



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

Preferencia de oviposición de *Leptophobia aripa* sobre la planta
hospedera *Tropaeolum majus* L. en el jardín de mariposas de la FES
Iztacala

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O
PRESENTA
KARLA JAEL CERVANTES VALERA

DIRECTOR DE TESIS: M. EN C. SERGIO GERARDO STANFORD CAMARGO



LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

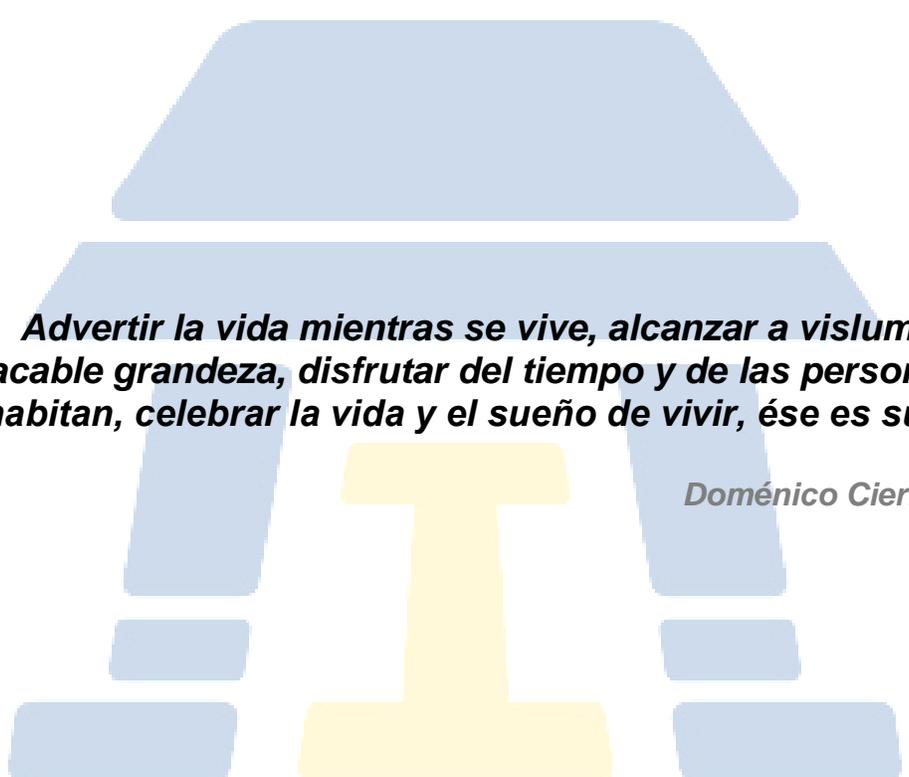


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.



Advertir la vida mientras se vive, alcanzar a vislumbrar su implacable grandeza, disfrutar del tiempo y de las personas que lo habitan, celebrar la vida y el sueño de vivir, ése es su arte...

Doménico Cieri Estrada

Agradezco a mi maestra, la Biol. Marcela Patricia Ibarra Gonzales la oportunidad de trabajar con ella, la dedicación y la paciencia para la realización de esta tesis.

Al Biol. Luis Enrique Paez Gerardo por su enorme apoyo y confianza y sobre todo por sus acertados comentarios para mejorar y enriquecer este trabajo.

Al Biol. Alberto Morales Moreno por su colaboración en esta tesis.

Principalmente agradezco a mi asesor, el M. en C. Sergio Gerardo Stanford Camargo por toda su enseñanza a lo largo de la carrera, por siempre haberme brindado su valioso tiempo y por impulsar mi formación académica.

A todos aquellos que hicieron más amenos los días en el jardín y laboratorio, mis amigos y colegas: Gris, Marco, Selene, Edgar, Lucia y Ricardo.

Dedico esta tesis a mis padres:

Leticia Valera y Felipe Cervantes por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica como de la vida, por su amor y apoyo incondicional, por todo su esfuerzo para darme una carrera para mi futuro.

A mis hermanos España y Kevin quienes espero vean en mi un ejemplo a seguir, los quiero mucho.

A mi esposo Rafael Guadarrama, quien me acompañó a lo largo de toda mi carrera, tanto así que faltó poco para que fuera biólogo también, por estar conmigo en cada paso que doy, por llenar mi vida de dicha, por toda su motivación y darme siempre fortaleza, quien es mi vida entera.

¡Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes!

CONTENIDO

Resumen	4
Introducción	5
<i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1863)	8
<i>Tropaeolum majus</i> L	9
Antecedentes	14
Objetivos	21
Área de estudio	22
Materiales y método	25
Resultados y discusión	32
Jardín	32
Pabellones	33
Duración del ciclo de vida de <i>L. aripa</i>	41
Parasitoides	42
Patógenos	43
Conclusiones	44
Anexos	45
Tabla 1. Tiempo de acoplamiento y puestas de <i>L. aripa</i>	46
Tabla 2. Puestas por pabellón	47
Tabla 3 y 4. Temperatura y Humedad relativa	48
Tabla 5. Ciclo de vida promedio de <i>L. aripa</i>	48
Tabla 6. Ciclo de vida de <i>L. aripa</i>	49
Documentación fotográfica	50
Larvas	50
Prepupas	51
Pupas	51
Adultos	52
Consecuencias de escasa variabilidad genética	53
Literatura citada	54

RESUMEN

Son comunes los trabajos referentes al comportamiento de selección de los piéridos como plaga sobre las plantas hospederas, pero son pocos los enfocados a una de las especies de mariposas diurnas de mayor interés comercial conocida en México como la mariposa blanca *Leptophobia aripa* sobre la planta *Tropaeolum majus*, la cual ha sido poco investigada como hospedera.

Con la finalidad de ampliar el conocimiento acerca de esta mariposa se observó el comportamiento de la preferencia de oviposición de *Leptophobia aripa* sobre la planta hospedera *Tropaeolum majus* conocida como mastuerzo. El estudio se realizó en el jardín de mariposas ubicado dentro del Jardín Botánico de la FES Iztacala bajo condiciones naturales; se adecuaron para este fin tres pabellones dentro de los cuales fueron colocadas macetas con mastuerzo estandarizadas en altura y procurando que el diámetro de las hojas y follaje fuera similar; en el pabellón 1 se colocó una maceta con la planta hospedera y su respectiva repetición en la división del mismo, en el pabellón 2 se colocaron dos macetas y repetición y en el pabellón 3 se colocaron tres macetas y repetición, esto para conocer si factores visuales como la abundancia de la hospedera, el tamaño de la hoja y el color de la misma fueron significativos en cuanto a la selección de la planta adecuada para la oviposición. En este diseño experimental se trabajó con las hembras de manera particular junto con sus plantas de prueba, ya que al no haber competencia entre hembras por los sitios de oviposición se permitió apreciar variaciones individuales en la preferencia de oviposición, de acuerdo a la distribución final de sus huevos.

Se observó que la oviposición estuvo influenciada por la abundancia de la planta hospedera, es decir, a mayor disponibilidad de la planta, mayor número de huevos puestos; el comportamiento predominante fue que el mayor número de puestas se colocaron sobre la parte apical de la planta, la hembra prefirió la parte abaxial de las hojas para sus posturas gregarias; también se notó que *L. aripa* prefirió oviponer sobre hojas con diámetros entre 4 y 6 cm y en las hojas de menor tamaño el número de huevos puestos varió de uno hasta 21 huevos, debido a que hojas tan pequeñas no representaron ser suficiente alimento para la progenie; la distancia entre los huevos y su distribución no fueron iguales para todas las puestas, finalmente se concluye que existe una relación entre la oviposición y el tamaño de las hojas.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de oviposición ha sido centro de muchos de los principales debates sobre la ecología y evolución de las interacciones que se llevan a cabo entre el insecto y la planta (Thompson y Pellmyr, 1991).

Bajo condiciones naturales, los insectos confrontan muchos estímulos externos así como sus propios estímulos fisiológicos internos y una serie de restricciones ambientales, esto hace muy difícil discernir la importancia relativa de los estímulos químicos, visuales o mecánicos de los insectos hacia la planta hospedera. Todos los lepidópteros muestran cierto grado de preferencia en la selección de las plantas donde posteriormente ovipositarán. La hembra adulta debe elegir la planta hospedera apropiada para el crecimiento y supervivencia de las larvas (Santiago *et al.*, 2006).

La selección del lugar de oviposición por parte de la hembra es una de las actividades de mayor importancia, 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 oviposición reduciría las probabilidades de que la oruga alcance el estado adulto. La selección de la planta tiene una base química y se prevé que la identificación del hospedero es visual, probablemente basada en color y forma de la hoja. La producción de huevos, los patrones de distribución de los mismos y la selección de hospederos varían con la especie de mariposa (Sánchez-López, 2004).

El desarrollo de las mariposas es de tipo holometábolo, con las etapas: huevo, larva, pupa y adulto. Su ciclo de vida se inicia cuando la hembra selecciona una planta específica para poner sus huevos. Luego de 5 a 7 días dependiendo de la especie, eclosionan larvas que de inmediato comienzan a alimentarse de las hojas tiernas de la planta hospedera (Sánchez-López, *Op. Cit.*).

Las larvas de los lepidópteros son de tipo eruciforme, presentan una cápsula cefálica bien definida, tres pares de apéndices locomotores en la parte anterior del cuerpo y cinco pares de propatas abdominales y anales. Las formas y ornamentaciones de las larvas son muy específicas y una especie se puede identificar a partir de la larva al igual que con el adulto. La etapa de larva tiene como propósito la nutrición del individuo (Maes y Brabant,

2000). Durante su crecimiento, que dura de 12 a 25 días dependiendo de la especie, las orugas sufren de cinco a siete mudas, después de las cuales están listas para realizar su metamorfosis, al final de su etapa, la larva se ubica en el sitio donde va a cambiar de forma y deja de moverse y de alimentarse, a esta fase se le llama prepupa (Sánchez-López, 2004.).

Las pupas conforman la etapa más extraordinaria de la vida de una mariposa, dentro del capullo se organiza la transformación morfológica y química de la larva en adulto, que permitirá a éste tener una vida totalmente diferente. Los adultos, que en muchas especies de mariposas presentan un dimorfismo sexual estarán a cargo de la reproducción de la especie (Maes y Brabant, 2000).

El orden Lepidoptera se ha subdividido en dos subórdenes: Homoneura (mariposas nocturnas, primitivas, con las alas posteriores y anteriores del mismo tamaño e igual venación) y Heteroneura (tienen las alas posteriores más pequeñas y menor venación). A éste último corresponden todas las mariposas diurnas y gran parte de las nocturnas. Dentro del lenguaje científico se emplean denominaciones para las mariposas, atendiendo a determinados caracteres tales como el tamaño, la forma en como se unen las alas y el tamaño de las antenas (De la Maza, 1987). Con base a recientes estudios, se han propuesto nuevas denominaciones que fundamentan las divisiones de acuerdo al aparato reproductor de las hembras: Zeugloptera, Dacnonypha y Monotrysia (grupos más primitivos de mariposas nocturnas) y Ditrysia (todas las diurnas y los grupos evolucionados de nocturnas) (Daly, 1998)

En México existen aproximadamente 20 mil especies de mariposas, 2 mil diurnas y el resto nocturnas. Alrededor del 15 por ciento de los lepidópteros diurnos tiene distribución restringida en el territorio nacional, y casi la mitad de las mariposas diurnas se pueden localizar en las selvas tropicales de los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. (Martínez *et al.*, 2004).

Las familias Papilionidae, Pieridae, Ithomiidae, Brasolidae, Acraeidae, Morphidae, Nymphalidae (Danainae, Libytheinae, Helioconiinae, Satyrinae), Riodinidae y Lycaenidae son las representantes en nuestro país de la superfamilia Papilionoidea, y Hesperidae y Megathymidae de la superfamilia Hesperioidea (De la Maza, 1987).

Los piéridos son las mariposas más abundantes en todas las regiones; existen especies migratorias y de amplia distribución. Su tamaño puede variar desde menos de 2,5 hasta 10 cm. Generalmente exhiben colores como blanco, amarillo o verde, muchas especies con diseños conspicuos muy coloridos: blanco, amarillo y naranja, con manchas negras en los márgenes de las alas. Presentan uñas tarsales bífidas (Daly, *et al.*, 1998); se posan con las alas plegadas. Sus huevecillos son fusiformes y son depositados en grandes grupos de plantas de las cuales se alimentará la oruga. Las larvas son blandas sin estructuras prominentes, algunas son plagas en cultivos. Las pupas tienen sólo una proyección cefálica y se fijan erguidas valiéndose de hilos. Generalmente se les encuentra en lugares abiertos, su vuelo es a media altura (~ 2m) y para México se conocen 75 especies, algunas de ellas con dos o más subespecies (Contreras, 2008).

Aunque es cosmopolita, la subfamilia Pierinae son más diversa en los trópicos. Comparado con otras larvas de piéridos, esta subfamilia se alimenta de una familia de plantas (principalmente Cruciferae, Capparidaceae, Loranthaceae y Santalaceae); el género americano *Neophasia* se alimenta de *Pinus*. Las mariposas de la col, *Pieris brassicae*, *P. rapae* (*P. rapae* en ocasiones se asigna a un género o subgénero separado, *Artogeia*) y otras relativamente cercanas como *Leptophobia aripa* están entre los más conocidos de todos los insectos (Ehrlich, 1958)

De acuerdo con Richards y Davies (1983) la ubicación taxonómica de *Leptophobia aripa* es la siguiente:

Reino: Animalia
Phylum: Arthropoda
Clase: Insecta
Orden: Lepidoptera
Suborden: Ditrisya
Superfamilia: Papilionoidea
Familia: Pieridae
Subfamilia: Pierinae
Género: *Leptophobia*

Especie: *Leptophobia aripa* (Boisduval 1836).

Leptophobia aripa (Boisduval, 1836) tiene una amplia distribución desde México hasta Brasil; en México se encuentra en gran parte de la zona norte, centro y sur del país (Llorente, *et al.*, 1997) abunda en toda la zona metropolitana y se ve volar todo el año. Habita generalmente en pastizales, selvas bajas, bosques mixtos y bosques mesófilos de montaña (Franco, *et al.*, 1989). Cuando la mariposa recién sale de la pupa sus alas son verde-cremosas, al paso del tiempo estas se tornan blancas con las puntas de las alas anteriores negras, tienen una amplitud de 23 a 27 mm (fig. 1). No presentan dimorfismo sexual marcado. Los huevos son de color amarillo y son puestos en grupos (Fig. 2). La larva se desarrolla a lo largo de cinco estadios, en el quinto estadio se observa la capsula cefálica color verde oscuro; el cuerpo es verde con una línea lateral amarilla que recorre de la cabeza al último metámero abdominal, interrumpida transversalmente por rayas negras y amarillas (Fig. 3), para alimentarse prefieren el mastuerzo (*Tropaeolum majus* L.) y las coles (*Brassica oleracea*). La pupa es de color verde claro, con manchas amarillas y negras en el dorso, la cabeza de color verde oscuro (fig. 4), estas se colocan sobre las hojas del mastuerzo. Los parasitoides de *Leptophobia aripa* más comunes son *Chetogena scutellaris* (Diptera: Tachinidae), *Apechthis zapoteca* (Hymemnoptera: Ichneumonidae), *Brachymeria mnestor* y *B. ovata* (Hymenoptera: Chalcididae) (Jácome, 2001).

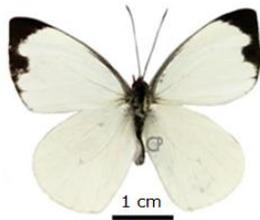


Fig.1 Adulto de *Leptophobia aripa*

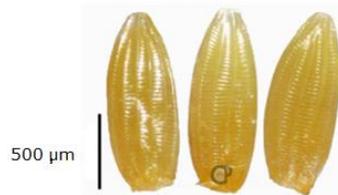


Fig.2 Huevos de *Leptophobia aripa*



Fig. 3 Oruga de *Leptophobia aripa*



Fig.4 Pupa de *Leptophobia aripa*

Fig. 1-4. *Leptophobia aripa*: 1 adulto; 2 huevos; 3 larva; 4 pupa (Bautista, 2007)

Esta especie es particularmente interesante por su ciclo de vida, puesto que a lo largo de un año existen varias generaciones, por lo que se considera una especie multivoltina. Los adultos buscan aparearse en lugares de amplia exposición solar, una vez efectuado el apareamiento la hembra ubica las plantas nutricias para asegurar el sustento de las larvas (Beutelspacher, 1980).

Debido a que la larva se alimenta de la planta hospedera, si ésta se encuentra en malas condiciones, el número de individuos decrece en forma relevante. Por lo tanto, es muy importante preservar la vegetación original de una zona para conservar las mariposas que en ella habitan (Sánchez-López, 2004).

La planta hospedera se define como la planta de la cual se alimenta la larva. Existe una relación estrecha entre las especies de mariposas y las plantas hospederas. Las plantas producen sustancias químicas tóxicas como defensa en contra de los herbívoros. La conquista de una planta como alimento, deberá pasar por la capacidad de la larva de aguantar o detoxificar las defensas químicas de la planta. Algunas larvas de mariposas se alimentan de una sola especie de planta (monófagas), otras de un grupo de plantas de la misma familia (oligófagas) o de varias plantas de familias diferentes (polífagas). Existen especies monófagas que pueden cambiar su única planta hospedera según las regiones donde viven. Algunas especies de mariposas, en el transcurso de su evolución aprovecharon detoxificar una especie de plantas y alimentarse de ella, además de utilizarla para su propia defensa, asimilando las toxinas de la planta y volviéndose tóxicas a su vez para sus propios enemigos potenciales, tales como aves o reptiles. La evolución de las plantas y la evolución de las mariposas no son paralelas, pero de manera evidente, la evolución de las mariposas depende de su capacidad de aprovechar las plantas hospederas. La mayoría de los géneros de mariposas dependen de una sola familia de plantas para su alimentación (Maes y Brabant, 2000).

Las plantas hospederas que *Leptophobia aripa* prefiere son de las familias Cruciferaea, Loranthaceae, Capparidaceae, Euphorbiaceae y Tropaeolaceae (Cuadro 1). A esta ultima pertenece *Tropaeolum majus* L. la cual es comúnmente conocida en México como “mastuerzo” y en Latinoamérica es llamada capuchina, pelonchili, curutziti (Martínez, 1979). Es una planta nativa de Sudamérica (Rzedowski y Rzedowski, 2001). En cuanto a su distribución en nuestro país se ha registrado en Chiapas, Distrito Federal, Estado de

México, Michoacán, Morelos, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz (Villaseñor y Espinosa, 1998). *Tropaeolum majus* L es una hierba anual o perenne, su tamaño a veces alcanza varios metros de largo, tiene un tallo muy ramificado, hojas alternas, casi circulares, con el margen algo ondulado, sobre pecíolos largos y delgados (se une al pecíolo casi en el centro). Las flores se encuentran sobre largos pedúnculos, solitarias en las axilas de las hojas, estas flores son grandes con coloraciones anaranjadas, rojas o amarillas, a veces con varios colores o tonos a la vez. El fruto es ligeramente carnoso con semillas una en cada frutillo. Habita principalmente como ruderal, alrededor de poblaciones. Se propaga por semillas. Su distribución altitudinal en el Valle de México va de los 1900 a 2200 m snm. Se cultiva ampliamente como ornamental; también es planta comestible (hojas y flores) con un sabor parecido a la mostaza o el rábano. Se utiliza adicionalmente como medicinal (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Planta hospedera	Nombre común	Planta nutricia (adulto)	Nombre común
<i>Brassica oleracea</i>	Col silvestre	<i>Asclepia</i>	Lantana
<i>Tropaeolum majus</i>	Mastuerzo	<i>Verbena</i>	Hierba santa
<i>Polanisia dodecandra</i>		<i>Brassica</i> (muchas especies)	Col
		<i>Cardamine</i>	Berro amargo

Cuadro 1. Plantas hospederas y nutricias registradas para *Leptophobia aripa*. (Sánchez- López, 2004).

Muchos insectos herbívoros especializados eligen como recurso alimentario plantas que contengan compuestos secundarios específicos. Para los piéridos únicamente las plantas que contienen glucosinolatos son reconocidas como alimento potencial (Chew, 1980). En general, las hembras adultas de este género utilizan el glucosinolato o sus productos de hidrólisis como señales positivas para el reconocimiento del hospedero adecuado durante la oviposición (Feeny et al.1983, Chew y Robbins, 1984, Renwick y Radke 1988 1985, Huang et al., 1993 y 1994). Se ha visto también que los glucosinolatos juegan un papel como estimulantes en la alimentación para las larvas (Schoonhoven 1968, Dethier, 1982).

La química de la planta se considera uno de los factores más importantes que afectan el rendimiento de los insectos herbívoros. Puede influir en la selección de plantas hospederas, la especialización, y la amplia variedad de insectos. La calidad y cantidad de la química de la hospedera, a su vez, cambia en respuesta a los factores intrínsecos y extrínsecos, tales como las variaciones genéticas y factores ambientales. Los factores ambientales son conocidos para modular de forma primaria y secundaria los perfiles químicos de la hospedera (Bryant *et al.* 1983, Herms y Mattson 1992). La fisiología y bioquímica de la planta puede ser alterada por el estrés del ambiente a una medida en que el valor nutricional de la planta cambie. Estos cambios fitoquímicos a menudo afectan el comportamiento y la fisiología de los insectos (Courtney y Kibota 1989 citado en Ying-Zhi *et al.*, 2004). En algunos casos, los cambios nutricionales foliares y aleloquímicos pueden mejorar la planta hospedera y la calidad del follaje por lo tanto puede considerarse beneficioso para los insectos herbívoros (Mattson y Haack, 1987). Entre los factores ambientales, la presencia y la concentración de nitrógeno(N) se consideran dos de los factores más importantes que afectan a la producción fitoquímica de plantas huésped, el N contenido en sí afecta en gran medida el rendimiento de insectos herbívoros (Fischer y Fiedler, 2000). En su mayor parte, los niveles más altos de N en las plantas hospederas aumentan las tasas de desarrollo de los insectos en algunas especies, las larvas para compensar las bajas concentraciones de nitrógeno incrementan el consumo o la eficiencia de la utilización de nutrientes, o concentran su alimentación a las partes con mayor concentración de N. (Mattson 1980, Ravenscroft 1994, Obermaier y Zwölfer de 1999, Wheeler y Halpern 1999). Además, el comportamiento de oviposición de los insectos también puede estar asociado con los niveles de nutrientes de las plantas hospederas (Myers 1985, Hugentobler y Renwick 1995). En la oviposición de las hembras de *Pieris rapae* se demostró que prefieren las plantas fertilizadas con mayor contenido de nitrógeno y fósforo (Myers 1985).

La especificidad en la selección de las plantas de las hembras ovipositoras hace a los lepidópteros agentes potencialmente poderosos en la selección natural de las especies de plantas. Los trabajos en los últimos 20 años ha demostrado que las hembras de algunas especies rechazan muchas hospederas potenciales al buscar sitios para depositar sus huevos. Las hembras discriminan entre las especies de plantas, entre genotipos dentro de las especies vegetales, entre las plantas en diferentes microhábitats, entre plantas de diferentes tamaños y condiciones fisiológicas y entre las partes de la planta. La secuencia

precisa del comportamiento utilizado por las hembras al elegir las plantas para la oviposición varía entre las especies. El paradigma general es que las hembras obtienen claves y hacen elecciones en tres niveles diferentes en la búsqueda de una hospedera potencial: 1. La elección del hábitat en el cual se hará la búsqueda de plantas hospederas, 2. La elección de las plantas dentro del hábitat sobre la cual se posará, y 3. La decisión de ovipositar o no después de posarse sobre una planta (Thompson y Pellmyr, 1991).

Todos los lepidópteros muestran cierto grado de selección del hospedero. Bajo condiciones naturales las hembras confrontan muchos estímulos externos, así como su propio estímulo fisiológico y una serie de limitaciones ambientales. Esto les hace muy difícil discernir la importancia entre estímulos químicos, visuales y mecánicos de las plantas hospederas y las que no lo son. Generalmente se asume que el proceso de selección es gobernado primeramente por señales químicas volátiles, seguido por estímulos visuales y finalmente por señales químicas no volátiles (Santiago *et al.*, 2006). Factores visuales como la forma, tamaño y color son significantes pero las señales químicas juegan un papel decisivo en la selección del hospedero (Jögar *et al.*, 2009).

Existen tres principales características visuales de la planta que influyen en el comportamiento de la selección: reflectancia (color), dimensiones (tamaño), y el patrón (forma) y que el tamaño y la forma de la hoja juega un papel crítico en la búsqueda de los insectos por la planta hospedera. En algún momento durante su vida, la mayoría de los insectos herbívoros están obligados a encontrar una planta hospedera. A lo largo de millones de años, los insectos han desarrollado sistemas sensoriales altamente especializados que les permiten encontrar y aceptar una planta hospedera adecuada para la alimentación y el desarrollo. Este sistema sensorial es capaz de asimilar los estímulos olfativos, visuales y mecánicos para provocar una respuesta de aceptación o rechazo en el insecto. La aceptación de una planta es una decisión crucial de comportamiento, ya que da lugar a la ingestión de material vegetal o la deposición de huevos, con posibles consecuencias negativas para el organismo. La propensión de los insectos herbívoros indica que los sistemas sensoriales son, en su mayor parte, precisos y fiables. Tal vez estos sistemas sensoriales altamente desarrollados y confiables son los que han permitido a los insectos explotar con tanto éxito las plantas del trópico a la tundra (Doles, 2001).

Por otra parte, se ha observado que las mariposas pueden utilizarse como un grupo indicador de las condiciones de salud de un ambiente. Estudiándolas se puede establecer si un área se encuentra perturbada o conservada debido a que existe gran dependencia y correlación de las mariposas tanto por los hábitos de herbivoría de las larvas, como por los requerimientos nectarívoros de los adultos. En este sentido, las mariposas son esenciales debido a su taxonomía estable, su fácil identificación y recolección, por ser indicadoras del estado de conservación, grado de endemismo y afinidad biogeográfica de una zona. Otra de sus funciones vitales es que por ser polinizadoras, ayudan a la reproducción de las plantas (Guerra y Apaza, s/a).



ANTECEDENTES

La cría de mariposas es una actividad relativamente reciente en México y por lo tanto son escasos los estudios sobre el comportamiento de selección de la mariposa blanca *Leptophobia aripa* sobre las plantas hospederas comunes como las brasicáceas y en este caso de *Tropaeolum majus*.

En 2003, Catta-Preta y Zucoloto realizaron una investigación donde determinaron el comportamiento de selección para ovipositar de hembras de *Ascia monuste* (Pieridae) en la col rizada (*Brassica oleracea*). El estudio se llevó a cabo en el jardín del Departamento de Biología de la Universidad de Sao Paulo, Brasil. El propósito de este trabajo fue: 1) determinar el patrón de comportamiento de oviposición en ausencia de sus depredadores (en la mayoría de los casos, las aves), y 2) evaluar el valor nutritivo de las diferentes partes de la misma hoja de col rizada en *A. monuste*. La selección del hospedero por parte de las hembras ovipositoras se determinó en invernadero y campo. Los huevos fueron colectados de 86 plantas. El comportamiento de la descendencia (el período larvario, la eficiencia de utilización de los alimentos, el número de huevos / hembra y otros) fue investigado en condiciones de laboratorio. En el campo, el número de puestas de huevos de *A. monuste* en las partes apical y media de las hojas de col rizada fue mayor que en la parte basal. En invernadero, *A. monuste* mostró una marcada preferencia por la parte apical de las hojas de la col rizada. Esta parte mostró la mayor concentración de nitrógeno y proteína y el contenido de agua fue menor, en comparación con las otras partes de la hoja. Sin embargo, la parte apical de las hojas no pareció ofrecer un sitio de oviposición con suficiente protección contra los pájaros, haciéndolos presa fácil en el campo. Sugirieron que la buena relación entre la preferencia de oviposición y el rendimiento de la descendencia se vio obstaculizada por la depredación en condiciones de campo.

Así mismo, mencionan que en su estudio *A. monuste* optó por ovipositar sus huevos en las hojas adultas (con el mayor desarrollo y tamaño), en la parte adaxial de la hoja (donde no hay incidencia de la luz solar directa) y en la región de las extremidades (pocos o ningún ovipostura en la nervaduras centrales). La mayoría de los parámetros medidos en los experimentos de invernadero fueron comparables a los medidos en el campo, a excepción de la distancia de las oviposturas al pedúnculo de la hoja. En el campo, el número de puestas de huevos en la parte apical de la hoja no fue significativamente

diferente de la parte media, pero era estadísticamente diferente en la parte basal. Sin embargo, en el invernadero el número de oviposiciones en la parte apical de la hoja fue diferente de ambas, las partes media y basal. La oviposición fue más frecuente en la parte apical ya que es fácilmente digerida y utilizada, lo que hace que la digestión sea más fácil. Catta-Preta y Zucoloto (2003), el mismo artículo señalan algunos estudios previos que a continuación se mencionan. Barros y Zucoloto (1999) encontraron un mejor rendimiento de *A. monuste* alimentadas con col rizada (con más de nitrógeno). Por otra parte, sustancias atractivas para la oviposición (sinigrina, alcanos y glucosinolatos) se encuentran en mayores concentraciones en las plantas grandes (Spencer, 1996) y en consecuencia en las hojas más viejas. Al ovipositar en la cara dorsal de la parte media de las hojas, las mariposas son cubiertas por la hoja donde deposita sus huevos, haciéndolos invisibles para las aves. En invernadero, la depredación no se produce, por lo tanto, la oviposición en la parte apical de la hoja es más frecuente que en la parte media. Entonces, la parte de la hoja con valor nutricional más alto parece no proporcionar suficiente protección contra los pájaros, haciéndolos más visibles en el campo. La "Hipótesis de espacio libre de enemigo" (Gilbert & Singer, 1975 y Thompson 1988) sugieren que el rendimiento sobre las especies de plantas puede ser influenciado por los enemigos, (incluyendo los depredadores). Como algunos ejemplos tenemos *Ogyris azucena* (Lepidoptera, Lycaenidae) estas hembras prefieren ovipositar en la planta hospedera *Amyema maidenni* (Loranthaceae) la cual es nutricionalmente pobre pero carece de hormigas en lugar de la planta *A. preisii* la cual tiene mayor valor nutritivo pero siempre tiene presencia de hormigas (Thompson, 1988). Otro ejemplo es el de orugas de la familia Pyralidae que preferían las hojas más viejas (más adecuadas para el material y la producción de un refugio) que las hojas más jóvenes (mejor para el crecimiento), demostrando que la protección es dominante sobre factores nutricionales (Damman, 1987).

Serra *et al.*, (2005), estudiaron la distribución espacial de huevos de *Colias lesbia* (Lepidoptera: Pieridae) en dos lotes de alfalfa distantes entre sí por 50 km en Manfredi y en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba Argentina. La superficie muestreada fue de una hectárea en cada sitio. Se recolectaron en total 78 muestras y se registró el número de huevos. Se pudo concluir con base a modelos estadísticos, que *Colias lesbia* coloca sus huevos de manera individual, siguiendo un patrón espacial de tipo agregado, esto se confirmó de manera coincidente con los distintos métodos utilizados.

En el trabajo elaborado por Gibbs *et al.*, en 2006, en la Casa de Cría de Mariposas de la Universidad Metropolitana de Manchester, sugieren que si las especies hospederas pueden afectar directamente las tasas de desarrollo y el tamaño del cuerpo de los descendientes de la mariposa *Pararge aegeria* (L.) y si hay diferencias de género en la asignación de recursos durante el desarrollo, puede haber presión de selección sexual específica asociada a diferentes hospederos. En el estudio se utilizaron como plantas hospederas a *Brachypodium sylvaticum*, *Holcus lanatus* y *Poa annua*. Los resultados mostraron que el comportamiento de oviposición es un proceso complejo y el uso de múltiples hospederos puede haber ocasionado una evolución para equilibrar las necesidades en las larvas de macho y hembra. La coevolución de la selección del hospedero y los comportamientos de oviposición pueden equilibrar las distintas necesidades de rendimiento de los hijos.

Santiago *et al.*, 2006 observaron el comportamiento de selección y oviposición de poblaciones silvestres de *Leptophobia aripa* ante un conjunto de plantas hospederas de *Brassica oleracea*. Este experimento se realizó en el Valle de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. Las plantas tuvieron distintas calidades generadas mediante cambios en tres condiciones de manejo del cultivo: fertilización, riego y luz. El comportamiento de *L. aripa* fue distinto en cuanto a las diferentes calidades de hospedera, esto obedeció a una compleja selección mostrando una gran capacidad para evaluar y discriminar entre el conjunto de hospederas. Se encontró una relación entre la oviposición y el tamaño de la planta, probablemente percibida a través del diámetro de la hospedera, o por otras características físicas y químicas relacionadas con este atributo.

Cunningham y West, en 2007, construyeron un modelo teórico para conocer como permitir que los lepidópteros incrementen ciertas aptitudes por medio del aprendizaje, en determinados ambientes, usando como ejemplo biológico específico su mecanismo de oviposición. Tal modelo incluyó el comportamiento del insecto y la complejidad del ambiente relacionados con la selección de la planta hospedera. Los resultados demostraron que el aprendizaje se maximizó cuando se redujo al mínimo la variabilidad de la planta, y entre generaciones la variabilidad se maximizó (diferentes especies de plantas hospederas son más comunes en diferentes generaciones). Concluyeron que esto

se puede aplicar a los trabajos empíricos recientes en diferentes especies de lepidópteros, así como predecir su comportamiento como plagas agrícolas.

Mugrabi-Oliveira y Moreira (1996) determinaron a través de experimentos de laboratorio, la respuesta de oviposición de *Heliconius phyllis erato* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Nymphalidae) a la variación en la disponibilidad de la planta hospedera con la presencia de huevos y larvas de la misma especie. Observaron que el número de huevos puestos por planta disminuyó de manera exponencial con el aumento de disponibilidad de la planta. Al contrario, la oviposición diaria (huevos/hembra/día) se incrementó al aumentar también el número de plantas, y se estabilizó cuando el número de plantas disponibles para la oviposición fue mayor que la fecundidad potencial de las hembras. Por lo tanto, se infiere de los resultados que las hembras evalúan su propia carga de huevos y prefieren ovipositar en los brotes libres de sus congéneres. También se infiere que son capaces de reconocer la abundancia de plantas y no están dispuestos a poner más de un huevo por puesta, incluso cuando la disponibilidad de la hospedera es escasa.

Traynier (1979) publicó un artículo en el cual describió los cambios a largo plazo en el comportamiento de oviposición de la mariposa de la col, *Pieris rapae*, inducida por el contacto con las plantas que elige como hospederas. Se encontró que el contacto entre el tarso del apéndice de la hembra y las hojas de col tienen una influencia importante sobre el comportamiento de oviposición de *Artogeia rapae* (L.) (*Pieris rapae*), mientras que el contacto entre la punta del ovipositor y las hojas de col no mostraron ninguna influencia. Así mismo, dedujo que la oviposición sobre la hoja no fue influenciada por la presencia de huevos previamente establecidos.

Metspalu *et al.*, (2009) estudiaron la preferencia de *Pieris brassicae* sobre diferentes cultivos de col (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba* L.). Los cultivos se hicieron en el jardín experimental de la Estonian University of life science durante el verano del 2008. El experimento se llevó a cabo en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, las plantas hospederas a utilizar incluyeron cultivos tempranos, medios y tardíos cultivados en parcelas separadas. La puesta de huevos se controló semanalmente, todos los huevos en las parcelas experimentales fueron contados y retirados de las plantas para evitar conteos repetitivos. Concluyó que varios factores específicos de la planta afectan a la selección de oviposición, de los cuales los más importantes fueron la edad fisiológica de

las plantas y segundo, los metabolitos presentes aunque los glucosinolatos se concentran más en las plantas jóvenes que en las plantas maduras y declinan con la edad de la planta. Otro factor que posiblemente influyó en el comportamiento de *P. brassicae* es el color de la planta. Sin embargo, los glucosinolatos son señales de corta distancia, el color y el tamaño de la planta son las señales de larga distancia. En el mismo estudio se menciona que Radcliffe y Chapman (1966) detectaron que el factor de color parecía ser importante en la determinación de la preferencia la planta hospedera para *P. brassicae* y *Pieris rapae*. Así mismo, se menciona que de acuerdo a Talsma *et al.*, 2008 el tamaño de la planta puede influir en la elección de oviposición de la mariposa, y las plantas de mayor tamaño pueden recibir más huevos que las plantas pequeñas, ya que son visualmente más llamativas.

En 2004 Ying-Zhi *et al.*, realizaron un estudio donde se exploró las relaciones entre la fertilización de las plantas, las composiciones fitoquímicas, y el rendimiento de las larvas de piéridos. Las coles (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) se cultivaron en dos niveles: nutrimentos, y su química foliar (agua, nitrógeno y glucosinolatos totales) y fueron medidos. Dos especies de mariposas blancas, *Pieris rapae* y *P. canidia*, fueron criadas en el follaje de cada uno de los dos tratamientos para medir el rendimiento de las larvas al eclosionar. Las respuestas de oviposición de *P. rapae* y *P. canidia* a las plantas hospederas fertilizadas contra las que no fueron fertilizadas se compararon mediante pruebas de elección. Los resultados demostraron que la humedad foliar y los contenidos de nitrógeno aumentan al incrementarse a su vez la disponibilidad de nutrimentos. Sin embargo, las concentraciones de glucosinolatos totales disminuyeron con el aumento de la disponibilidad de nutrimentos, es decir, con la fertilización. En su mayor parte, el rendimiento de las larvas varió significativamente entre los dos tratamientos de nutrimentos. Ambas especies obtuvieron buenos resultados en los tratamientos fertilizados que contenían altas cantidades de agua y nitrógeno, pero bajo contenido en glucosinolatos. Las hembras en ambos casos prefirieron las plantas fertilizadas. Concluyeron que *P. rapae* tuvo mejor rendimiento en plantas con mayor cantidad de nutrimentos.

Myers, (1985) estudió el efecto fisiológico de la planta en la selección de la hospedera por *Pieris rapae*, deduciendo que las mariposas en ocasiones ovipositan sobre las especies de plantas alimentarias que no son aptas para el crecimiento de las larvas. Sin embargo, dentro de una especie de planta, la mariposa de col blanca, *Pieris rapae* L.,

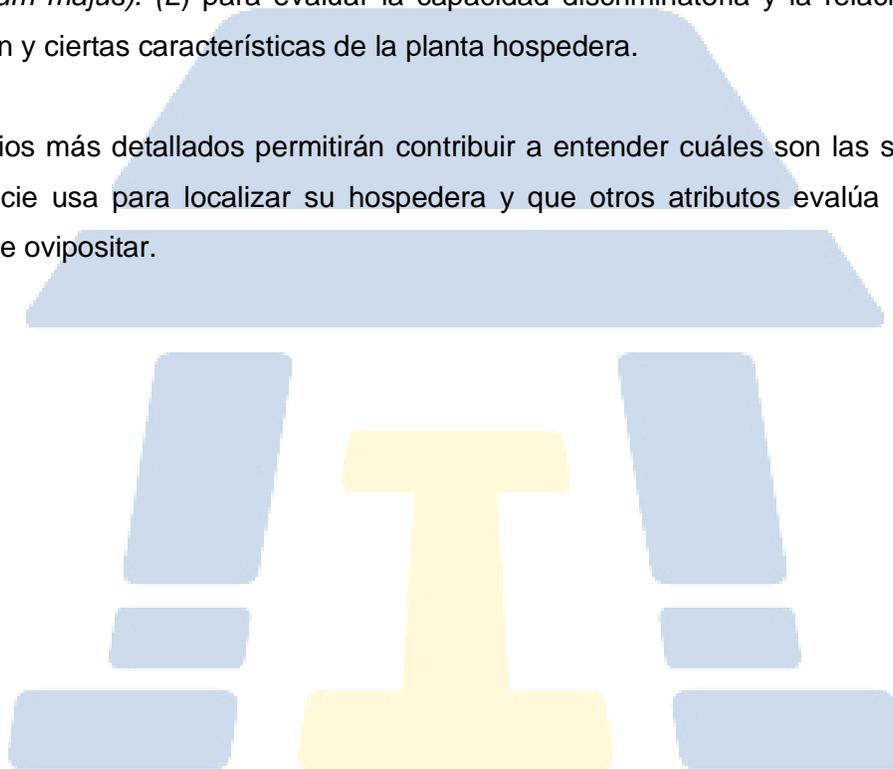
podría reconocer tanto el estado fisiológico de las plantas tratadas con fertilizantes y plantas sin fertilizar y preferencialmente oviponer sobre plantas que sean mejor para el desarrollo de larvas; por otra parte, las plantas preferidas por las mariposas fueron las que tuvieron mayor contenido de nitrógeno y fósforo, mayor tasa de transpiración y que a su vez son un color verde más intenso; la mejora en las condiciones fisiológicas de las plantas fertilizadas fueron detectadas por algunas mariposas sólo un día después de la fecundación, esto se observó por el mayor número de huevos puestos sobre estas plantas. Aproximadamente 5 días después de la fertilización, las plantas se pusieron más verdes, y fueron abordadas por mariposas con más frecuencia y recibieron mayor cantidad de huevos. Las orugas crecieron más rápidamente y alcanzaron un peso mayor cuando se desarrollaron y alimentaron de las plantas fertilizadas. Por lo tanto, la elección de oviposición de las mariposas adultas se traduce en una ventaja física para su progenie. Las trayectorias de vuelo de la mariposa blanca tendieron a ser lineales, lo que permitió la difusión de huevos. Sin embargo, este comportamiento se modificó por el atractivo de las plantas de buena condición fisiológica. Las mariposas continuaron oviponiendo varios huevos sobre estas plantas.

La mayoría de los trabajos sobre el comportamiento de oviposición se basan en la idea de que las hembras, cuando enfrentan a una serie de posibles plantas hospederas, exhibirán una jerarquía en sus preferencias. Un problema común con los estudios de preferencia de la planta hospedera es el fracaso en el diseño de experimentos en una forma que permita una interpretación clara del patrón de preferencia de oviposición entre hembras de una población. Un diseño experimental común es colocar un grupo de hembras en una sola jaula junto con las plantas de prueba, luego contar el número final de huevos puestos después de un periodo de tiempo. Este diseño no permite vislumbrar cualquier variación en la preferencia de oviposición que pueda ocurrir entre las hembras. La distribución final de los huevos puede ser un conjunto de hembras que difieren en su grado de especificidad, o incluso en cómo ellas clasifican las plantas hospederas. En consecuencia, ninguna hembra de la población puede distribuir sus huevos de manera adecuada. Por otra parte, la competencia entre las hembras por los sitios de oviposición puede dar lugar a una distribución más uniforme de los huevos de lo que podría ocurrir si las hembras fueran probadas individualmente. Estos resultados destacan la necesidad de probar las hembras de forma individual para la realización de ensayos en la preferencia de oviposición (Thompson y Pellmyr, 1991).

Son comunes los trabajos referentes al comportamiento de selección de los piéridos sobre la planta hospedera, pero son pocos los enfocados a *Leptophobia aripa*. Por ello es necesario el desarrollo de investigaciones que permitan la implementación de alternativas de manejo en la búsqueda de la explotación sostenible de los recursos naturales.

Con la finalidad de ampliar el conocimiento acerca del ciclo de vida y comportamiento de selección y oviposición de una de las especies de mariposas diurnas de mayor interés científico y comercial (*Leptophobia aripa*) se planteó hacer un estudio observando dicho comportamiento de selección sobre la planta hospedera poco estudiada en México (*Tropaeolum majus*). (L) para evaluar la capacidad discriminatoria y la relación entre la oviposición y ciertas características de la planta hospedera.

Los estudios más detallados permitirán contribuir a entender cuáles son las señales que esta especie usa para localizar su hospedera y que otros atributos evalúa al tomar la decisión de ovipositar.



OBJETIVOS

General:

- ✧ Conocer la preferencia de oviposición de *Leptophobia aripa* (mariposa blanca) sobre la planta hospedera *Tropaeolum majus* L. dentro de pabellones en el jardín de mariposas de la FES Iztacala, con relación al número de plantas.

Particulares:

- ✧ Conocer el comportamiento de *Leptophobia aripa* en cuanto a la selección del sitio de ovipostura sobre diferentes partes de la planta hospedera *Tropaeolum majus*.
- ✧ Identificar hábitos de preferencia de oviposición y ubicación de las posturas de *Leptophobia aripa* sobre la planta hospedera con relación al número de plantas.
- ✧ Efectuar procedimientos para el apareamiento de *L. aripa* y obtener las parejas reproductoras para observar oviposición.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo dentro del jardín de mariposas de la FES Iztacala, que forma parte de El Jardín Botánico del Campus (JABIZ) el cual se ubica en Los Reyes Iztacala, al sur del municipio de Tlalnepantla de Baz, en los límites con las delegaciones Azcapotzalco y Gustavo A. Madero, en el Distrito Federal (Pérez, 2011).



Fig. 5. Ubicación del jardín de mariposas FES Iztacala. Obtenido de: **a)** INEGI, 2011, **b)** FES-I, 2011, **c)** Fotografía tomada por Cervantes, 2011

El municipio se sitúa geográficamente al noroeste del Estado de México, sobre el Valle de México en su porción septentrional y al norte del Distrito Federal. La cabecera del municipio, Tlalnepantla de Baz, se ubica en los 19° 32' de latitud norte y a los 99° 11' de longitud oeste. Debe mencionarse que este municipio, caso único dentro de la

estructura geográfica de los municipios del Valle de México, está constituido por dos zonas no contiguas, interrumpidas por el Distrito Federal: Zona Poniente y Zona Oriente. En condiciones normales, las variantes climáticas de esta región son: semiseco (invierno y primavera) semifrío, sin estación invernal bien definida. La estación seca comprende los meses de diciembre a abril. Temperatura media: 10.3° C. Temperatura máxima: 27.30° C. Precipitación pluvial: 682.6 mm. En el verano ocurren corrientes significativas de convección. La flora y la fauna silvestres de esta región fueron reemplazadas por plantas y árboles cultivados y por animales domésticos; esto es debido a que el territorio en su totalidad se convirtió en urbano (Perfil municipal 2010).

Las coordenadas geográficas donde se localiza el Campus Iztacala son: 99° 12',8" de longitud y 19° 32.1' de latitud N, a 2251 m msnm (Fig. 5). Precipitación anual de 640.8 mm; siendo el período de lluvias de junio a septiembre y de sequía de diciembre a marzo. La temperatura media anual es de 15 a 18° C. La humedad relativa (HR) es de 61 a 70 %. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, según la clasificación de Köppen (Cw) (García, 1988).

Actualmente existe una amplia variedad de especies animales y vegetales tanto nativas como introducidas por la población actual. A lo largo del área es posible ver diversas variedades de coníferas como pinos (*Pinus*) y abetos (*Abies*); árboles caducifolios como arce (*Acer*), copalme (*Liquidambar*), encino (*Quercus pendularis*), Nogal (*Juglans*), y almes (*Celtis*). También se encuentran árboles de pirul (*Schimus molle*), fresno (*Fraxinus excelsior*), eucalipto (*Eucaliptus*), huizache (*Acacia*), Tepozán (*Buddleia*), cedro, Jacaranda (*Jacaranda mimosaeifolia*), colorín (*Sophora secundiflora*), truenos (*Legustrum japonicum*), pequeños ahuehuetes o sabinos (*Taxodium*), ahuejotes (*Salix bonplandiana*), olmos (*Ulmus*), álamos (*Populus alba*), palmeras (*Yucca australis*), y cerca del río de Los Remedios, en el Vaso regulador de El Fresno, se pueden encontrar aún sauces (*Salix babilonica*) (Pérez, 2011).

En cuanto a la fauna, queda muy poca de la que originalmente habitó el lugar, pero algunos sobrevivientes aún se pueden observar, entre la que encontramos, aves, insectos, arácnidos, moluscos, gusanos, roedores, reptiles y anfibios. Entre las diversas aves existen palomas (*Columba livia domestica*), urracas (*Pica pica*) y cuervos (*Corvus*), colibríes (*Mellisuga elenae* y *Archilochus colubris*), tecolotes (*Bubo virginianus*),

codornices (*Callipepla squammata*), colimbos (*Podiceps caspicus*, *Polilymbus*, *Aechmophorus*), agachadizas y chochines (*Scolopcedae*), fúlicas (*Fulica americana*), garzas (*Ardea*, *Egreta* y *Nycticorax*), gorriones (*Passer domesticus*), tordos (*Thurdus*, *Catharus*), tortolitas (*Streptopelia turtur*), zenzontles (*Mimus polyglottos*), chichicuilotos (*Macroramphus griseus*). Diversos tipos de arañas, ciempiés (Chilopoda), pequeños alacranes negros (Scorpionida), cochinillas (Isopoda) y Gasterópodos como caracoles de tierra y babosas. Lombrices de tierra (*Lumbricidae*, *Glossoscolecidae*). Entre los mamíferos destacan los ratones (*Peromyscus*), ratas (*Rattus*), ardillas (*Sciurus*) y murciélagos (Quirópteros). Además se observan también lagartos y lagartijas (*Lacertilius*), víboras (*Pityophis deppei*); ranas (*Rana*) y sapos (*Bufo*). En cuanto a la entomofauna existen diversas hormigas rojas y negras (Formicidae), hormiga león (Myrmeleontidae), abejas (*Apis mellifera*), avispas, chapulines, langostas y grillos (como *Tettigonia viridissima*, *Desticus verrucivorus*), escarabajos, mariquitas (*Epilachna varivestis*), mayates (Curculionidae), mosquitos y moscas comunes, libélulas y caballitos del diablo (Anisoptera y Zygoptera), mantis (*Mantis religiosa*), cara de niño (Stenopelmatidae), tisanópteros, tijerillas (Dermaptera), cucarachas (*Periplaneta americana*, *Blatta orientalis*), pulgones (Sternorrhyncha) y jumiles (Heteroptera). (Pérez, 2011). La lepidopterofauna es muy diversa y existe una marcada estacionalidad. La mayor parte de las mariposas registradas corresponden a especies comunes de amplia distribución, como *Eurema mexicana*, *E. salome*, *E. daira*, *Leptophobia aripa elodia*, *Zerene cesonia*, *Dione moneta* y *Celastrina argiolus gozora*. Otras especies de mariposas son de amplia distribución pero poco abundantes, como *Pterourus multicaudatus* y *Heliconius charitonia vazquezae* (Oñate- Ocaña y Herróz-Zamorano, 2009).

MATERIALES Y MÉTODO

Durante la primera fase del estudio se llevó a cabo la investigación bibliográfica sobre *L. aripa*, y propagación de plantas hospederas y nutricias (*Tropaeolum majus*). De esta manera se reconocieron tanto las plantas hospederas como las nutricias para las larvas de *Leptophobia aripa* y la nectarífera (*Asclepia* sp.) para el adulto.

El jardín de mariposas (fig.6) sirvió de espacio para las plantas que fueron utilizadas como fuente de alimento para las larvas. Se sembraron plantas hospederas y nutricias específicas para *Leptophobia aripa* las cuales se mantuvieron en buenas condiciones de manejo. Se realizó la propagación de *Asclepia* sp. por enraizamiento de estacas y la propagación de *Tropaeolum majus* se realizó trasplantando organismos jóvenes y sanos a macetas. Diariamente se les dio cuidado y mantenimiento a la plantas hospederas y a las nutricias. Las macetas con *T. majus* fueron trasladadas a un pabellón para mantenerlas a salvo de plagas como minadores, mosquitas blancas, pulgones y/o chinches, así como para evitar que las mariposas del jardín ovoposieran en estas.



Fig.6 Jardín de mariposas de la FES Iztacala. Fotografía tomada por Cervantes, 2011.

Se adecuaron tres pabellones (Fig. 7) en los cuales se observó el comportamiento de *L. aripa* y se identificó la conducta de oviposición, para su establecimiento, se contó con un área adecuada para su funcionamiento como fue el jardín de mariposas de la FES Iztacala. Tanto la temperatura como la humedad de los pabellones fueron registradas por medio de un higrómetro.



Fig. 7. Ubicación de los pabellones en el jardín de mariposas. Fotografía tomada por Cervantes, 2011

Para obtener el pie de cría se realizó la búsqueda de huevos y larvas de *L. aripa*. Diariamente se revisaron las hojas y tallos de las plantas del jardín para recoger los huevos y larvas de cualquier estadio adheridos a ellas, los cuales fueron identificados y recolectados para su cultivo.

Inicialmente durante los meses de abril a mayo el cultivo de larvas se realizó dentro del laboratorio de mariposas ubicado en el invernadero del jardín botánico. Debido a que dentro del laboratorio hubo fluctuación de temperatura entre 28° a 38°C se decidió trasladar las cajas de cría a un cuarto ubicado en el jardín de mariposas, el cual mantuvo las mismas condiciones ambientales que el jardín y de esta manera seguir con la crianza.

Las larvas recolectadas fueron clasificadas de acuerdo a su estadio (Fig. 8) y separadas en grupos de 30 organismos, cada grupo se instaló en cajas de cría con suficiente ventilación. Para evitar el exceso de humedad dentro de las cajas, se colocó un pedazo de papel secante en el fondo y sobre este se colocaron las hojas nutricias para alimentar a las larvas. Diariamente se alimentaron a las larvas. Fue aquí donde se realizó el seguimiento de la metamorfosis y reproducción de las mariposas para establecer su ciclo biológico, anotando el tiempo en que permaneció cada estadio inmaduro, hasta que emergió la mariposa adulta.

Se mantuvieron condiciones óptimas de asepsia procurando limpiar diariamente las cajas con cloruro de benzalconio para desinfectarlas, esto para garantizar el adecuado desarrollo y evitar enfermedades en los huevos, larvas y pupas. Las cajas de cría se

colocaron en estantes (Fig. 9). Las hojas hospederas con los huevos adheridos se colocaron en frascos pequeños con agua para evitar la desecación (Fig.10 y 11), y una vez que eclosionaron se trasladaron a las cajas de cría. Dentro de las cajas se llevó a cabo su metamorfosis completa, fue necesario esperar a que puparan las larvas que se encontraban en el último estadio de desarrollo para que de esta manera se obtuvieran los adultos.



Fig.8 Cinco estadios y el estado de pupa. Fotografía tomada por Cervantes, 2011.



Fig.9 Cajas para cría de larvas en laboratorio. Fotografía tomada por Cervantes, 2011.



Fig. 10 y 11. Hojas con los huevos colocadas en frascos con agua y algodón para evitar desecación.
Fotografía tomada por Cervantes, 2011.

Una vez que emergieron los adultos, fueron separados de acuerdo a su sexo para contabilizar la proporción macho-hembra (Fig.12 y 13), posteriormente se trasladaron a una jaula de emergencia de 61 x 61cm de base y 61cm de altura con condiciones de luz solar, minerales y plantas nectaríferas (*Asclepia sp.*) para su supervivencia (Fig.14), como fuente alimentaria extra se colocó también fruta fermentada como mango o piña (Fig.15). De la producción obtenida se seleccionaron los individuos más grandes para conseguir las parejas reproductoras. Los organismos restantes fueron liberados al jardín. Después de la cópula (Fig.16), cada pareja fue llevada a los pabellones y se observó la preferencia de oviposición de las hembras sobre las plantas hospederas que se encontraron dentro de cada pabellón. Se registró la temperatura y humedad relativa.

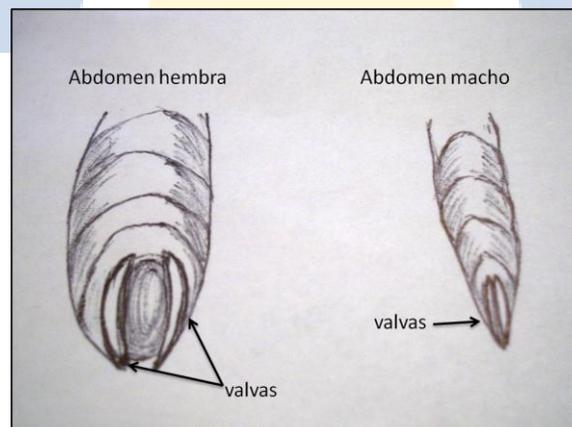


Fig. 12 Valvas de hembra y macho a simple vista. Esquema realizado por Cervantes, 2011



Fig.13 Separación entre machos y hembras en jaulas de emergencia. Fotografía tomada por Cervantes, 2011



Fig.14. Jaula de emergencia. Fotografía tomada por Cervantes, 2011



Fig. 15. Adulto alimentándose de mango fermentado. Fotografía tomada por Cervantes, 2011.



Fig.16. Pareja reproductora de *L .aripa*.
Fotografía tomada por Cervantes,
2011.

Los pabellones fueron dispuestos de la siguiente manera:

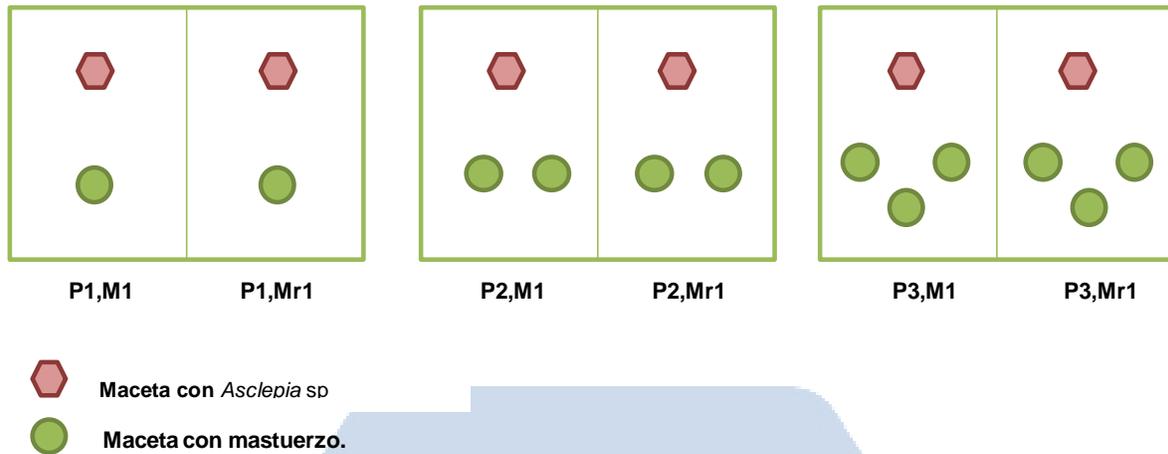


Fig.17. Disposición de las macetas con la planta nutricia y la planta hospedera dentro de los pabellones, donde P= pabellón, M= maceta, r= repetición

- ❖ Se colocaron tres pabellones de manera lineal en orientación de oriente-poniente para garantizar la mayor incidencia de luz solar de forma similar para cada uno.
- ❖ Cada pabellón fue dividido en dos con una tela de organza, perfectamente sellada para evitar la fuga de organismos.
- ❖ En el pabellón 1 se colocó una maceta (P1, M1) con la planta hospedera (mastuerzo) y su respectiva repetición (P1, Mr1) en la división del mismo.
- ❖ En el pabellón 2 se colocaron dos macetas (P2, M1) con la planta hospedera y repetición (P2, Mr1).
- ❖ En el pabellón 3 se colocaron tres macetas (P3, M1) con la planta hospedera y repetición (P3, Mr1).
- ❖ En todas las divisiones se colocaron macetas con la planta nectarífera para alimentar al adulto y en cada división fue colocada una pareja de mariposas.
- ❖ Todas las macetas con mastuerzo se colocaron a una altura superior a un metro con el fin de que las hembras tuvieran al alcance el sitio de ovipostura.

Las plantas de mastuerzo utilizadas dentro de los pabellones para observar la conducta de selección y oviposición fueron estandarizadas, la altura promedio de las plantas fue de 30 cm, los diámetros de las hojas por maceta variaron entre 2 cm a 10 cm y se procuró que tuvieran la misma cantidad de hojas y la presencia de flores del mastuerzo varió.

Además, las parejas en apareamiento fueron colocadas cerca de la planta hospedera, se observó el comportamiento de la hembra al momento de la ovipostura.

Para determinar los hábitos de preferencia en la ubicación de las posturas con respecto a la planta, fue necesario realizar un conteo de huevos puestos por la mariposa en función al número de plantas, así como observar la diferenciación entre las posturas adaxiales, abaxiales o en algún otro punto de la planta. De las plantas hospederas se anotaron datos como: altura, diámetro y coloración de las hojas.

Se llevó a cabo un registro fotográfico de los estados inmaduros (huevos, orugas, crisálidas) y de las mariposas adultas, de las plantas hospederas y de las actividades realizadas; así como de cualquier aspecto biológico y cambio presentado como parasitoidismo, enfermedades larvales, diferencias morfológicas y preferencias de cualquier índole entre y se registraron diariamente en una bitácora durante los meses de mayo-agosto con base a las observaciones tanto del jardín como del laboratorio y los pabellones.

Adicionalmente, se recolectaron huevos y larvas en diferentes estadios de otras localidades como Coacalco, Estado de México, de tal forma que se pudiera asegurar el intercambio genético y por lo tanto la variabilidad de la especie, incrementando así el éxito reproductivo.

Los huevos que fueron puestos tanto en el mastuerzo de los pabellones como en el jardín se recolectaron y se llevaron al cuarto de cría para las observaciones correspondientes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se observó el comportamiento de *Leptophobia aripa* en cuanto a la selección del sitio de oviposición sobre la planta hospedera tanto en el jardín como dentro de los pabellones.

Jardín

Cuando las hembras entraron en contacto con la planta hospedera, los vuelos sobre las plantas potenciales se volvieron los actos de conducta predominantes para el reconocimiento y la evaluación. Cuando las hembras decidieron realizar su postura sobre alguna planta, estas volaron unos minutos cerca de la hoja donde colocaron el primer huevo. Para oviponer, se situaron por debajo de las hojas y contrajeron el abdomen; repitieron estas contracciones contra las hojas cada vez que depositaron un huevo. El vuelo de reconocimiento le llevó más tiempo a la hembra que lo que duró posada en la hoja elegida para oviponer.

La mariposa sobrevoló casi todo el grupo de plantas y de manera selectiva ovipuso en su mayoría sobre: a) hojas con diámetros entre 4 y 8 cm, que en hojas más grandes y viejas b) en lugares más seguros o aislados, es decir, sobre hojas menos expuestas a depredadores lo que concuerda con los resultados de Thompson y Pellmyr (1991) quienes indican que los piéridos a menudo ponen sus huevos en plantas relativamente aisladas; así mismo, se observó en el jardín que la mayor cantidad de puestas se encontraron en hojas donde estas no recibieron luz solar directa, de igual manera, según Thompson y Pellmyr, *op. cit*, se ha demostrado en algunas especies de lepidópteros que al elegir una planta sobre la cual ovipondra, es importante la cantidad de luz solar que llega a las plantas o existe alguna correlación de la cantidad de luz; y c) sin puesta previa; seguramente para evitar una competencia intraespecifica entre las larvas. Las hembras observadas colocaron sus huevos en hojas limpias, es decir, sin puestas, sin embargo, también se encontraron hojas con varias puestas, lo que podría indicar que la misma hembra regresó a oviponer dos o más veces sobre una misma hoja o que no tuvo una discriminación por las hojas con puestas de otras hembras, como lo señala Mugarib-Oliveira y Moreira (1996) que las hembras que eligen las plantas sin huevos y larvas de la misma especie puede tener un mayor rendimiento reproductivo en comparación con aquellas que no discriminan con base a la presencia de sus congéneres. Tal conducta es

supuestamente mediada por la competencia de las larvas, y ha sido descrita para papiliónidos, piéridos e itominos.

La importancia del presente trabajo fue que el diseño experimental tuvo la finalidad de probar la preferencia de oviposición de cada hembra de manera individual, algunos estudios como Thompson y Pellmyr (1991) mencionan que un problema común con los estudios de preferencia de la planta hospedera es el fracaso en el diseño de experimentos en una forma que permita una interpretación clara del patrón de preferencia de oviposición entre hembras de una población. Un diseño experimental común es colocar un grupo de hembras en una sola jaula junto con las plantas de prueba, luego contar el número final de huevos puestos después de un periodo de tiempo. Este diseño no permite distinguir cualquier variación en la preferencia de oviposición que pueden ocurrir entre las hembras. La distribución final de los huevos puede ser un conjunto de hembras que difieren en su grado de especificidad, en consecuencia, ninguna hembra de la población puede distribuir sus huevos en la forma indicada por que la distribución es compuesta. Por otra parte, la competencia entre las hembras por los sitios de oviposición puede dar lugar a una distribución más uniforme de los huevos de lo que podría ocurrir si las hembras fueran probadas individualmente. Estos resultados destacan la necesidad de probar las hembras de forma individual para la realización de ensayos en la preferencia de oviposición.

Pabellones

Se esperó a que los adultos se aparearan dentro de la jaula de emergencia y se observó que el acoplamiento promedio se dio entre las 11 hrs y las 14 hrs, la cópula duro entre 1 y 4 horas (Anexo I, tabla 1). Posteriormente se colocaron las parejas dentro de los pabellones para esperar la ovipostura.

Bajo estas circunstancias les tomo más tiempo a las hembras decidir el sitio de oviposición teniendo un periodo de 1 hasta 3 días para la primera puesta y hasta 3 días más para la puesta total. Así mismo, se observó que el rango de tiempo preferido para las posturas osciló entre las 11 hrs y las 14 hrs debido a que *L. aripa* se mostró más activa en las horas de mayor intensidad solar.

El ensayo en pabellones mostró que efectivamente la misma hembra puede regresar a oviponer sobre una misma hoja, por lo que se encontraron hojas con varios grupos de huevos en ellas.

Para identificar la preferencia de oviposición así como la preferencia en ubicación de las posturas, se observó el comportamiento de selección en función al diámetro de las hojas, la coloración, el sitio de ovipostura en la planta, así como sobre las mismas hojas, además se realizó un conteo de huevos con relación al número de plantas dentro de cada pabellón.

En la planta hospedera *Tropaeolum majus* los huevos fueron colocados en su mayoría de manera gregaria en la parte abaxial de las hojas, la preferencia se dio principalmente por el tamaño de las hojas y abundancia de las mismas, para explicar este comportamiento Doles (2001) al igual que Jõgar (2009) concuerdan que existen tres principales características visuales de la planta que influyen en el comportamiento de la selección: reflectancia (color), dimensiones (tamaño), y el patrón (forma). Doles (2001) sugiere que el tamaño y la forma de la hoja juegan un papel crítico en la búsqueda por la planta hospedera. La atracción hacia una planta hospedera implica elementos olfativos y visuales del comportamiento, la señal olfativa estimula al insecto, causando que este se mueva hacia la fuente del olor. Las indicaciones visuales se utilizan para mejorar la precisión de la localización de la planta, así como para permitir al insecto posarse sobre la hospedera elegida. Así mismo, en el experimento de Jõgar, *et al.*, (2004) se presentaron posturas numerosas y más de una por hoja en hojas con diámetros entre 4 y 6 cm. Esporádicamente se observaron posturas en la parte adaxial de las hojas de la planta, pero estas no tuvieron más de 12 huevos; estos casos se dieron cuando hubo escasez de mastuerzo, esta conducta se reconoce como “jerarquía de preferencias” (Thompson y Pellmyr, 1991), es decir, cuando un número de plantas hospederas potenciales se encuentran disponibles, las hembras preferirán oviponer mayormente en las partes de las plantas favoritas, por lo que un cambio en la disponibilidad de la hospedera implica un cambio en la jerarquía de preferencias o el uso de una hospedera “inferior en la jerarquía” implica la ausencia de la hospedera preferida y llaman “especificidad” al número de plantas en el que una hembra ovipositará cuando se le ofrecen todas las plantas de manera simultánea; ello concuerda con lo que se reporta en el presente estudio en que

las hembras discriminaron entre plantas de diferentes tamaños y condiciones fisiológicas y entre partes de la planta.

El diámetro de la hoja

El diámetro de las hojas donde se obtuvieron el mayor número de huevos (Anexo II, Tabla 2) para los tres pabellones osciló entre los 4 a 6cm. Las hojas con menor número de huevos fueron las de diámetros entre 2 y 3cm, las hojas cuyos tamaños fueron superiores a 7 cm presentaron poca o nula puesta, esto se debió a que las hojas más grandes fueron también las más viejas y representaron un recurso poco viable como alimento de las larvas y las hojas más jóvenes por ser de menor tamaño no tienen suficiente espacio para una puesta numerosa. Se sabe que las plantas más jóvenes presentan mayor concentración de glucosinolatos y estos declinan con la edad de la planta (Metspalu *et al.* 2009); y que los piéridos únicamente reconocen las plantas que tienen glucosinolatos como alimento potencial (Chew, 1980), Estos resultados se corroboran con el trabajo de Ying-Zhi *et al.* (2004) en el cual estudiaron la importancia de los glucosinolatos y las relaciones de los piéridos y sus plantas hospederas, indicaron que las larvas de los piéridos se alimentan de crucíferas cuya característica común es la presencia de glucosinolatos. Se ha demostrado que estos compuestos juegan un papel central en el comportamiento de selección del hospedero de un gran número de especies de insectos, como los piéridos (Feeny, 1977 y Nielsen 1978), que se especializan en estas familias de plantas. En general, las hembras de los piéridos utilizan el glucosinato o sus productos de hidrólisis como señales positivas para el reconocimiento del hospedero adecuado durante la oviposición (Chew y Robbins, 1984, Renwick y Radke 1988 1985, Huang *et al.*, 1993 y 1994). Se ha visto también que los glucosinolatos juegan un papel como estimulantes en la alimentación para las larvas (Schoonhoven 1968, Dethier 1982).

Cabe señalar que en el presente trabajo, la hembra de *Leptophobia aripa* prefirió oviponer sobre hojas medianas con tamaños entre 4 a 6 cm descartando las de menor tamaño a estas (aunque las hojas más jóvenes tengan mayor concentración de glucosinolatos) debido a que las hojas de 2 a 3 cm no tienen suficiente espacio para posturas masivas, ni representan abundante alimento para la progenie.

Por otra parte, la adición de nutrimentos en la planta hospedera incrementa el nitrógeno foliar y concentración de agua pero decrece el contenido de glucosinolatos. Sin embargo

las hembras de los piéridos prefieren ovipositar grandes cantidades de huevos en hojas de plantas fertilizadas. Se ha encontrado que la mariposa blanca de la col prefiere oviponer en plantas con mejor estado morfológico, las cuales tienen generalmente un follaje de color más verde y con mayor concentración de nitrógeno y agua. Los metabolitos también juegan un papel importante en la regulación del comportamiento de oviposición de la mariposa blanca de la col. Los glucosinolatos funcionan como estimulantes para la oviposición de diferentes especies de piéridos. Una posible explicación sugiere que una óptima (o mínima) concentración de glucosinolatos es alcanzada en las plantas hospederas iniciándose así la respuesta estimuladora para estas mariposas. Así, las mariposas hembras parecen ser capaces de integrar varios estímulos olfatorios y/o visuales y decidir aceptar o rechazar a la planta hospedera potencial como sustrato para oviponer (Ying-Zhi *et al.*, 2004).

En este caso, las plantas de mastuerzo utilizadas para el estudio, no fueron fertilizadas, sin embargo, *L. aripa* ovipuso sobre ellas, por lo que se puede inferir que la concentración de nitrógeno y agua fueron óptimos para la elección.

Se han realizado diversos estudios con relación a la importancia que tiene el nitrógeno en la química de la planta hospedera para los insectos, estos se han compilado en el estudio de Ying-Zhi *et al.* (2004) que a continuación se mencionan. La química de la planta se considera uno de los factores más importantes que afectan el rendimiento de los insectos herbívoros. Puede influir en la selección de plantas hospederas, la especialización, y la amplia variedad de insectos. La calidad y cantidad de la química de la hospedera, a su vez, cambia en respuesta a los factores intrínsecos y extrínsecos, tales como las variaciones genéticas y factores ambientales. Los factores ambientales son conocidos para modular de forma primaria y secundaria los perfiles químicos de la hospedera (Bryant *et al.* 1983, Herms y Mattson 1992). La fisiología y bioquímica de la planta puede ser alterada por el estrés del ambiente a una medida en que el valor nutricional de la planta cambie. Estos cambios fitoquímicos a menudo afectan el comportamiento y la fisiología de los insectos. En algunos casos, los cambios nutricionales foliares y aleloquímicos pueden mejorar la planta hospedera y la calidad del follaje por lo tanto puede considerarse beneficioso para los insectos herbívoros (Mattson y Haack, 1987). Entre los factores ambientales, la presencia y la concentración de nitrógeno(N) se consideran dos de los factores más importantes que afectan a la producción fitoquímica

de plantas huésped, el N contenido en sí afecta en gran medida el rendimiento de insectos herbívoros (Fischer y Fiedler 2000). En su mayor parte, los niveles más altos de N en las plantas hospederas aumentan las tasas de desarrollo de los insectos en algunas especies, las larvas para compensar las bajas concentraciones de nitrógeno incrementan el consumo o la eficiencia de la utilización de nutrientes, o concentran su alimentación a las partes con mayor concentración de N. (Slansky y Feeny 1977, Mattson 1980, Ravenscroft 1994, Obermaier y Zwölfer de 1999, Wheeler y Halpern 1999).

Las observaciones realizadas dentro de los pabellones concuerdan con Metspalu *et al.*, (1991), quienes advirtieron que el tamaño de la planta influye en la elección de oviposición de la mariposa, y las plantas de mayor tamaño pueden recibir más huevos que las plantas pequeñas, ya que son visualmente más llamativas.

Color de la hoja

En cuanto a la coloración de las hojas se procuró que todas las plantas hospederas de los pabellones tuvieran un color verde intenso solo en el pabellón P3, M1 algunas hojas perdieron coloración tornando de verde pálido a amarillento, no obstante estas hojas no fueron descartadas por la hembra para la oviposición. Se ha demostrado en las hembras de algunas especies de lepidópteros que al elegir una planta individual sobre la cual se posará, está involucrado el uso de la cantidad de luz solar que llega a las plantas o alguna correlación de la cantidad de luz, la contribución de longitud de onda específica que se refleja, o los productos volátiles de plantas combinada con algún componente de reflectancia a corta distancia en el espectro visible de las mismas. Una vez que una hembra se posa en una planta, ésta aún puede rechazarla; factores físicos y químicos pueden afectar su decisión de ovipositar o no. En algunas especies, las hembras tantean la superficie de la planta con algunos o todos los tarsos y, sólo entonces, es que deposita sus huevos o vuela. Se ha demostrado que los tanteos y la puesta de huevos en brassicae son provocados por longitudes de onda específicas, lo que representa bien el comportamiento de longitud de onda específica o, posiblemente, la visión del color (Thompson y Pellmyr, 1991), precisamente este comportamiento se observó dentro de los pabellones ya que antes de elegir la hoja sobre la cual se ovipondría, la hembra realizó tanteos sobre las mismas a fin de ir descartando las menos optimas; se observó también una predilección por las hojas sin incidencia de luz solar directa.

Metspalu *et al.* (2009) en su estudio con *Pieris brassicae* y la planta hospedera *Brassica oleracea* (col) indican que un factor que posiblemente influye como un importante estímulo visual en el comportamiento de selección es precisamente el color de la planta, sin embargo, los glucosinolatos son señales de corta distancia, y tanto el color como el tamaño de la planta son señales de larga distancia. De acuerdo con Thompson y Pellmyr (1991) de que el comportamiento está guiado por la visión del color, es que en el presente trabajo experimental se considera que es posible que no solo el color si no también los glucosinolatos y la longitud de onda que reflejan las hojas pueden influir en el comportamiento de oviposición.

Sitio de ovipostura

Con relación al sitio de ovipostura se observó en los pabellones P2 y P3 una mayor preferencia para oviponer en la parte apical de la planta, seguida por la parte media y por último la parte basal (Anexo II, tabla 2). Por otra parte el mayor número de huevos fue colocado sobre una sola hoja de la parte media de la planta. En el P1, las puestas fueron principalmente en la parte basal de las plantas.

La oviposición fue más frecuente en la parte apical, esto concuerda con el estudio realizado por Catta-Preta y Zucoloto (2003) donde observaron a *Ascia monuste* sobre col rizada probando que en condiciones de campo el mayor número de puestas se presentó en la parte apical y media de las hojas en tanto que dentro de invernadero esta especie prefirió la parte apical, aunque es en esta parte de la col donde existe mayor cantidad de nitrógeno, en 2004 Ying-Zhi, indicó que a mayor concentración de nitrógeno, menor concentración de glucosinolatos) por lo que seguramente la hembra de *Ascia monuste* eligió esta parte de la planta por estar libre de depredación dentro del invernadero; condición que probablemente también se haya presentado dentro de los pabellones con las hembras de *L. aripa* quienes mostraron un comportamiento similar al oviponer preferentemente en la parte apical.

Catta-Preta y Zucoloto (2003) también señalan que muchos autores discuten acerca de lo que se llama “preferencia-sujeto-rendimiento” indicacando que la parte basal de las plantas es la parte nutricionalmente más pobre para la especie con la que trabajaron (*Ascia monuste* en col), en comparación con las partes apical y media; sugieren que el contenido de fibra podría haber hecho la digestión más difícil e impactado en el

rendimiento digestivo de las orugas en la parte basal de la hoja, demostraron que la parte apical de las hojas de col es un alimento mejor, ya que es fácilmente digerido y utilizado ya que el contenido de fibra es inferior debido a que hay pocas nervaduras lo que hace que la digestión sea más fácil, ellos sugieren que las diferencias nutricionales pueden existir entre las diferentes partes de la misma hospedera. Las proteínas y nitrógeno son más concentrados en la parte apical de la hoja que en la basal. Serán necesarios estudios que complementen el presente trabajo en relación al aporte nutrimental y concentración de nitrógeno en *Tropaeolum majus* sobre las larvas de *L. aripa* para saber si existe esta conducta “preferencia-sujeto-rendimiento” en estas especies en particular, así mismo, Mugaribi-Oliveira y Moreira (1996) menciona que las opciones de las hospederas es en parte medida por la idoneidad por las partes de la planta y tejidos como alimento para las larvas.

Por otro lado, como mencionan Catta- Preta y Zucoloto (2003), al oviponer en la parte media de la hojas, las mariposas están cubiertas por la hoja donde depositan sus huevos, haciéndolas invisibles para las aves. Cuando una hembra oviposita en la parte apical de la hoja, sus alas son parcialmente visibles, convirtiéndose en presas fáciles para las aves. Por lo tanto, las hembras que oviponen en las hojas apicales podrían haber sido depredadas, disminuyendo el número de huevos en esa parte de la hoja. Dentro de los pabellones, la depredación no ocurrió y la oviposición en la parte apical de la hoja fue más frecuente que en la parte media.

Abundancia del recurso

En este trabajo la disponibilidad del recurso alimentario fue el factor que se midió para observar la conducta de preferencia de oviposición, ya que de acuerdo a Singer (1984) se sabe que cuando la hembra se dispone a colocar los huevos, la modificación de factores como luz, ruido, sombra, temperatura, humedad, presencia de otras plantas y el grado de recurso alimentario afectan considerablemente el ciclo biológico de estos insectos.

Se determinó que un factor físico importante fue la abundancia del recurso (Anexo, tabla 2) donde el mayor número de huevos por hembra se dio en presencia de mayor cantidad de hojas llegando a poner en el pabellón P3 más de 300 huevos además en este caso no se obtuvieron puestas en el envés de las hojas. Contrario al P1 donde las hembras se limitaron a oviponer no más de 75 huevos y si se tuvieron puestas en la parte adaxial de

las hojas al igual que en el tratamiento P2. Como menciona Mugarib-Oliveira y Moreira (1996), la abundancia de las plantas hospederas afecta el comportamiento de oviposición de algunas especies de mariposas, donde estas alteran el uso de las plantas preferidas en función a la abundancia, en su trabajo demostró que las hembras de una mariposa helioconida reconoce la abundancia relativa de las plantas hospederas y altera las tasas de oviposición diaria cuando hay baja disponibilidad de las mismas y además estas mariposas evalúan si las hojas presentan puestas o larvas antes de oviponer. Así mismo, lo observado en el presente trabajo coincide con lo expuesto anteriormente, dado que a mayor disponibilidad de recurso mayor fue el numero de puestas, por lo que *L. aripa* también alteró la tasa de oviposición diaria, solo que en este caso no tuvo inconveniente en oviponer sobre hojas con puestas previas ya que al ser probadas de manera individual, no existió competencia con otras hembras, garantizando así la sobrevivencia de su progenie.

Procedimiento de apareamiento

No fue necesario incitar al apareamiento por medio de la frotación de las valvas de macho con hembra, debido a que las mariposas al ser colocadas en la caja de emergencia se aparearon de manera natural.

Adicionalmente se contemplaron algunos factores abióticos como la temperatura y la humedad relativa que se sabe influyen sobre la conducta y ciclo biológico de los lepidópteros.

Los parámetros de temperatura y Humedad Relativa se establecieron en un rango bastante amplio para la crianza de larvas sin que estas se vieran afectadas de 13°C como mínima hasta 27°C máxima con HR del 25 % mínima hasta 90% máxima. Sánchez-López (2004) reporta que *L. aripa* se presenta en condiciones de temperaturas que van desde los 16°C a 23°C sin tomar la humedad como factor importante. En el presente trabajo se observó que con temperaturas de 28 a 38 °C las larvas morían durante los tres primeros estadios, notándose una coloración amarillenta y licuefacción antes de quedar totalmente consumidas (Anexo IV, tabla 6). La importancia de estas observaciones radica en que se comprueba que *L. aripa* es una especie que puede ser fácilmente cultivada en condiciones de temperatura que abarquen desde los 13° C hasta 27°C como máxima.

El estudio se realizó durante los meses de abril a agosto de 2011, Los días fueron soleados en mayor parte de este periodo, sin embargo, a finales de junio el paso de la tormenta tropical “Arlene”, proveniente desde el Atlántico, produjo lluvias constantes e intensas, y temperaturas bajas durante aproximadamente una semana (Anexo III, tabla 3), es posible que esta fluctuación de temperatura haya podido afectar la duración del ciclo o de vida o la conducta de oviposición de la hembras colocadas en los pabellones.

Duración del ciclo de vida de *Leptophobia aripa*

El ciclo biológico se completó en un promedio de entre 28 a 41 días, en condiciones ambientales promedio de 25°C y Humedad relativa de 50 % en clima templado, donde la fase de huevo duró de 5 a 12 días, hasta 13 días en estado larval, de 8 a 18 días en estado de pupa y como adulto sobrevivieron entre 7 y 15 días (Anexo IV, tabla 5). Se ha reportado la duración del ciclo de vida de *L. aripa* en climas tropicales por Rodríguez-Barrios en 2006 para varios municipios de Guatemala, el ciclo de vida para esta especie fue de 4 a 5 días desde huevo hasta la eclosión de las larvas, 15 días en promedio para la fase larvaria, de 5 a 7 días en estado de pupa (en hojas de brócoli, donde mostró interés por pupar en el envés de las hojas) y determinó que en estado adulto es entre los meses de octubre a enero cuando ocurren las mayores densidades poblacionales, disminuyendo de marzo a abril. Sánchez-López en 2004 indica que en Colombia, Bogotá el ciclo de vida dura 27 días en promedio, en cuanto a los instares larvales reportó dos días para los dos primeros estadios, dos días y medio para el tercer y cuarto estadio, tres días para el quinto estadio y seis días como huevo. Por otro lado, Jácome (2001) reporto que el ciclo de vida total se completa entre 25 a 40 días en el valle del Chota en Ecuador. Lo que indica que en este estudio la diferencia en la duración del ciclo biológico no varió de manera radical del clima templado al registrado para el clima tropical

Parasitoides

Independiente a los objetivos planteados, se observó que algunas larvas que fueron recolectadas del jardín presentaron casos de parasitoidismo, dado que en la etapa de pupa, cambió su cuerpo a una coloración anaranjada del cuerpo y al hacer la disección se observó dentro la larva de un díptero de la familia Tachinidae (Fig. 18).



Fig.18. Pupa de taquinido después de haber parasitado a *L. aripa*

Los dípteros parasitoides fueron recolectados y montados (Fig. 19.) para su determinación taxonómica dentro del laboratorio de Zoología de la FES Iztacala. Se encontró al parasitoide *Siphosturmia* (Oquillet). Los parasitoides más comunes reportados para *L. aripa* han sido *Chetogena scutellaris* (Diptera: Tachinidae), *Apechtis Zapoteca* (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Brachymeria mnestor* y *Brachymeri ovata* (Hymenoptera: Chalcididae) (Jácome, 2001).

Burns *et al.* (2010) reportaron en Costa Rica que un taquinido del género *Siphosturmia* atacó ocasionalmente a las larvas de un lepidóptero hespérido, sin embargo existe muy poca información acerca de este parasitoide y no se ha reportado en otros trabajos como parasitoide de larvas de piéridos.



Fig. 19. Taquinidos del género *Siphosturmia*. Fotografía tomada de Ratnasingham y Hebert, (2007).

Patógenos

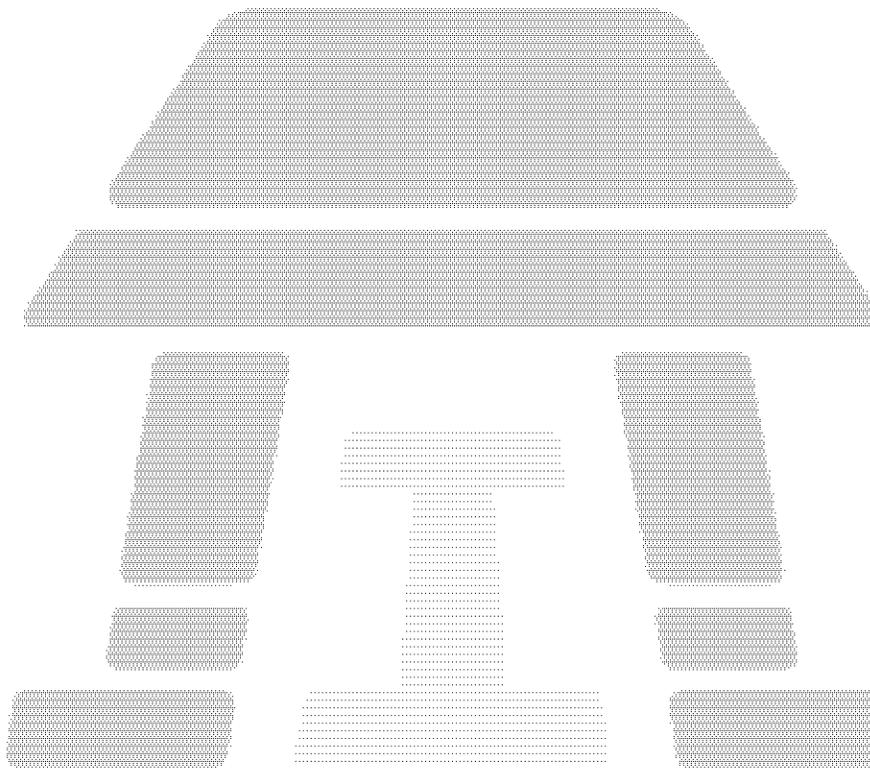
Durante la crianza de larvas los estadios más susceptibles a muerte por patógenos fue de 1º a 3º estadio (fig.20 y Anexo V, figs. 21 y 22). Los patógenos causan enfermedades que eventualmente matan al hospedero. Dentro de los principales patógenos se incluyen los virus y hongos. Los virus más comunes son los de tipo poliédrico. Las orugas afectadas por ellos muestran como síntoma inicial la interrupción del crecimiento y posteriormente, la deshidratación y “momificación” de la larva. Los hongos más conocidos son los entomofágicos del género *Cordyceps*. Estos atacan a nivel de huevos, larva, pupa y adultos. También existen bacterias que causan la muerte y pudrición de la larva, la cual regurgita parte de lo ingerido como una sustancia acuosa verde que puede ser fuente de contagio para otras larvas (Mulanovich, 2007)



Fig.15. Larvas atacadas por patógenos

CONCLUSIONES

- ❖ La preferencia de oviposición estuvo influenciada por la abundancia de la planta hospedera, es decir, a mayor disponibilidad de la planta, mayor número de huevos puestos.
- ❖ En el jardín el comportamiento predominante fue que el mayor número de puestas se observó en la parte media y apical, en tanto que en los pabellones se dio mayormente sobre la parte apical de la planta hospedera.
- ❖ La hembra inspeccionó cuidadosamente las partes de la planta hospedera al parecer identificando a las potenciales por medio de la visión.
- ❖ La hembra prefirió la parte abaxial de la hoja para sus posturas gregarias.
- ❖ *L. aripa* optó por oviponer sobre hojas con diámetros entre 4 y 6 cm y sobre la parte abaxial (donde no hubo incidencia de luz solar directa) y en la región de las extremidades de las hojas (ninguna puesta sobre nervaduras centrales).
- ❖ Se encontró una relación entre la oviposición y el tamaño de las hojas de la hospedera, ya que la mayoría de las posturas gregarias fueron en hojas con diámetros de 4 a 6cm.
- ❖ En hojas de menor tamaño el número de huevos puestos varió de 1 hasta 21, debido a que las hojas fueron tan pequeñas que no representaron ser suficiente alimento para la progenie.
- ❖ La distancia entre los huevos y su distribución no fueron iguales para todas las puestas.
- ❖ No fue necesario incitar al apareamiento por medio de la frotación de valvas de macho con hembra, debido a que las mariposas al ser colocadas en la caja de emergencia se aparearon de manera natural.

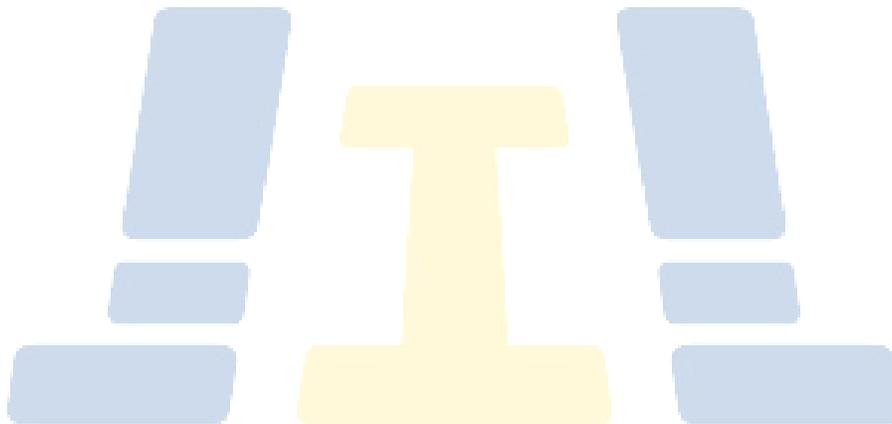


A N E X O S

ANEXO I

emergencia	acoplamiento	primera puesta	ultima puesta
14-jun	14:20 a 15:30	22-jun	24-jun
20-jun	14:20 a 18:00	23-jun	24-jun
21-jun	12:24 a 15:00	23-jun	24-jun
24-jun	13:00 a 15:00	26-jun	27-jun
11-jul	11:00 a 15:00	12-jul	13-jul
11-jul	12:00 a 13:40	12-jul	13-jul
11-jul	12:10 a 12:55	13-jul	13-jul
11-jul	12:00 a 14:20	12-jul	13-jul
18-jul	12:30 a 13:30	x	x
18-jul	13:40 a 14:50	x	x
02-ago	12:30 a 14:40	x	x
03-ago	12:30 a 14:15	x	x
	12:40 a 15:00	x	x
	13:30 a 15:30	x	x

Tabla 1. Tiempo del acoplamiento y puestas



ANEXO II

Tratamiento	Características de la hoja		Parte de la planta	Parte de la hoja		total de la puesta
	Diametro de la hoja	coloracion de la hoja		abaxial	adaxial	
P1,M1	4 cm	verde	media	60		
						60 huevos
P1, Mr1	2 cm	verde	base	4	4	
	3 cm	verde	base	4 + 7	12	
	2.5 cm	verde	base	10		
	2.5 cm	verde	base	5 + 6		
	3 cm	verde	base	5		
	3 cm	verde	base	6		
	7 cm	verde	apical	12		
						75 huevos

Tratamiento	Características de la hoja		Parte de la planta	Parte de la hoja		total de la puesta
	Diametro de la hoja	coloracion de la hoja		abaxial	adaxial	
P2,M1	8 cm	verde	apical		3	
	4 cm	verde	media		2	
	3 cm	verde	media		8	
	7cm	verde	apical	16		
	8 cm	verde	apical	8 + 10		
	3.5 cm	verde	media	11	1	
	6 cm	verde	apical		4	
						63 huevos
P2,Mr1	4.5 cm	verde	media	35 + 22		
	6 cm	verde	apical	40 + 18		
	6 cm	verde	apical	32		
					147 huevos	

Tratamiento	Características de la hoja		Parte de la planta	Parte de la hoja		total de la puesta
	Diametro de la hoja	coloracion de la hoja		abaxial	adaxial	
P3, M1	3.5 cm	amarilla	apical	21		
	7.5 cm	amarilla	apical	16		
	9 cm	verde palido	apical	10		
	4.5 cm	verde palido	apical	22 + 57		
	5.5 cm	verde	apical	8 + 30		
	8 cm	verde	apical	9+13+5+19		
	7 cm	verde	media	16		
	7.5 cm	verde	media	9		
						235 huevos
	P3, Mr1	5.5 cm	verde	media	3+5+22+21+16+1 1+8+16	
5 cm		verde	media	26		
6 cm		verde	apical	4+9+21+4		
9 cm		verde	media	19		
6 cm		verde	media	10		
6 cm		verde	media	19		
4 cm		verde	media	25 + 21		
4 cm		verde	media	25		
5.5 cm		verde	media	17+5+11		
9 cm		verde	apical	15		
					333 huevos	

Tabla 2. Puestas por pabellón. Base: corresponde del suelo a 10 cm de altura, Media: suelo-20 cm, Apical: suelo- 30 cm

ANEXO III

TEMP. Y H.R. DEL CUARTO DE CRIANZA DE LARVAS								
Horas	10 hrs		12 hrs		14 hrs		16 hrs	
Días	°C	% HR						
31-may-11	22	50	23	43	25	39	22	27
01-jun-11	21	52	23	44	25	33	24	26
02-jun-11	19	50	22	43	23	33	22	25
03-jun-11	20	53	23	43	23	34	22	27
04-jun-11	18	56	22	45	22	36	21	23
05-jun-11	18	56	22	44	23	33	24	26
06-jun-11	21	52	23	52	24	31	26	23
07-jun-11	22	50	23	41	26	23	27	22
08-jun-11	22	50	23	44	25	30	26	27
09-jun-11	23	50	25	32	25	32	25	28
10-jun-11	20	53	24	40	24	31	25	26
11-jun-11	20	54	23	43	22	35	23	25
12-jun-11	19	60	23	43	23	35	22	26
13-jun-11	18	61	23	43	22	35	22	25
14-jun-11	19	60	22	45	22	36	21	26
15-jun-11	20	54	21	50	22	39	22	26
16-jun-11	17	56	20	52	21	39	22	27
17-jun-11	17	57	21	50	20	38	21	26
18-jun-11	17	56	21	50	20	37	22	23
19-jun-11	15	65	20	56	21	39	20	30
20-jun-11	15	65	21	50	23	37	20	30
21-jun-11	11	73	17	70	19	60	18	59
22-jun-11	12	63	19	60	19	59	18	58
23-jun-11	15	68	20	65	19	63	18	59
24-jun-11	15	66	21	60	25	59	21	50
25-jun-11	18	58	23	55	22	54	21	53
26-jun-11	15	60	22	54	21	52	22	50
27-jun-11	13	68	22	59	25	50	20	60
28-jun-11	14	58	20	56	21	50	20	63
29-jun-11	15	83	20	80	20	70	18	67
30-jun-11	15	90	17	80	19	73	19	69
01-jul-11	14	90	20	73	19	72	19	60
02-jul-11	14	90	19	74	20	70	20	62
03-jul-11	15	86	20	85	21	72	21	63
04-jul-11	17	76	20	73	21	60	22	59
05-jul-11	18	73	21	60	21	59	22	55
06-jul-11	20	75	23	65	24	60	23	50
07-jul-11	17	73	22	63	23	59	22	49
08-jul-11	17	80	22	78	23	58	23	47
09-jul-11	17	73	22	64	22	53	23	46
10-jul-11	17	73	23	64	25	54	24	46
11-jul-11	19	73	23	70	26	50	25	40
12-jul-11	17	60	22	56	23	49	23	40
13-jul-11	17	63	24	61	20	59	21	39
14-jul-11	17	63	23	60	24	55	22	40
15-jul-11	20	74	23	70	24	56	23	41
16-jul-11	17	60	22	56	23	49	22	39
17-jul-11	17	63	23	56	23	43	22	39
18-jul-11	19	73	23	68	24	45	22	40
19-jul-11	19	68	23	59	25	43	23	40
20-jul-11	21	70	25	60	27	40	25	38
21-jul-11	19	68	24	59	26	40	25	39
22-jul-11	20	63	23	55	25	43	26	39
23-jul-11	17	68	23	56	25	43	25	40
24-jul-11	18	74	23	59	25	43	25	40
25-jul-11	18	85	22	70	23	45	22	41
26-jul-11	17	74	22	63	22	43	23	40
27-jul-11	17	64	21	53	22	47	22	43
28-jul-11	19	73	23	62	22	45	21	41
29-jul-11	17	73	22	64	21	45	21	39
30-jul-11	17	73	22	63	22	47	23	52
31-jul-11	17	73	23	63	22	46	21	52

TEMP. Y H.R. DENTRO DE PABELLONES		
Horas	12 hrs	
Días	°C	%HR
31-may-11	29	34
01-jun-11	29	32
02-jun-11	28	32
03-jun-11	29	33
04-jun-11	28	34
05-jun-11	27	36
06-jun-11	29	42
07-jun-11	29	32
08-jun-11	29	32
09-jun-11	31	32
10-jun-11	30	30
11-jun-11	29	36
12-jun-11	29	34
13-jun-11	29	37
14-jun-11	28	42
15-jun-11	26	42
16-jun-11	23	42
17-jun-11	24	41
18-jun-11	24	46
19-jun-11	23	45
20-jun-11	24	43
21-jun-11	20	62
22-jun-11	21	53
23-jun-11	23	53
24-jun-11	24	50
25-jun-11	29	45
26-jun-11	28	44
27-jun-11	28	44
28-jun-11	22	46
29-jun-11	21	70
30-jun-11	19	70
01-jul-11	22	63
02-jul-11	20	64
03-jul-11	22	69
04-jul-11	21	63
05-jul-11	25	50
06-jul-11	27	55
07-jul-11	26	53
08-jul-11	26	58
09-jul-11	25	54
10-jul-11	29	55
11-jul-11	28	60
12-jul-11	28	46
13-jul-11	29	51
14-jul-11	28	50
15-jul-11	28	60
16-jul-11	29	46
17-jul-11	29	39
18-jul-11	29	35
19-jul-11	30	36
20-jul-11	29	35
21-jul-11	29	32
22-jul-11	29	32
23-jul-11	29	35
24-jul-11	28	35
25-jul-11	28	35
26-jul-11	27	37
27-jul-11	28	39
28-jul-11	27	38
29-jul-11	28	38
30-jul-11	28	39
31-jul-11	29	38

Tablas 3 y 4. Temperatura y Humedad Relativa

ANEXO IV

ESPECIE	HUEVO	LARVA	PUPA	ADULTO	TOTAL
<i>L. aripa</i>	5 - 12 días	11-14 días	8-18 días	7-15 días	28-41 días

Tabla 5. Ciclo de vida promedio de *L. aripa*

Radio						Adultos que emergieron		Total del ciclo (días)	T °C (a las 12 hrs)	% Humedad relativa	Observaciones
	días	prepupa	días	pupa	días	machos	hembras				
	2	3	1	3	7	X	X		28-38°C	40-60%	pupas secas, amarillentas
5	2	15	1	15	11	X	X		28-38°C	40-60%	pupas secas, amarillentas
	2	5	1	5	11	X	X		28-38°C	40-60%	pupas secas, amarillentas
	2	9	1	9	11	X	X		28-38°C	40-60%	pupas secas, amarillentas
	X	X	X	X	X	X	X		28-38°C	40-60%	larvas licuadas y amarillentas
2	2	12	1	10	11	X	X		28-38°C	40-60%	pupas secas, amarillentas
	3	8	1	8	11	X	X		28-38°C	40-60%	pupas secas, amarillentas
7	1	17	1	17	9 a 13	5	7		21-25°C	31-52%	2 pupas parasitadas, 3 pupas dañadas
7	1	17	1	17	9 a 13	5	7		21-25°C	31-52%	1 pupa parasitada, 4 imagos no logran emerger completamente
4	2	22	1	21	9 a 13	12	5		21-25°C	31-52%	4 pupas secas
2	2	22	1	20	9 a 13	13	1		21-25°C	31-52%	1 imago no logro emerger, 5 imagos escaparon
4	2	14	1	14	7 a 12	8	4		21-25°C	31-52%	2 imagos no logran emerger completamente
9	2	29	1	29	7 a 14	8	20		21-25°C	31-52%	3 pupas negras
3	2	28	1	28	7 a 14	6	18		21-25°C	31-52%	2 imagos no logran emerger completamente
2	2	12	1	12	9 a 13	6	3		21-25°C	31-52%	3 pupas parasitadas
7	2	27	1	27	8 a 12	13	11		21-25°C	31-52%	1 pupa negra, 1 imago no logro emerger completamente
7	2	27	1	25	8 a 12	12	13		21-25°C	31-52%	1 pupa parasitada
2	2	32	1	30	8 a 11	11	17		21-25°C	31-52%	2 imagos no logran emerger, pupas e imagos de tamaño pequeño
5	2	15	1	15	13 a 15	5	6		17-25°C	60-80%	4 pupas parasitadas, 2 imagos emergen con alas atrofiadas
3	2	37	1	36	12 a 16	16	18		17-25°C	60-80%	2 pupas parasitadas
5	2	35	1	35	10 a 18	15	19		17-25°C	60-80%	1 pupas parasitada
5	2	35	1	35	10 a 18	13	16		17-25°C	60-80%	3 adultas con alas atrofiadas, 2 imagos no emergen, 1 pupa parasitada
5	2	35	1	35	14 a 16	15	13		17-25°C	60-80%	4 pupas parasitadas, 3 adultos escapan
3	2	33	1	33	14 a 16	16	13		17-25°C	60-80%	3 pupas parasitadas, 1 adulto con cabeza atrofiada
9	2	39	1	39	13 a 18	18	16		17-25°C	60-80%	2 pupas parasitadas, 2 imagos no emergen, 2 adultos escapan
7	2	36	1	36	11 a 17	14	20		20-25 °C	52-80%	2 pupas parasitadas
Radio						Adultos que emergieron		Total del ciclo (días)	T °C (a las 12 hrs)	% Humedad relativa	Observaciones
	días	prepupa	días	pupa	días	machos	hembras				
6	2	56	1	51	9 a 13	20	18	28 a 35	15-25°C	51-80%	7 prepupas marron e hinchadas, 2 pupas rojizas, 4 pupas atrofiadas
1	2	71	1	71	7 a 14	5	8	28 a 37	22-25°C	52-70%	huevos en el haz y envez de las hojas
2	2	32	1	32	11 a 15	11	14	28 a 37	15-25°C	51-80%	larvas muertas rojizas y licuadas, 7 pupas muertas y atrofiadas
5	2	90	1	80	13 a 18	38	32	32 a 41	15-25°C	51-80%	9 pupas negras, 1 prepupa negra, las larvas muertas se observan cefes , inchadas y licuadas
8	2	120	1	107	9 a 13	35	31	28 a 36	22-27°C	52-70%	la hembra ovipuso durante 5 dias,
7	2	260	1	251	9 a 13	49	49	29 a 37	22-27°C	52-70%	la hembra ovipuso durante 2 dias,

ANEXO V

DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

A continuación se presentan las fotografías de algunos de los daños ocurridos a los organismos durante su ciclo de vida. Serán precisos trabajos más detallados que determinen las causas de tales acontecimientos.

Larvas



Fig. 21 y 22 muerte de larvas causada por patógenos

Estas larvas murieron entre el 1º y 3º estadio cuando la temperatura dentro del laboratorio superó los 35°C se observa, la deshidratación y “momificación” de la larva lo que pudo ser causado por existen bacterias que causan la pudrición de la larva, la cual regurgita parte de lo ingerido como una sustancia acuosa verde que puede ser fuente de contagio para otras larvas (Mulanovich, 2007) .De acuerdo a Scholaen (2005) las larvas enfermas por bacterias dejan de comer, su piel se pone como cuero y el cadáver tiene un olor de pudrición. En plagas muy susceptibles, la muerte ocurre entre 1 y 7 horas; en plagas no tan susceptibles, la muerte ocurre entre 2 y 7 días.

Al ser infectados por virus, as larvas se vuelven letárgicas, dejan de comer y se paralizan. Los gusanos enfermos suben a las partes superiores de las plantas y quedan con la cabeza hacia abajo, permaneciendo sujetos por las propatas a la planta .La piel del gusano muerto se vuelve blanda y de color pardo.

Prepupas



Fig. 23. Prepupas hinchadas por la pudrición

Pupas



Fig. 24



Fig. 25



Fig. 26



Fig. 27



Figs. 24, 25, 26, 27y 28. Daños en la fase de pupa que ocasionaron la muerte de las mismas



Fig. 28. Comparativo de una pupa sana (izquierda) y una enferma (derecha).

Adultos



Fig. 29



Fig. 30

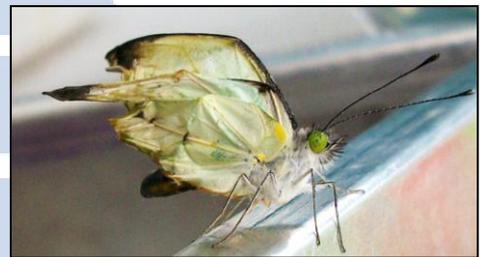


Fig. 31

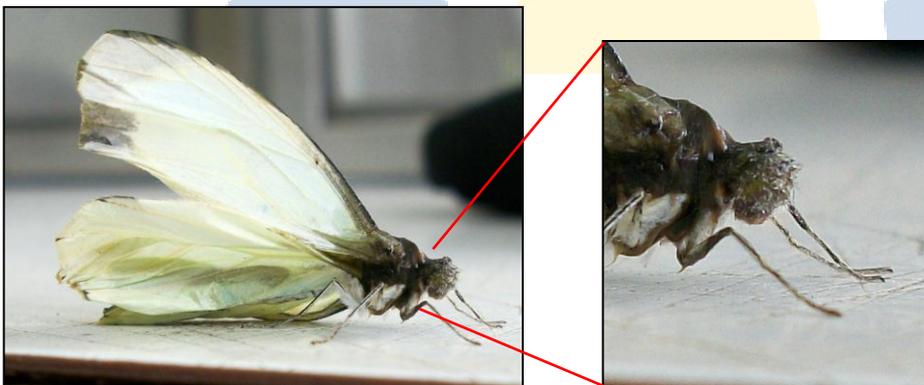


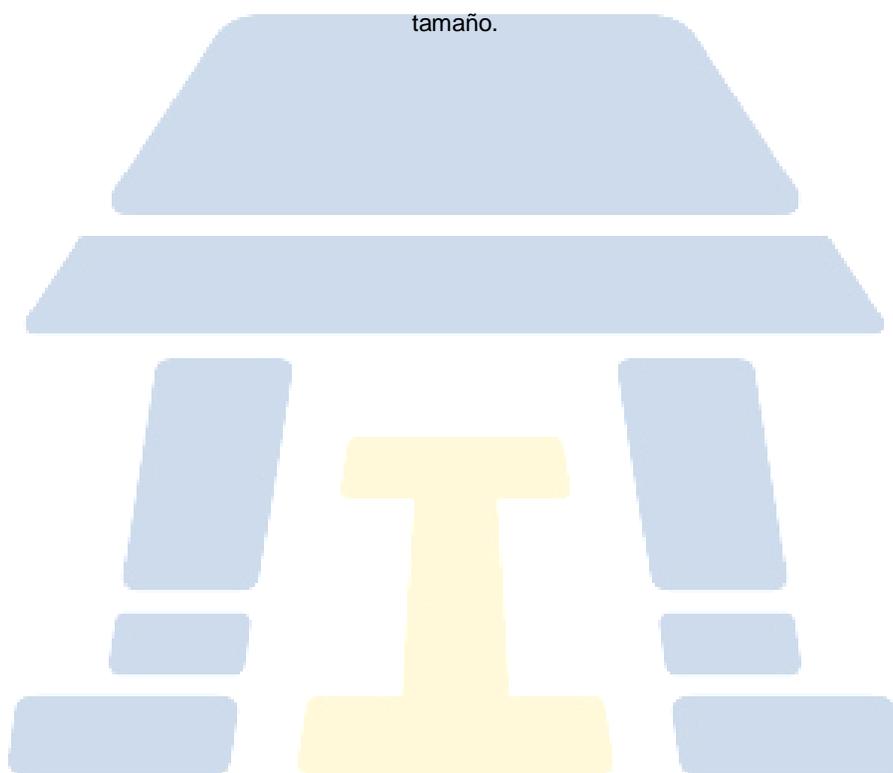
Fig. 32

Figs. 29 y 30. Imagos que no lograron emerger de la pupa

Figs.31 y 32. Adultos que emergieron con deformaciones



Fig. 33. Consecuencias de escasa variabilidad genética, se observa en pupa e imago una deficiencia en tamaño.



LITERATURA CITADA

- Barros, H.C.H y Zucoloto, F.S. (1999). Performance and host preference of *Ascia monuste* (Lepidoptera: Pieridae). *Journal of Insect Physiology*. 45:7-14
- Bautista, N. (2007). Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. Área de Entomología Agrícola
<http://www.colpos.mx/entomologia/index.htm> (consultado agosto 2010)
- Beutelspacher, C. (1980). Mariposas diurnas del Valle de México. Ed. Ediciones Científicas L.P.M.M. México. 14-24 p.
- Burns, J.M., Anzen, H.J. y Hallwachs, W. (2010). Of many similar species in the neotropical genus *Porphyrogenes* (Lepidoptera: HesperIIDae), a new one, repeatedly reared in Costa Rica, is relatively distinct. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 112(1):32-42
- Bryant, J.P., Chapin, D.R. y Klein, D.R. (1983). Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. *Oikos* 40:357-368.
- Catta-Preta, P. y Zucoloto, F.S. (2003). Oviposition behavior and performance aspects of *Ascia monuste* (Godart, 1991) (Lepidoptera, Pieridae) on kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Revista Brasileira de Entomologia*. 47(2)169-174.
- Chew, F.S. (1980). Food plant preferences of *Pieris* caterpillars (Lepidoptera). *Oecologia (Berl.)* 46: 347-353
- Chew, F. S. y Robbins, R. (1984). Egg-laying in butterflies. *In: R.I Vane-Wright, P.R Ackery*, eds. *The Biology of Butterflies*. GB-London: Academic Press, pp 65-79
- CIBAC, (s/a). Mariposa de ojos verdes (*Leptophobia aripa*). Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca, Universidad Autónoma Metropolitana. Xochimilco, México.
<http://coplada.xoc.uam.mx/CIBACWEB/maripojverde.htm> (consultado agosto de 2010)
- Contreras, C. A. O. (2008). Lista preliminar ilustrada y atlas biogeográfico de especies y subespecies de la Familia Pieridae y Papilionidae (Lepidoptera) presentes en el departamento de Ñeembucú. Instituto de Bioecología e Investigación Subtropical "Félix de Azara" (IBIS). República de Paraguay. 68pp.
www.unp.edu.py/trabajo_mariposas_Pieridae_Papilionidae.pdf (consultado agosto 2010)
- Cunningham, J. P., y West, S. A.. (2007). How host plant variability influences the advantages to learning: A theoretical model for oviposition behavior in Lepidoptera. *Journal of Theoretical Biology*. 251:404-410.
www.sciencedirect.com (consultado agosto de 2010)
- Daly, H. V., Doyen, J. T., Purcell III, A. H. (1998). Introduction to insect biology and diversity. ed 2da. Ed. Oxford University Press, NewYork. P.529-558

- Damman, H. (1987). Leaf quality and enemy avoidance by larvae of a pyralid moth. *Ecology* 68(1): 87-97
- De la Maza, R. R., (1987). *Mariposas Mexicanas. Guía para su colecta y determinación*, ed. 2da., Ed.Fondo de Cultura Económica, México. 13-15p.
- Dethier, V.G. (1982). Mechanism of host plant recognition. *Entomol. Exp. Appl.* 31: 49-56
- Doles, J. L. (2001). Host Plant Selection and Acceptance Behavior of Herbivorous Insects. http://www.colostate.edu/Depts/Entomology/courses/en507/papers_2001/doles.htm
(Consultado abril de 2011)
- Ehrlich, P. 1958. The comparative morphology, phylogeny and higher classification of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea). *University of Kansas Science. Bulletin*., 39: 305-370.
- Feeny, P. (1977). Defensive ecology of the cruciferae. *Ann. MO BOT. Gard.* 64: 221-234
- FESI, (2011). Portal de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Mapa general de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. <http://www.iztacala.unam.mx/generalidades> (Consultado abril de 2011)
- Finch, S. y Ackley, C.M. (1977). Cultivated and wild host plants supporting populations of the cabbage root fly. *Ann. Appl. Biol.* 85: 13-22
- Fisher, K. y Fiedler, K. (2000). Response of the copper butterfly *Lycaena tityrus* to increased leaf nitrogen in natural food plants: Evidence against the nitrogen limitation hypothesis. *Oecologia* 124: 235-241
- Franco, A., Llorente, J. E. y Shapiro. (1989). Abundancia relativa de *Artogeia rapae* (L.), *Pontia protodice* (Boisd. & Lec.) y *Leptophobia aripa Elodia* (Boisd.) (Lepidoptera: Pieridae) evaluada mediante el método de Moore modificado por Pollard, en Xochimilco, D.F., México. *Folia Entomológica Mexicana* 76:107-128
- García, E., (1988), Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 127 p.
- Gibbs, M., Lace L.A., Jones, M.J., Moore, A.J. (2006). Multiple host-plant use may arise from gender-specific fitness effects. *Journal of Insect Science* 6:04, 8pp. www.insectscience.org/6.04 (Consultado agosto de 2010)
- Gilbert, N. y Singer, M.C. (1975). *Butterfly Ecology Annual Review of Ecology and Systematics.* 6: 365-397
- Guerra, S., y Apaza, T. (s/a). Manejo de lepidópteros como bioindicadores. Proyecto Diversidad de las mariposas Andinas tropicales. Bolivia. Presentación pdf.

- Harms, D.A. y Mattson, W.J. (1992). The dilemma of plants: to grow or defend. *Q. Rev. Biol.* 67: 282-335
- Huang, X., Renwick, J.A.A., Sachdev-Gupta, K. (1993). Oviposition stimulants and deterrents regulating differential acceptance of *Iberis amara* by *Pieris rapae* and *P. napi oleracea*. *J. Chem. Ecol.* 19: 1645-1663
- Huang, X., Renwick, J.A.A., Sachdev-Gupta, K. (1994). Oviposition stimulants and deterrents control differential acceptance of *Alliaria petiolata* by *Pieris rapae* and *P. napi oleracea*. *Chemoecology* 5/6: 79-87
- Hugentobler, U. y Renwick, J.A.A. (1995). Effects of plant nutrition on the balance of insect relevant Cardenolides and glucosinolatos in *Erysimum cheiranthoides*. *Oecologia* 102: 95-101
- INEGI, (2011). Mapa del estado de México.
<http://www.inegi.gob.mx/entidades/espanol> (Consultado abril de 2011)
- Jácome, C. (2001). Acercamiento a la problemática de plagas en el valle del Chota. Ecuador
<http://idrinfor.idrc.ca/archive/corpdocs/117543/ACERCAMIENTO.doc> (Consultado junio 2011)
- Jõgar, K., Metspalu, L., Hiiesaar, K., Ploomi, A., Svilponis, E., Kuusik, A., Men'shykova, N., Kivimägi, I., Luik, A. (2009). Influence of white cabbage cultivars on oviposition preference of the *Pieris rapae* L. (Lepidoptera: Pieridae). *Agronomy Research* 7(Special issue I), 283–288
- Llorente, J. E., L. O. Oñate, A. M. Luis y I. F. Vargas. (1997). Papilionidae y Pieridae de México: Distribucion Geografica e Ilustracion. Ed. Comision Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Facultad de Ciencias (UNAM). México, D.F. 229 pp.
- Maes, J.M., y Brabant, R. (2000). Mariposas de Nicaragua. *The Nicaraguan Academic Journal*, San Marcos, Nicaragua, 1(2):1-26.
- Martínez, A. L., Llorente, J. B., Warren, A. D., Vargas Fernández, I. (2004). Lepidópteros: papilionoideos y hesperioideos. En: Gracia-Mendoza, A. J., Ordoñez, M. J. y Briones-Salas, M. (eds.). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found, México, .335-355 p.
- Martínez, M. (1979). Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 1200 pp.

- Mattson, W.J. (1980). Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11:119-161
- Mattson, W.J y Haack, R.A. (1987). The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *Bioscience.* 37:110-118
- Metspalu, L., Hiiesaar, K., Jõgar, K., Švilponis, E., Ploomi, A., Kivimägi, I., Luik A., y Mens'hikova, N. (2009). Oviposition preference of *Pieris brassicae* (L) on different *Brassica oleracea* var. *capitata* L. cultivars. *Agronomy Research* 7:406–411
- Mugrabi-Oliveira, E. y Moreira G.R. (1996). Conspecific mimics and low host plant availability reduce egg laying by *Heliconius erato phyllis* (Fabricius) (Lepidoptera, Nymphalidae) *Revistata brasileira de zoologia.* 13 (4): 929 – 937
- Mulanovich Diez Canseco, A. J. 2007. Mariposas: Guía para el manejo sustentable de las mariposas del Perú. PROMPEX, IIAP & GTZ, Lima, Peru. 98 pp
- Myers, J. H. (1985). Effect of physiological condition of the host plant on the ovipositional choice of the cabbage white butterfly, *Pieris rapae*. *Journal of Animal Ecology British Ecological Society.* 54: 193-204
- Nielsen, J.K. (1978). Host plant discrimination within Cruciferae: feeding responses of four leaf beetles to glucosinolatos, curcubitacins and cardenoides. *Entomol. Exp. Appl.* 24: 41-54
- Obermaier, E. y Zwölfer, H. (1999). Plant quality or quantity? Host exploitation strategies in three Chrysomelidae species associated with Asteraceae host plants. *Entomol. Exp. Appl.* 92: 205-216
- Oñate-Ocaña, L. y Herróz-Zamorano, A. (2009). Estudio faunístico del Centro de Investigación y Recuperación de Vida Silvestre San Cayetano, Estado de México. Universidad Simón Bolívar Universidad Nacional Autónoma de México. 98-104p
- Pérez, R.G. (2011). Relación geográfica, arqueológica e histórica de los pueblos del municipio de Tlalnepantla. Monografía.
<http://www.monografias.com> (Consultado mayo 2011)
- Perfil municipal. (2010) Ayuntamiento de Tlalnepantla de Baz 2009-2012. p 7.
<http://www.tlalnepantla.gob.mx> (Consultado en mayo de2011)
- Ratnasingham, S. y Hebert, P.D.N. (2007). BOLD. The Barcode of Life Data System.
<http://www.boldsystem.org/views/taxbrowser.php?taxid=627>
- Ravenscroft, N.O.M. (1994). The ecology of the chequered skipper butterfly *Carterocheilus palaemon* in Scotland. II. Food plant quality and population range. *J. Appl. Ecol.* 31: 623-630
- Renwick, J.A.A. y Radcke, C.D. (1985). Constituents of host and non-host plant deterring oviposition by the cabbage butterfly *Pieris rapae*. *Entomol.Exp. Appl.* 39: 21-26

- Renwick, J. A.A. y Radcke, C.D. (1988). Sensory cues in host selection for oviposition by the cabbage butterfly *Pieris rapae*. *Journal of Insect Physiologic*. 34: 254-257
- Richards, W. O. y Davies, R. G. (1983). Tratado de entomología IMSS. Vol. 1. Estructura, fisiología y desarrollo. Ed. Omega. Barcelona, España. 438p.
- Rodríguez -Barrios, S. L. (2006). Sistematización de las experiencias de los programas fitosanitarios en el cultivo del brócoli (*Brassica oleracea*) de exportación en Chimaltenango. Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala. 46 pp.
- Rzedowski, G. C., y Rzedowski, J. (2001). Flora fanerogámica del Valle de México. ed 2ª. Ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Michoacán, México. p.325-327.
- Sánchez-López, R. (2004). Protocolo de cría para dos especies de mariposas diurnas *Ascia monuste* (Linneaus, 1764) y *Leptophobia aripa* (Boisdusval, 1836) bajo condiciones controladas en el municipio de La Mesa Cundinamarca. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.164pp.
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis58.pdf> (Consultado agosto 2010)
- Santiago, L. J., García, L. E., Rojas, J. C. y Perales, H. (2006). Host selection behavior of *Leptophobia aripa*. *Florida Entomologist*. 89(2):127-134.
- Scholaen, S. (2005). Manejo integrado de plagas en hortalizas. Un manual para extensionistas. 2ª ed. Escuela Agrícola Panamericana EAP, Honduras. 166 pp.
- Schounhoven, L. M. (1968). Chemosensory basis of host plant selection. *Annu. Rev. Entomol.* 13:115-136
- Serra, G. V., La Porta, N., Mazzuferi, V. y Avalos S., (2005). Distribución espacial de huevos de *Colias lesbia* (Pieridae) en lotes de alfalfa en la región central de Córdoba, Argentina. *AGRISCIENTIA*, vol. XXII (2):79-85.
- Singer, M. C. (1984). Butterfly hostplant relationships: Host quality, adult choice and larval success. In: *The biology of butterflies*. VANE-WRIGHT, RI & ACKERY, P.R. Academic press, London. 88pp.
- Slansky, F. y Feeny, P. (1977). Stabilization of the rate of nitrogen accumulation by larvae of the cabbage butterfly on wild and cultivated food plants. *Ecol. Monogr.* 47: 209-228
- Spencer, J. L. (1996). Waxes enhance *Plutella Xylostella* oviposition in response to sinigrina and cabbage homogenates. *Entomol. Exp. Appl.* 81: 116-173
- Thompson, J. N. (1988). Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and offspring in phytophagous insects. *Minireview. Entomol. Exp. Appl.* 47: 3-14
- Thompson, J. N. y Pellmyr, O. (1991). Evolution of oviposition behavior and host

preference in Lepidoptera. Annual Reviews of Entomology. 36:65-89.
<http://arjournals.annualreviews.org> (consultado el 27 agosto 2009)

Traynier, R. M. (1979). Long-term changes in the oviposition behaviour of the cabbage butterfly, *Pieris rapae*, induced by contact with plants. Physiological Entomology Volume: 4, Issue: 1, Pages: 87-96

Villaseñor R., J. L. y Espinosa G., F. J. (1998). Catálogo de malezas de México. Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional Consultivo Fitosanitario y Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 449 pp.

Wheeler, G.S.S. y Halpern, M.D. (1999). Compensatory responce of *Samea multiplicalis* larvae when fed leaves of different fertilization levels of the aquatic weed *Pistia stratiotes*. Entomol. Exp. Appl. 92: 205-216

Ying-Zhi Chen, Li Lin, Chih-Wei Wang, Chin-Chang Yeh, y Shaw-Yhi Hwang. (2004). Response of Two *Pieris* (Lepidoptera: Pieridae) Species to Fertilization of a Host Plant. *Zoological Studies* 43(4): 778-786

