciente tendencia de producir actividades sustentables que otorguen beneficios, tanto a la sociedad como a los ecosistemas, ya que en su hábitat natural menos del 5% de los lepidópteros llega a su madurez debido al ataque de depredadores y enemigos naturales como pájaros, arañas, hormigas, parasitoides como avispa, moscas, hongos y bacterias. La cría en laboratorio permite que el 80% alcancen el estado adulto (Anónimo, 2006). Ejemplos de este tipo de trabajos son los mariposarios o granjas de mariposas, como las que existen en Papua, Nueva Guinea, Costa Rica y Taiwán (Gómez-S, 2006).

En la zona metropolitana del Valle de México habita *Phoebis philea philea* una de las 20 especies más comunes y visualmente atractivas de la ciudad, con potencial para poder ser cultivadas en cautiverio, esta especie es un piérido coliadino que tiene una envergadura alar de 68 a 75 mm de color amarillo y tiene un marcado dimorfismo sexual ya que el macho posee antenas filiformes, palpos, tórax y abdomen color amarillo tenue, tórax con largas sedas en el dorso y una mancha anaranjada rectangular que atraviesa la célula discal en las alas anteriores, el borde costal es negro cerca del ápice, lo mismo en la terminación de cada vena en el margen externo. Las alas posteriores son amarillas con anaranjado en la mayor parte del borde externo; centralmente son de color amarillo cremoso y con manchas pardas en la terminación de la célula discal en ambos pares de alas (Fig. 1).



Figura 1. Macho de *Phoebis philea*



Figura 2. Hembra de *Phoebis philea*

En la hembra el color de las alas anteriores es amarillo rosáceo con un margen obscuro y una serie submarginal de manchas oscuras quebradas, en la terminación de la célula discal posee una mancha negra, en las alas posteriores presentan únicamente la serie submarginal de puntos negros y la cara inferior es de color variable, con matices violáceos y rosa salmón (Fig. 2).

Se distribuye a lo largo de la República Mexicana en los siguientes estados: Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Coahuila, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y el DF (Llorente-Bousquets, *et al.* 1997).

La cópula se lleva a cabo en pleno vuelo, la hembra busca plantas hospederas *Senna didymobotrya* “retama africana” para depositar los huevecillos. Los huevecillos son amarillos y blancos y su desarrollo es continuo dependiendo de las diferentes estaciones. Las larvas al emerger miden unos milímetros, son de color verde-amarillentas y de inmediato empiezan a alimentarse. Al crecer presentan unas arrugas transversales y una franja negra de cada lado llegando a medir hasta 10 cm de largo. En el último estadio se les forman parches negros por todo el cuerpo lo que indica que van a pupar. La crisálida sufre una metamorfosis a estado adulto y finalmente maduran sexualmente (De la Fuente, 1994).

ANTECEDENTES

La mayoría de las mariposas diurnas han sido reportadas casi siempre en listados taxonómicos, existiendo pocas referencias con respecto a la cría en condiciones controladas de laboratorio en mariposarios en México como: el de Guadalajara, en el Estado de Jalisco, que es el más atractivo por su diseño; el de Africam Safari en el estado de Puebla y el del zoológico de Chapultepec de reciente creación en los cuales solo se exhiben los ejemplares, no se crían, como en el caso del de Xcaret en el estado de Quintana Roo que tiene fama mundial por sus dimensiones y por la cantidad de especies nativas que alberga.(López, 2007).

Phoebis philea, aparece en listados taxonómicos como los de Beutelspacher (1980), Llorente y Martínez (1988) y De la Maza (1987).

En cuanto a la cría, están los trabajos de Montesinos-Patiño (2002) quien efectuó un monitoreo sobre mariposas y menciona tanto a *P. philea* como a sus plantas hospederas.

Por otra parte Molina (2003) estudió el ciclo de vida de esta especie en un bosque seco tropical y observó que fue de 30 días. Mientras que Sandoval (2004) registró el ciclo de vida en condiciones de cautiverio teniendo como resultado que fue de 20 a 22 días.

Herrera *et al.*, (1987) hicieron observaciones sobre una especie cercana a *P. philea*, *P. sennae*, acerca de los tipos de larvas, la relación del color con dimorfismo sexual así como del comportamiento en apareamiento para ambos sexos, encontrando que no hubo relación alguna entre el color y el sexo, y observaron que los machos recién emergidos no copularon sino hasta después de algunos días.

En lo que se refiere a la evaluación o control de las condiciones de temperatura para poder manejar la cría más eficientemente, se han reportado en otras especies investigaciones como los de Pullin y Bale, (1989) quienes trabajaron con *Aglais urticae* e *Inachis io* (Lepidoptera:Nymphalidae) a cuatro diversos regímenes de temperaturas en la diapausa para determinar la supervivencia, reportando que la mortalidad fue más alta a 10° con el 80% de *I. io* después de 100 días y el 75% para *A.urticae* después de 170 días.

Linares, (1987) realizó un estudio para determinar la influencia de la temperatura sobre algunos parámetros biológicos en condiciones controladas de temperatura, humedad relativa ambiental y fotoperíodo (mantenimiento constante de los dos últimos) en *Diatraea saccharalis*. En general, observó que al aumentar la temperatura disminuyó la duración del ciclo biológico, así como para machos fue menor que en las hembras.

Yonggyun y Wonrae (2000) analizaron el efecto de la temperatura y de los ciclos diarios del fotoperíodo en la tolerancia al frío en noctuidos de *Spodoptera exigua*, bajo regímenes de fotoperíodo de 16:8 (L:D) y temperatura de 20, 25 y 30°C, encontrando que la temperatura de la críofase tuvo un efecto significativo en la tolerancia al frío y fue asociado junto con la temperatura a aumentos de las osmoralidades de la hemolinfa y del contenido del glicerol. Resultando que las fluctuaciones de temperatura y fotoperíodo afectaron la tolerancia al frío de esta especie.

Margaix y Garrido (2000) estudiaron el efecto de temperaturas constantes sobre el desarrollo de grácilidos de *Phyllocnistis citrella* Stainton, analizando la duración y sobrevivencia de las distintas fases del ciclo, registrando que a medida que la temperatura aumentó la duración de todas las fases disminuyó y la supervivencia se mantuvo en porcentajes elevados en un rango de temperatura de 23 y 30 °C, aunque en los extremos de este rango disminuyó la supervivencia.

Fantinou, *et al.*, (2002) reconocieron el papel del termoperíodo sobre la diapausa en larvas y el desarrollo en *Nonagrioides* de *Sesamia*, bajo condiciones de laboratorio encontrando que las incidencias más altas en la inducción de diapausa se registraron cuando las larvas fueron expuestas a termoperíodos de 15–25° C bajo oscuridad constante.

Shue-Sheng, *et al.*, (2002) realizaron un estudio en el que determinaron el tiempo de desarrollo y sobrevivencia del huevo y adulto en *Plutella xylostella* bajo 14 regímenes de temperaturas alternadas y 19 constantes a partir de 4°C, teniendo como resultado que de 4°-6° o 34°-40°C el desarrollo parcial o completo de etapas fue posible y a partir del modelo de Wang y ecuación logística se puede simular el desarrollo de la población sobre una amplia gama de temperaturas para esta especie.

Jacobo-Cuellar, *et al.*, (2005) trabajaron con la inducción de la diapausa y requerimiento fototérmico de *Cydia pomonella*, con base a modelos no lineales pronosticaron que el 50% de los insectos entraron en diapausa después 1220 unidades fototérmicas y 194 unidades fototérmicas (UF) y el 50% de emergencia ocurrió a 360 UF por lo que señalan un efecto de la temperatura en el proceso de señalización e interacción con el fotoperíodo para la inducción y finalización de la diapausa.

Taveras, *et al.*, (2004) investigaron el desarrollo del pirálido *Hypsipyla grandella* en respuesta a temperaturas constantes y reportaron que la temperatura influyó mucho en el desarrollo de las etapas inmaduras y la emergencia del adulto; variando el desarrollo del ciclo de vida entre 30 días (30°C) y 104 días (15°C).

OBJETIVOS

Ya que no se tienen citas referentes al ciclo de vida de *Phoebis philea* relacionado con condiciones controladas en laboratorio como la temperatura este trabajo tuvo como finalidad cubrir los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Evaluar la influencia de temperatura sobre el ciclo biológico de *Phoebis philea* en cautiverio.

Objetivos Particulares

- Evaluar la influencia de la temperatura en el tiempo de desarrollo del huevo y pupa durante el ciclo biológico de *Phoebis philea*.
- Evaluar la influencia de la temperatura sobre la sobrevivencia de la fase de huevo y pupa en el ciclo biológico de *Phoebis philea*.
- Observar la densidad optima durante la cría de *Phoebis philea* en cautiverio.
- Hacer un seguimiento del desarrollo de las fases del ciclo biológico de *Phoebis philea*.

MATERIALES Y METODO

Para evaluar la influencia de temperatura sobre la viabilidad y tiempo de duración de la fase de huevo y pupa, se realizaron recolecciones de huevos y larvas de *Phoebis philea* durante los meses de febrero a mayo de 2007, en la planta hospedera *Senna didymobotrya* (retama africana) en el jardín botánico, ubicado en las instalaciones de la FES Iztacala.

Para la fase de huevo, se recolectaron 180 individuos que debieron de presentar como característica principal color amarillo (Figura 1), localizándolos en la planta hospedera, dichos huevos se separaron en dos grupos de 90 organismos para formar los tres lotes experimentales lote A con 5 huevos, lote B con 10 y lote C con 15 en cajas de petri previamente esterilizadas con benzal y con un papel secante, introduciéndolas en bolsas de plástico con cierre hermético rotuladas con fecha de inicio y fin de tratamiento, número de repetición de cada lote, y hora en cada una, haciendo dos repeticiones por cada lote, todos los lotes se refrigeraron a 6°C con fotoperiodo de obscuridad por un lapso de 5 días



Figura 1. Huevo maduro de *Phoebis philea*.

Después del tratamiento las cajas de petri se sacaron de las bolsas y se pasaron a cajas con tapa hermética previamente desinfectadas para conformar los lotes de cría, estableciéndolos de acuerdo a cada lote y examinándolas cada 24 hrs.(Figura 2 y 3)

A cada una de las cajas de petri que contuvieron los huevos se le cambio el papel secante diariamente. Conforme las larvas fueron eclosionando se pasaron a hojas frescas de la planta hospedera y éstas se colocaron en la misma caja de cría.

Además, se llevó un registro de bitácora del día de eclosión y de la sobrevivencia de éstas, anotando fecha, número de lote así como las observaciones de los organismos que contenían las cajas.



Figuras 2 y 3. Cajas de cría de los lotes A, B y C que estuvieron bajo tratamiento.

Por otra parte los 90 huevos restantes se dividieron en los lotes control D, E y F con 5, 10 y 15 huevos respectivamente con sus dos repeticiones que se pusieron en cajas de plástico con papel secante, de la misma forma se procedió a su rotulación con los datos correspondientes de cada lote y a su revisión cada 24 hrs.

Todos los organismos que llegaron a fase adulta se marcaron con plumones y se liberaron en un pabellón de zoocria en donde se colocaron macetas con retama africana y se les alimentó con una solución de agua con azúcar en algodón así como se

les colocó flores recién cortadas de *Asclepia*, y se observó el comportamiento de cortejo y/o apareamiento.

Para la fase de pupa se hicieron recolecciones de larvas (Figura 4) en la planta hospedera *Senna didymobotrya* (retama africana) en el jardín botánico con el fin de criarlas hasta que llegaran a la fase de crisálida y poder evaluar la influencia de la temperatura.



Figura 4. Larva de *Phoebis philea*.

Durante el periodo de estudio se recolectaron 204 larvas que se colocaron en cajas de cría a las cuales diariamente se les realizó la limpieza de forma similar a las que se trabajaron durante la fase de huevo, llevando un registro de bitácora anotando fecha, numero de lote, numero de larvas y observaciones hasta la fase de pupa.

Para poder colocarlas en los lotes de tratamiento y control se esperó hasta que las crisálidas tuvieran un color verde opaco, que indicó su completa formación. Después se separó la seda de donde se encontró adherida la pupa con ayuda de una pinza de relojero (Figura 5) y se fijó en cajas de plástico conformando seis lotes con los 36 organismos que llegaron al mismo tiempo a fase de pupa para evaluar la duración y viabilidad de ésta, quedando los tres lotes experimentales G, H e I con una, dos y tres organismos respectivamente sometiéndolos a refrigeración a 6°C con fotoperiodo de obscuridad por un lapso de 5 días (Figura 6). Y los tres lotes restantes J, K y L con una,

dos y tres pupas se utilizaron para el control, así mismo, se hicieron dos repeticiones para cada lote y se rotularon con la fecha inicio y término, hora y numero de repetición.



Figura 5. Pupa de *Phoebis philea*.



Figura 6. Lotes de pupas bajo tratamiento en refrigeración.

Los ejemplares tanto del grupo control (Figura 7) como los que finalizaron el tratamiento se observaron cada 24 hrs. a fin de registrar el día de emergencia de los adultos y éstos se liberaron en un pabellón de zoocría. Se alimentaron con una solución de azúcar y agua, pulpa de mango diluida con agua y flores de *Asclepia*, ésto con el fin de

mantenerlos y poder posteriormente observar su comportamiento de cortejo y/o apareamiento.



Figura 7. Adultos emergidos de los lotes del grupo control.

Durante los meses de febrero y marzo, en los que se criaron los primeros organismos recolectados hubo alta mortalidad en ellos por contaminación debido al manejo; para evitarla se ajustó la metodología en los siguientes meses: las adecuaciones fueron lavar previamente el área a trabajar para el cambio de las cajas, asepsia en las manos de quien manejó el material biológico, uso de guantes y cubre bocas así como limpieza con benzal en los pinceles que se usaron para cambiar los organismos. Para medir la temperatura se utilizaron hobos (sensores) que registraron datos cada 5 hrs.

Se realizó la prueba t-student para determinar si existieron diferencias significativas en el tiempo de desarrollo y sobrevivencia de *Phoebis philea* para el lote experimental y control así como entre ellos con la misma densidad poblacional, en base a Durán, et al 2007.

RESULTADOS Y ANALISIS

Los organismos de la especie *Phoebis philea philea* se sometieron a tratamiento de temperatura baja; tras el seguimiento de las distintas fases para todos los lotes, se registraron los tiempos de desarrollo de los organismos sobrevivientes desde huevo a adulto, obteniendo un rango de 42 a 45 días en el grupo experimental y de 39 a 42 días para los individuos del grupo control (Cuadro 1).

Tratamiento			Control		
Lote A	Lote B	Lote C	Lote D	Lote E	Lote F
45 días	42 días	45 días	42 días	39 días	40 días

Cuadro 1. Tiempo de desarrollo registrado en días promedio de huevo a adulto de *Phoebis philea* para el grupo de tratamiento y control.

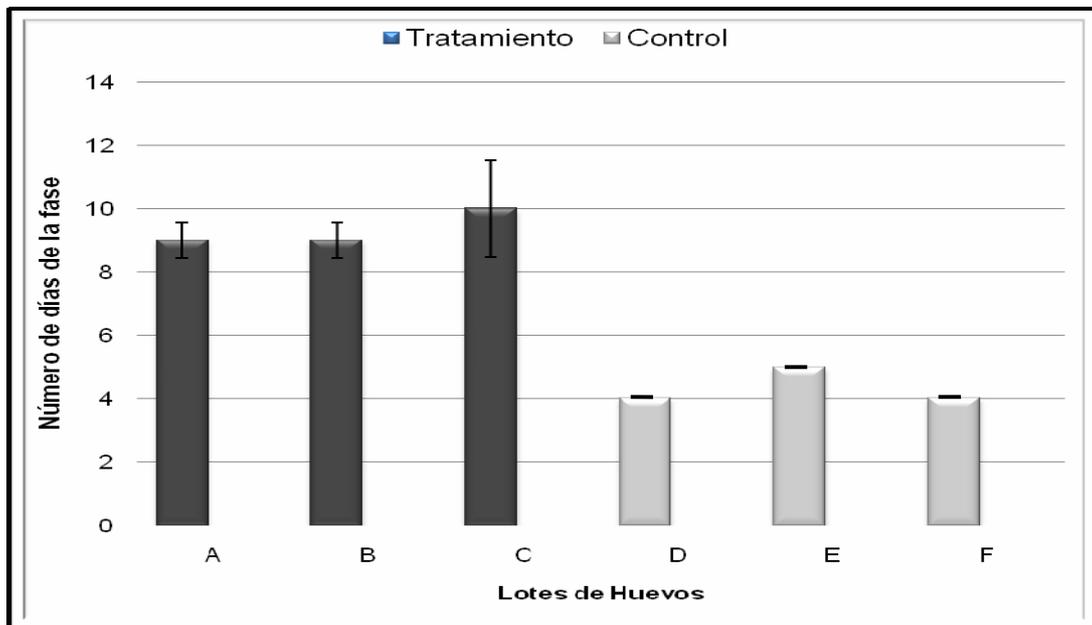
Al comparar los tiempos de desarrollo con otros trabajos se observa una diferencia significativa; en el caso de Sandoval (2004) la duración fue de 20 a 22 días y en el estudio de Molina (2003) de 30 días. En ambos *Phoebis philea* tuvo menor tiempo y esta diferencia probablemente se deba en el primero a fallas de la metodología respecto al manejo de huevecillos dentro de cajas de petri y a la alimentación de la etapa larval. El no conocer con exactitud el tiempo de oviposición que tenían los huevos al ser recolectados definitivamente afectó el resultado, se ha observado que la sobrevivencia es mayor cuando están próximos a la eclosión y por otro lado una estrategia que usa la especie cuando la alimentación no es la adecuada es acortar los periodos entre las mudas.

Con respecto a Molina (2003) la investigación se llevo a cabo en un bosque seco tropical en el Ecuador, en la se señala que los ciclo de los organismos están ajustados

a la época de lluvias y en general los valores de la temperatura ambiental son constantes, factores que favorecen a la especie acortando la duración de su ciclo.

Duración Fase de Huevo

En la fase de huevo, se notó que la duración promedio del tiempo de desarrollo de los lotes experimentales A y B con densidad de 5 y 10 huevos fue de $9 \pm \sigma 0.707$ días, el lote C con densidad de 15 organismos fue de $10 \pm \sigma 1.581$ días y el grupo control tuvo en promedio 4 días para el lote D y F con 5 y 15 huevos respectivamente y en el Lote E con 10 individuos 5 días. (Gráfica 1)



Gráfica 1. Tiempo de desarrollo en días promedio de la fase de huevo de los seis lotes con sus repeticiones bajo tratamiento y control de *Phoebis philea*.

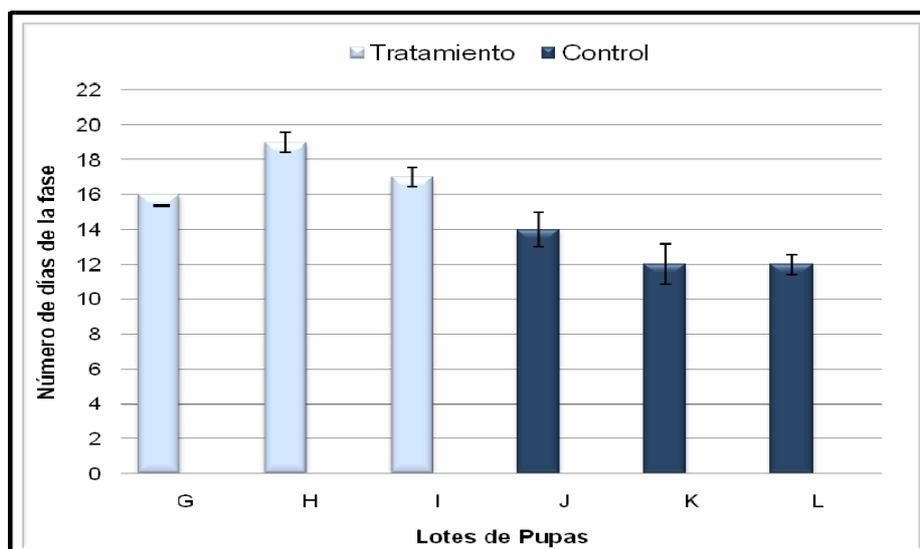
Entre las duraciones del grupo experimental no se encontraron diferencias significativas al igual que entre los valores en el grupo control (Anexo 1), pero en contraste al comparar los lotes de igual densidad tanto del tratamiento como del control si hay diferencias significativas. (Anexo 1)

Esta diferencia en el tiempo de desarrollo entre los dos grupos fue por que los organismos de los lotes control colocados en cajas de plástico, tuvieron una temperatura mas elevada (10°C a 34°C), la humedad relativa de 3 a 13 gm/M3 y un fotoperiodo de luz de 23% a 100% (Anexo 2) estas condiciones fueron mas favorables que las de las cajas de petri que estuvieron sometidas a 6°C con fotoperíodo de oscuridad.

En general los organismos tienen ciclos de vida mas cortos mientras mas elevada sea la temperatura, aquellos que en este estudio estuvieron bajo tratamiento a 6°C , retrasaron su desarrollo y se alargó la fase. También se apreció que en el grupo control se alcanzó una duración similar a lo reportado por Sandoval 2004, que fue de cinco días.

Duración Fase de Pupa

La duración alcanzada en días promedio de esta fase en los lotes del tratamiento fue la siguiente; Lote G $16 \pm \sigma 0$ días, Lote H $19 \pm \sigma 0.707$ días, Lote I $17 \pm \sigma 0.707$ días y para el caso del grupo control quedo así Lote J $14 \pm \sigma 1$ día, Lote K $14 \pm \sigma 1.224$ días y el Lote L $12 \pm \sigma 0.707$ días. (Gráfica 2)



Gráfica 2. Tiempo de desarrollo en días promedio de la fase de pupa en los seis lotes con repeticiones bajo tratamiento y control de *Phoebis philea*.

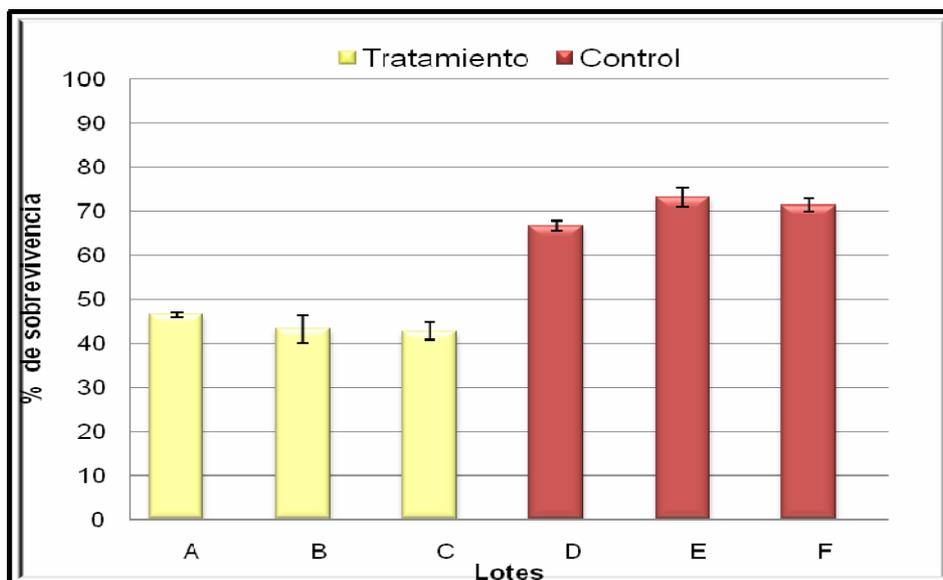
Entre las duraciones del grupo experimental se encontraron diferencias estadísticamente significativas al contrastar el lote G con la densidad de una pupa y el H con dos así como al comparar este último lote contra el lote que contenía densidad de tres organismos en cambio para los valores del grupo control solo hubo diferencias en el lote J-L con una y tres pupas respectivamente (Anexo 1). Al comparar el tiempo de la fase entre los lotes de igual densidad tanto del tratamiento como del control si se hallaron diferencias significativas. (Anexo 1)

Las diferencias encontradas entre los lotes del mismo grupo podrían deberse a que la capacidad de respuesta de los organismos es diferente a pesar de estar bajo las mismas condiciones. Y la diferencia en el tiempo de desarrollo de los dos grupos probablemente fue por que los organismos del tratamiento detectaron condiciones desfavorables como la temperatura baja de 6°C, un fotoperiodo constante de obscuridad y humedad variable por lo que seguramente retrasaron su emergencia hasta el momento en que las condiciones les fueron mas favorables como los individuos del control que tuvieron una temperatura constante de 10°C a 34°C, la humedad relativa de 3 a 13 gm/M3 y un fotoperiodo de luz de 23% a 100% (Anexo 2) y su desarrollo fue continuo hasta emerger.

Ya que se ha visto que los insectos modifican su desarrollo en diferentes condiciones para aumentar la posibilidad de encontrar sitios de alimento, oviposición, localización de pareja ([Gillott, 2005](#)) se podría decir que los individuos de ambas fases entraron en quiescencia al detectar condiciones adversas para aumentar las probabilidades de ésto.

Sobrevivencia de la fase de Huevo

Con relación al porcentaje de sobrevivencia de las larvas que eclosionaron se ve que en el lote A fue de 43.3% $\pm\sigma$ 0.707, en el B es del 46.6% $\pm\sigma$ 3.082 y del 42.8% $\pm\sigma$ 2 para el lote C del tratamiento mientras que la alcanzada en el grupo control fue del 66.6% $\pm\sigma$ 1.224 para el lote D, 73.3% $\pm\sigma$ 2.121 para E y para el lote F fue del 71.4% $\pm\sigma$. (Gráfica 3)



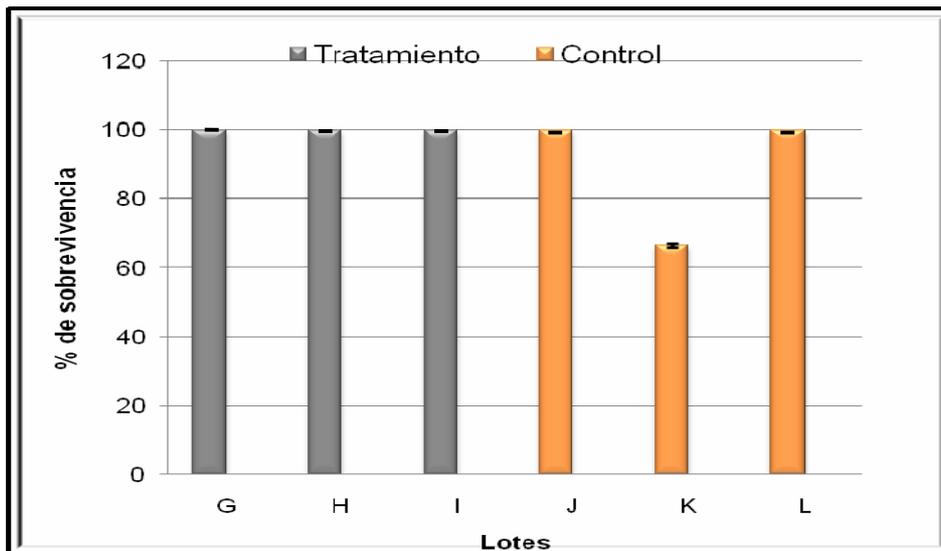
Grafica 3. Porcentaje de eclosión para la fase de huevo de los lotes con sus repeticiones bajo tratamiento y control de *Phoebe philea*.

Al comparar la sobrevivencia del grupo experimental se observa que no hay diferencias y al contrastar los datos obtenidos para el grupo control se ve que hay diferencias significativas entre los lotes D-E con densidad de 5 y 10 huevos respectivamente y de 5 contra 15 organismos (D-F) pero no la hay al comparar el lote con densidades de 10 y 15 individuos (E-F). Sin embargo al cotejar la sobrevivencia de las larvas eclosionadas de la fase de huevo entre los lotes de igual densidad tanto del tratamiento como del control no se hallaron diferencias significativas aun cuando a simple vista si se nota un aumento de la sobrevivencia para los organismos que estuvieron en el grupo control. (Anexo 1)

Esta diferencia en la sobrevivencia fue debido a que al término del tratamiento se pasaron los organismos a cajas de cría y se generó un cambio de humedad, lo cual propicio la formación de hongos tanto en el huevo como de las hojas donde éstos se encontraban por lo que se desecharon algunos de ellos al igual que los que se encontraron secos.

Sobrevivencia de adultos para la fase de Pupa

Con relación al porcentaje de sobrevivencia de los adultos que emergieron se ve que fue del 100% $\pm \sigma$ 0 para los lotes G, H, I, J y L en contraste con el lote K donde fue del 66.6% $\pm \sigma$ 0.577. (Gráfica 4)



Grafica 4. Porcentaje de emergencia de adultos para la fase de pupa de los lotes con sus repeticiones bajo tratamiento y control de *Phoebis philea*.

Al comparar la sobrevivencia en el grupo experimental se observa que no hay diferencias significativas y dentro del control solo se registran diferencias estadísticamente significativas para los lotes con densidad de 2 y 3 pupas (K-L). Al comparar los lotes de igual densidad tanto del tratamiento como del control se nota que no hay diferencias significativas. (Anexo 1)

La causa de que en el lote K no llegaran a emerger los adultos de las pupas, fue que éstas se deshidrataron posiblemente debido a que la luz del sol les dio directamente.

Densidad óptima

Para la fase de huevo se ve que la densidad óptima para el control, es el lote E con 10 huevos ya que presenta una duración mayor al igual que la sobrevivencia. Para el grupo experimental, el lote que tiene el desarrollo mas largo es el C con 15 huevos pero la sobrevivencia es menor a diferencia del lote A que con un día menos el porcentaje de sobrevivencia es mayor. (Cuadro 2)

Lote	Duración	Sobrevivencia
A	$\bar{X} 9 \pm \sigma 0.707$ días	46.6 %
B	$\bar{X} 9 \pm \sigma 0.707$ días	43.3 %
C	$\bar{X} 10 \pm \sigma 1.581$ días	42.8 %
D	$\bar{X} 4 \pm \sigma 0$ día	66.6 %
E	$\bar{X} 5 \pm \sigma 0$ día	73.3 %
F	$\bar{X} 4 \pm \sigma 0$ día	71.42 %

Cuadro 2. Valores de duracion y sobrevivencia de la fase de huevo.

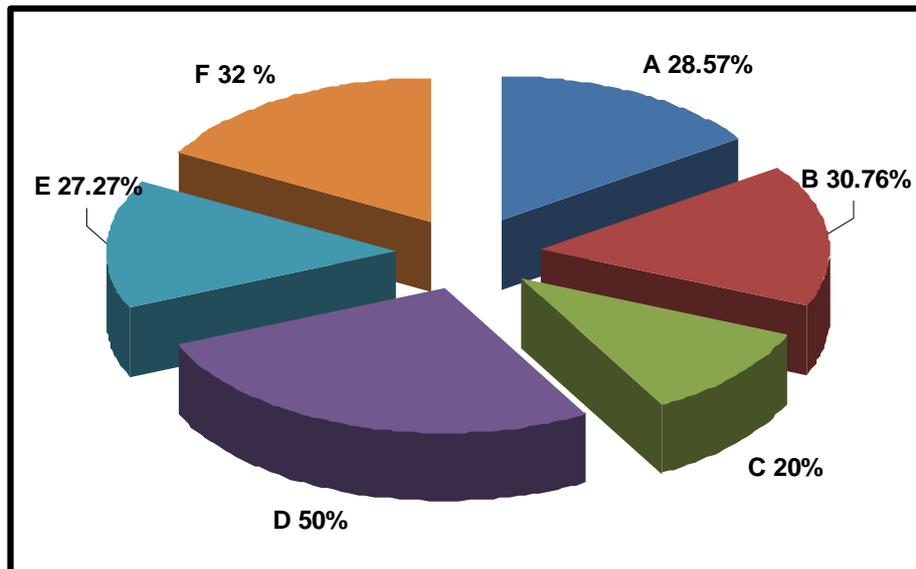
Al observar los resultados se ve que la densidad óptima para el caso de la fase de pupa es la del lote H bajo tratamiento que contiene una densidad de 2 organismos, ya que es el que presenta una duración de la fase mayor al igual que la sobrevivencia. Para el grupo control el lote que tiene el desarrollo más largo de esta fase y con mejor sobrevivencia es el lote J con una densidad de 1 individuo. (Cuadro 3)

Lote	Duración	Sobrevivencia
G	\bar{X} 16 \pm σ 0 días	100 %
H	\bar{X} 19 \pm σ 0.707 días	100 %
I	\bar{X} 17 \pm σ 0.707 días	100 %
J	\bar{X} 14 \pm σ 1 día	100 %
K	\bar{X} 14 \pm σ 1.224 días	66.6 %
L	\bar{X} 12 \pm σ 0.707 días	100 %

Cuadro 3. Valores de duracion y sobrevivencia de la fase de pupa.

Seguimiento del desarrollo del ciclo biológico de *Phoebis philea*.

Se registró el porcentaje de adultos emergidos a partir de las larvas eclosionadas (Gráfica 5), teniendo como resultado que el lote D obtuvo mayor número de adultos, ya que durante la cría de las larvas algunos factores les afectaron como la deshidratación del alimento debido a la fenología de la planta, la muerte a causa de un patógeno que por los síntomas parecía ser una bacteria similar a lo reportado por Sandoval en el 2004 y desecación de los organismos por exposición directa a la luz del sol. Si se compara con lo que sucede de forma natural en el ciclo de Lepidópteros menos del 5% llegan a la madurez sin embargo, cuando se les cría con suficiente alimento y protección de los enemigos naturales, entre el 85 y 95% de los individuos pueden llegar a la madurez (Gomez-S, 2006), los porcentajes encontrados son más bajos van del 20% al 50%.



Grafica 5. Porcentaje de adultos emergidos a partir de las larvas eclosionadas de los lotes con sus repeticiones bajo tratamiento y control de *Phoebis philea*.

También se obtuvo la proporción de sexos de los adultos que emergieron de ambas fases, observando que para los machos fue más alta para los lotes que estuvieron bajo tratamiento desde la fase de huevo y para los lotes de pupa del control, a diferencia de lo que sucede en la naturaleza donde es 1:1 (Daly, *et al* 1998). Esto pudo ser debido a la forma aleatoria en que se recolectaron los huevos, ya que no se aseguró que pertenecieran a la misma puesta, por lo que se pudo haber recolectado huevos que en el futuro serían machos o que a los organismos bajo tratamiento la temperatura les haya afectado en la determinación del sexo.

	Fase Huevo	Fase Pupa
	M : H	M : H
Tratamiento	2:3	2:1
Control	1:2	2:1

Cuadro 3. Relación de sexos de los adultos para el grupo control y del tratamiento

Comportamiento de los adultos

Los adultos que se obtuvieron de todos los lotes en ambos tratamientos fueron observados en un pabellón de zoocría viendo que cuando los machos se acercaban, las hembras extendían las alas y alzaban el abdomen en señal de querer aparearse no así los machos que no dieron ninguna señal de cortejo. Esto puede ser a la falta de energía ya que solo se alimentaban de agua con azúcar cuando éstos eran colocados cerca del algodón con la solución por lo que muy probablemente les faltaron los nutrimentos que encuentran en flores naturalmente en especial proteínas y aminoácidos (Huffaker y Gutiérrez, 1998).

Este comportamiento es similar a lo reportado por Herrera, et al 1987 en donde mencionan que los machos no copulan a las pocas horas de haber emergido si no después de varios días al contrario de las hembras que aceptan la cópula después de poco tiempo de emerger.

CONCLUSIONES

- El ciclo de vida de *Phoebis philea* bajo tratamiento fue de 42 a 45 días mientras que en laboratorio fue de 39 a 42 días.
- El tiempo de desarrollo de la fase de huevo bajo tratamiento fue en promedio de 9 a 10 días y en laboratorio de 4 a 5 días.
- La duración de la fase de pupa bajo tratamiento fue en promedio de 16 a 19 días y en laboratorio de 12 a 14 días.
- La sobrevivencia fue mayor en el grupo control de la fase de huevo, que en el tratamiento aunque estadísticamente no hubo diferencias de los grupos.
- La sobrevivencia de la fase de pupa fue del 100 % excepto para el lote K del grupo control que fue del 66.6%.
- La densidad óptima observada para el caso de la fase de huevo en el control fue de 10 huevos (lote E) con un promedio de 5 días de duración y una sobrevivencia del 73.3% y para el grupo experimental es el lote A con 5 huevos ya que la sobrevivencia es mayor.
- La densidad óptima observada para el caso de la fase de pupa del lote experimental es la del lote H con 2 organismos y con un promedio de 19 días y una sobrevivencia del 100% en el caso del grupo control ésta es del lote J con 1 individuo y con una duración promedio de 14 días y una sobrevivencia del 100%.
- El porcentaje de sobrevivencia de los adultos fue del 20% al 50%.
- La proporción de sexos fue más alta para los machos.
- De los adultos emergidos solo las hembras mostraron señales de apareamiento.

LITERATURA CITADA

- ❖ Anónimo. 2006. www.alasdecolombia.com/zoocria.htm consultada 29-08-2006
- ❖ Balcázar, M. A. 2000. Mariposas Mexicanas: Los insectos mas hermosos. Biodiversitas. 5 (28) 8-10pp.
- ❖ Bautista, M. N., Bravo, M.H., Chavarin, P.C. 2004. Cría de Insectos plaga y organismos benéficos. Colegio de Posgraduados. Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Estado de México. 323p.
- ❖ Beutelspacher, C.1980. Mariposas diurnas del Valle de México. Ediciones Científicas LPMM. México, D.F. 134pp.
- ❖ Beck, D.S.1968. Insect Photoperiodism. Ed. Academia Press Inc. USA. 135-136p.
- ❖ Colinvaux.1997. Introducción a la Ecología. ed.7ª.Ed. LIMUSA. México.447-448p.
- ❖ Daly, H.V, Doyen, J.T y Purcell III, A.H. 1998. Introduction to Insect Biology and Diversity. 2a edicion. Oxford University Press. New York. 670 pp.
- ❖ De la Fuente, J. A. 1994. Zoología de Artrópodos. Ed. Mac Graw-Hill. España. 805 pp.
- ❖ De la Maza, R.1987. Mariposas mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. 302 pp.
- ❖ Durán, D.A., Vargas, V.A y Cisneros, C.A.E. 2007. Bioestadística. 2ª edición.UNAM, FES Iztacala. México. 260pp.

- ❖ Fantinou, A.A., Chatzoglou, C.S. and Kagkou, E.A. 2002. Thermoperiodic effects on diapause of *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae). *European Journal Entomology*. 99(4):421-425.

- ❖ Guillot, C. 2005. *Entomology*. Ed. Springer. Canada. 831pp.

- ❖ Gómez, S. R. 2006. Plan de manejo propuesto para la cría de mariposas promisorias como alternativa productiva para comunidades indígenas de la Amazonia Colombiana. *Boletín Sociedad Aragonesa*. 1(38):451-460.

- ❖ Hastings, M.H. 2001. Adaptation to seasonal change: photoperiodism and its mechanism. *Journal of Biological Rhythms*. 16: 283-430.

- ❖ Herrera, J., Covarrubias, R y Opazo, L. 1987. Observaciones sobre larvas de *Phoebis sennae amphitrite* (Feisthamel) 1839 (Lepidoptera). *Acta Entomologica Chilena*. 14:183-186.

- ❖ Huffaker, C.B. y Gutierrez, A.P. 1998. *Ecological Entomology*. 2ª edición. John Wiley & Sons, Inc. E.U.756pp.

- ❖ Jacobo-Cuellar, J.L., Mora-Aguilera, G., Ramírez-Legarreta, M. R., Vera-Graziano, J., Pinto M. V., López-Collado, J., Ramírez-Guzmán, M y Aceves-Navarro, L.A. 2005. Caracterización cuantitativa de la diapausa de palomilla de la manzana *Cydia pomonella* L. en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. *Agrociencia*. 39: 221-229.

- ❖ Leather, S.R., Walters, K.F.A. and Bale, J.S.1993. *The Ecology of Insect Overwintering*. Cambridge University Press. New York, USA. 254pp.

- ❖ Linares, F.B.A.1987. Influencia de la temperatura en el desarrollo de *Diatraea saccharalis*. Caña de azúcar. Vol. 5 (2):43-66.
<http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/cana/cana0502/texto/influencia.htm> consultada 25-09-2006

- ❖ López, M. A. http://www.geocities.com/editor_mx/granja.html consultada 20-08-2007

- ❖ Llorente-Bousquets, J. E., Oñate-Ocaña, L., Luis-Martínez, A. y Vargas-Fernández, I. 1997. Papilionidae y Pieridae de México: Distribución geográfica e ilustración. Facultad de Ciencias, UNAM.CONABIO. 226 pp.

- ❖ Llorente, A, y Martínez C. 1988. Mariposas del Valle de México: Introducción e Historia I. Distribución y localización de los Papilionoideos de la cañada de los dinamos, Magdalena Contreras. México, DF.85-198.

- ❖ Margaix, C., Garrido, A. 2000.Efecto de temperaturas constantes en el desarrollo de *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera:Gracillariidae). Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. 26. 277-283.

- ❖ Molina, M. N. 2003. Ciclos biológicos de especies diurnas de Lepidoptera del Bosque Seco Tropical, Guayaquil, Ecuador. Convención Nacional de Entomología. Universidad Nacional Agraria, La Molina.
[www.lamolina.edu.pe/convencionentomologia/RESUMENES biolog%EDa.htm](http://www.lamolina.edu.pe/convencionentomologia/RESUMENES_biolog%EDa.htm)
consultada 29-08-2006.

- ❖ Montesinos-Patiño, E. 2002. Introducción al conocimiento y monitoreo de mariposas. Memorias del taller de capacitación. Gobierno del Distrito Federal, REMUCEAC. México, DF. 81pp.

- ❖ Murray, D.A.H., and Wilson, A.G.L. 1993. Methods for studying diapause *In:Heliothis: Research Methods and Prospects*. Zalucki, M. P. Ed. Springer-Verlag. New York.243pp.

- ❖ Nishizuka, M., Azuma, A. and Masaki, S. 1998. Diapause response to photoperiod and temperature in *Lepisma saccharina* Linnaeus (Thysanura:Lepismatidae). Entomological Science. 1: 7-14.

- ❖ Pullin, A.S. and Bale, J.S. 1989. Effects of low temperature on diapausing *Aglais urticae* and *Inachis io* (Lepidoptera: Nymphalidae): Cold hardiness and overwintering survival. Journal of Insect Physiology.35(4) 277-281.

- ❖ Richards, D.W., y Davies, R.G.1984.Tratado de Entomología. Ed. Omega. España.695-725pp.

- ❖ Sandoval, E. M. R. 2004. Ciclo biológico en cautiverio de *Phoebis philea* y *Morpho peleis* (Lepidoptera:Pieridae, Nymphalidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala.UNAM. México

- ❖ Saunders, D.S. 2002. Insect Clocks. 3a ed. Elsevier Science. Amsterdam.

- ❖ Shue-Sheng, L., Fei-Zhou, C. and Myron, P. Z. 2002. Development and survival of the Diamondback Moth (Lepidoptera:Plutellidae) at constant and alternating temperatures. Environmental Entomology. Vol. 31(2) 221-231.

- ❖ Taveras, R., Hiljell, L., Carballo, M. 2004. Development of *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) in response to constant temperatures. Neotropical. Entomology. Vol.33 n.1

- ❖ Vicente, M. 2001. Modelización de la tasa de desarrollo de insectos en función de la temperatura. Aracnet 7-Bol. S.E.A., No. 28.147-150.
<http://entomologia.rediris.es/aracnet/7/12entoaplicada/index.htm> consultada el 29-08-2006

- ❖ 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.

ANEXO 1

Valores de la prueba de t para la fase de huevo y pupa en base a Durán, et al 2007.

Fase Huevo

Lotes a comparar	<u>Sobrevivencia</u>	<u>Duración</u>	valor $t=4^{0.025}$
	Valor to	Valor to	
A - B	-1.096	0	± 2.776
A - C	-2.450	-1.001	± 2.776
B - C	-0.471	-1.001	± 2.776
D - E	-2.830	0	± 2.776
D - F	-4.332	0	± 2.776
E - F	-0.655	0	± 2.776
A - D	-1.225	12.254	± 2.776
B - E	-1.389	9.803	± 2.776
C - F	-2.039	6.578	± 2.776

Fase Pupa

Lotes a comparar	<u>Sobrevivencia</u>	<u>Duración</u>	valor $t=4^{0.025}$
	Valor to	Valor to	
G - H	0	-7.352	± 2.776
G - I	0	0	± 2.776
H - I	0	3.466	± 2.776
J - K	0	2.192	± 2.776
J - L	0	2.832	± 2.776
K - L	-4.901	0	± 2.776
G - J	0	3.406	± 2.776
H - K	2.450	8.578	± 2.776
I - L	0	8.665	± 2.776

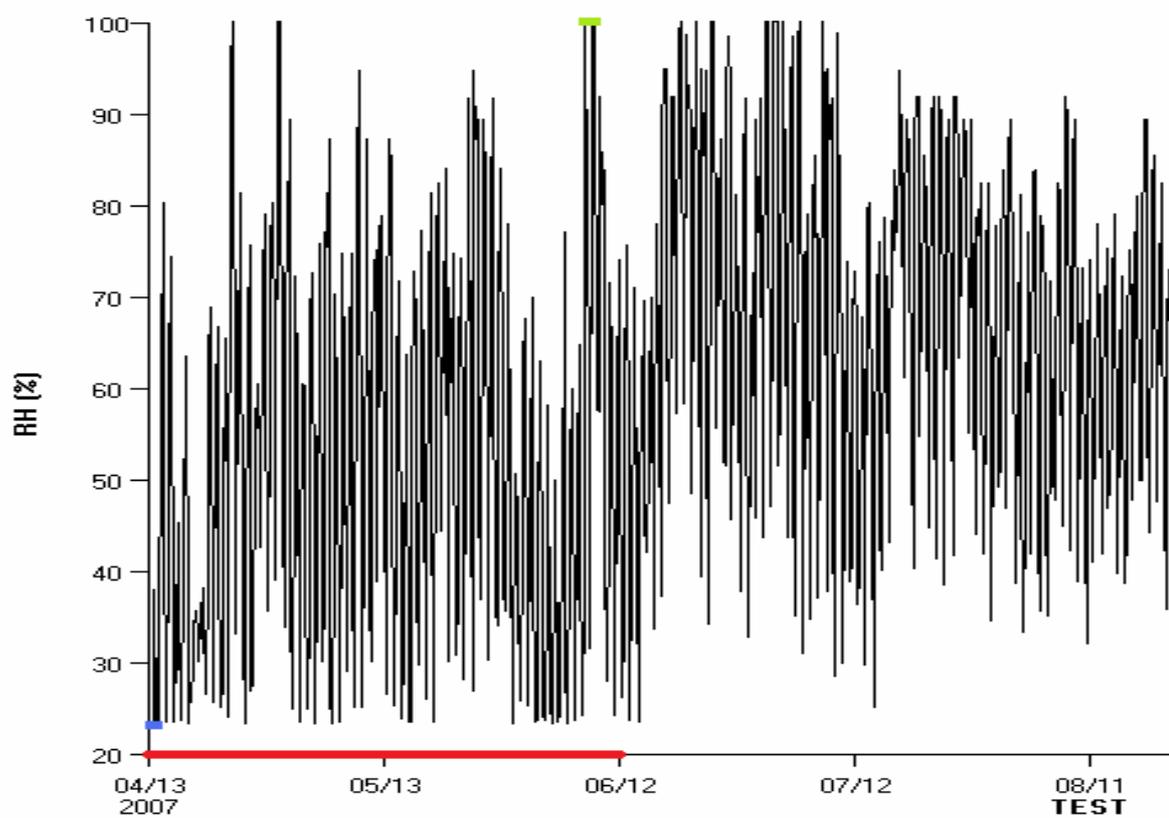
ANEXO 2

Datos del hobo

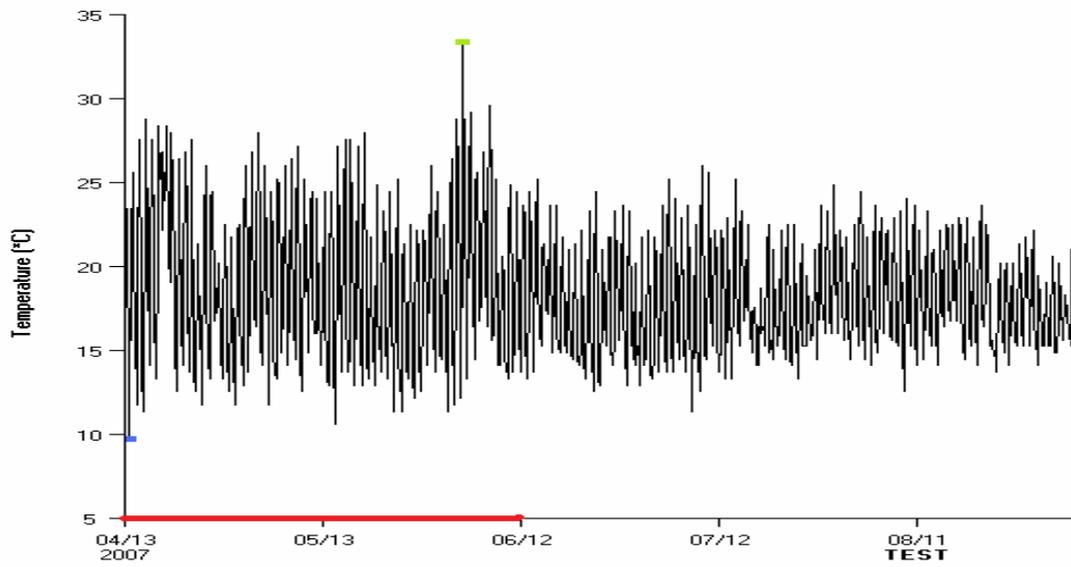
13 de Abril a 30 de Agosto de 2007 con intervalo de 5 horas.

- Periodo de la investigación
- Valor mínimo
- Valor máximo

Porcentaje de Intensidad luminosa



Temperatura en °C



Porcentaje de Humedad relativa

