

Ciclo de vida y descripción de los estadios inmaduros de *Battus polydamas cubensis* (Lepidoptera: Papilionidae) en Cuba

Ormaily MADRUGA RÍOS*,** y Alejandro BARRO CAÑAMERO*,***

* Departamento de Biología Animal y Humana, Facultad de Biología, Universidad de La Habana, calle 25 e/ J e I, Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba

** Museo Nacional de Historia Natural de Cuba, Obispo #61, Habana Vieja 10 100, Ciudad de La Habana, Cuba (dirección actual)

*** abarro@fbio.uh.cu, autor por correspondencia

RESUMEN. El ciclo de vida de *Battus polydamas cubensis* se describe a partir de ejemplares de dos poblaciones de la costa norte de La Habana, Cuba. Sus huevos fueron esféricos y eclosionaron después de cuatro días ($n=30$). El número de estadios larvales varió entre cinco y siete (menos frecuente). Según esta variación, el período larval duró $23,2 \pm 1,5$ días (cinco estadios, $n=24$) ó $28,3 \pm 1,5$ días (seis estadios, $n=28$). Como otras especies del género, las pupas pueden ser diapausantes. La duración varía entre pupas de diferentes colores, el promedio de las verdes fue $50,4 \pm 19,4$ días ($n=10$) y el de las pardas $73,7 \pm 17,8$ días ($n=22$). Aquellas que no fueron diapausantes demoraron $13,6 \pm 1,7$ días en emerger ($n=29$). Durante la etapa larval manifestaron una conducta gregaria, facilitada por la oviposición en grupos, en las regiones más jóvenes de *Aristolochia bilabiata* L. Los adultos utilizaron como fuente de néctar, al menos, 24 especies pertenecientes a 10 familias vegetales.

Palabras clave: Papilionidae, *Battus polydamas cubensis*, ciclo de vida, estadios inmaduros, Cuba.

ABSTRACT. Natural history, specially life cycle and reproductive biology of the swallowtail *Battus polydamas cubensis* is analyzed in the north coast of La Habana, Cuba. The eggs were spherical and they hatched after four days ($n=30$). The number of larval instars can vary. According to the variation, the duration as larva was $23,2 \pm 1,5$ days (five instars, $n=24$) or $28,3 \pm 1,5$ days (six instars, $n=28$). In some occasions larva had seven instars. Some individuals diapaused as chrysalis and emerged at $50,4 \pm 19,4$ days ($n=10$) if they were green, when they were brown time of emersion was $73,7 \pm 17,8$ days ($n=22$). Not diapaussing pupae emerged at $13,6 \pm 1,7$ days ($n=29$). Larvae hatched from a group of eggs and began feeding on youngest parts of host plant *Aristolochia bilabiata*, then continued growing gregariously. Adults fed on 24 plants' species belonging to 10 families.

Key words: Papilionidae, *Battus polydamas cubensis*, life cycle, immature stages, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Las especies que pertenecen al género *Battus* (Lepidoptera: Papilionidae: Papilioninae) tienen una distribución neotropical (Sims y Shapiro, 1983a) y su número varía entre 12 (Tyler *et al.*, 1994) y 14 (Racheli y Pariset, 1992). Es un género ampliamente distribuido en toda la región y en diferentes hábitats. La especie de mayor radiación adaptativa es *B. polydamas*, a la cual se le atribuyen entre 13 y 17 subespecies (Smith *et al.*, 1994; Tyler *et al.*, 1994, respectivamente). Sin embargo, existen otros autores que no concuerdan con estas clasificaciones (Racheli y Pariset, 1992) y plantean que muchas de estas subespecies no tienen validez por su similitud con la subespecie típica. Esto ocurre con *B. polydamas cubensis*, la única subespecie que vive en Cuba. En estas clasificaciones sólo se han tenido en cuenta caracteres de los adultos pues en muchos casos, los estadios inmaduros son total o parcialmente desconocidos.

Battus polydamas cubensis se distribuye por todo el archipiélago cubano (Alayo y Hernández, 1987). En muchas ocasiones coexiste en un mismo hábitat con *B. devilliers* (Alayón y Solana, 1989; Knowles y Smith, 1995; Núñez y Barro, 2003), la otra especie del género que habita en Cuba. Sobre la base de lo planteado nuestros objetivos son describir morfométricamente los estadios inmaduros (huevos, larvas y pupas) de *B. polydamas cubensis*, así como ofrecer algunos aspectos de su historia natural, en dos poblaciones de la costa norte de La Habana.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Colecta y mantenimiento de los estadios inmaduros

Los huevos y las larvas de *B. polydamas cubensis* fueron extraídos del campo, entre junio de 2006 y enero de 2007. Los huevos fueron colectados junto a su sustrato y separados por puestas en diferentes cápsulas Petri. Las larvas fueron alimentadas con la planta hospedera, hallada en las localidades de estudio y además, con *Aristolochia elegans* Mast. y *A. glandulosa* J. Kickx f. Las pupas fueron mantenidas en la cápsula hasta muy cerca de la emersión, momento en el cual fuerin colgadas en el techo de gasa de un recipiente de 5 l. Con este procedimiento se facilitó el estiramiento de las alas.

El estudio fue llevado a cabo bajo las condiciones de humedad y temperatura del municipio Playa, Ciudad de La Habana. Con independencia de la época del año, el fotoperíodo se mantuvo constante, mediante una lámpara fluorescente, en una razón luz/oscuridad de 15: 9.

2. Ciclo de vida

2.1. Descripción morfométrica

En la descripción morfométrica de los estadios inmaduros fueron seguidos los criterios de Hinton (1946) y Stehr (1987). Dos diámetros, perpendiculares entre sí, y la altura, fueron

las tres medidas tomadas a los huevos. La longitud del cuerpo de la larva (LCL) y el diámetro cefálico de las larvas (AC) en cada estadio fueron las medidas tomadas a las larvas. Este último se midió a partir de las exuvias de cada muda, pues se comprobó que la cápsula no se deformaba, excepto en la última muda (larva-pupa). En este caso, la medida fue tomada durante la prepupa, fase en que el animal permaneció prácticamente inmóvil. El instrumento utilizado para esto fue un micrómetro ocular de 0,05 mm de precisión, acoplado a un microscopio estereoscópico Olympus, excepto el LCL a partir del segundo estadio, que fue tomada con una regla milimetrada (± 1 mm). Con este instrumento también se midió a la pupa el largo del cuerpo (LCP) y el ancho mayor (ACP).

De cada uno de los estadios inmaduros fueron conservados al menos dos individuos, al igual que de los adultos. Estos últimos quedaron montados con alfileres entomológicos luego de ser sacrificados a una temperatura inferior a 0°C. Los huevos y las larvas pequeñas (hasta el tercer estadio) se sacrificaron directamente en alcohol al 90%, mientras que las larvas más grandes y las pupas, fueron sumergidas en agua a punto de ebullición y posteriormente se conservaron en alcohol al 90% como describe Winter (2000). Todos los ejemplares fueron depositados en la Colección Entomológica de la Facultad de Biología, Universidad de La Habana.

2.2. Duración de los estadios inmaduros

La duración de la fase huevo fue determinada a partir de oviposiciones observadas en el campo. Los huevos fueron observados diariamente con el objetivo de determinar, con la mayor exactitud, la fecha y la hora de eclosión de las larvas. Diariamente se buscaron las cápsulas cefálicas entre los desechos, como prueba de que hubiera ocurrido una muda para determinar la duración de cada estadio larval.

De las larvas que fueron criadas en forma gregaria, sólo permanecieron en una misma cápsula aquellas que mudaron a iguales intervalos de tiempo. Cuando fue observado un desfase en alguna, inmediatamente se individualizó y su desarrollo fue seguido de manera independiente. De esta forma, no sólo fue determinada la duración de cada estadio larval, sino que también se contó el número de estos en cada individuo.

3. Descripción de las áreas de estudio

La colecta de los estadios inmaduros de *B. polydamas cubensis*, así como las observaciones sobre su historia natural fueron realizadas en dos localidades del litoral norte de la provincia La Habana. Toda esta faja costera se caracteriza por presentar diferentes niveles de antropización.

La localidad de donde fueron extraídos los estadios inmaduros fue Boca de Jaruco, localizada aproximadamente a 45 km al este de La Habana, en los 23°11' latitud Norte y 82°01' longitud Oeste. El suelo de la región es fundamentalmente de origen cársico y existen varias formaciones cavernarias rodeadas de vegetación arbórea, la cual forma parches en el ecosistema. Como resultado de la actividad humana el suelo ha sido rellenado con arcilla, lo cual contribuye a que predomine la vegetación secundaria con abundancia de

plantas oportunistas como *Acacia farnesiana* (aroma), *Comocladia dentata* (guao) y diversos representantes de la familia Poaceae.

La segunda región de estudio fue Boca de Canasí y se encuentra a 65 km al este de La Habana, en los 23°09' latitud Norte y 81°47' longitud Oeste. Las observaciones de adultos se realizaron en dos de las formaciones vegetales de la zona: el uveral (incluido en el complejo de vegetación de costa arenosa) y el bosque siempreverde micrófilo con elementos de mesófilo. En la primera se recorrieron 3 km hacia el este desde la desembocadura del río Canasí y en la segunda se recorrió la ladera norte y la cima de la loma donde se desarrolla este bosque, y en cuya base termina la faja de uveral. A pesar de la presencia de algunas plantas invasoras y de los caminos que la atraviesan, por donde transitan pobladores y ganado de la zona, esta área se encuentra más conservada que Boca de Jaruco.

4. Observaciones conductuales

Desde marzo de 2006 hasta marzo de 2007 se realizaron las observaciones sobre la historia natural de esta especie en Boca de Jaruco, mientras que en Boca de Canasí se comenzó en abril de 2006 y se terminó en enero de 2007. Las visitas a ambas áreas se efectuaron al menos una vez cada mes.

Cada planta hospedera detectada fue revisada con el objetivo de buscar huevos y larvas; cuando se halló una puesta o alguna larva, se anotó el lugar de la planta y la altura en la cual se encontraba, así como el número de huevos por puesta.

Las especies vegetales donde se observó libando a la especie que no pudieron ser identificadas en el campo, fueron recolectadas y posteriormente identificadas por especialistas del Instituto de Ecología y Sistemática (IES).

5. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos fue llevado a cabo con el programa GraphPad InStat versión 3.01 (1998). La prueba Kolmogorov-Smirnov fue aplicada a todas las mediciones con el objetivo de comprobar que cumplieran una distribución normal ($p < 0,05$). La media (\bar{X}), la desviación estándar (DE), y el mínimo (Mín) y máximo (Máx) fueron calculadas en algunas mediciones.

En la comparación de dos medidas de una misma variable fue utilizada la prueba paramétrica t de Student o la prueba no paramétrica U de Mann Whitney. De la misma manera, para comparar más de dos medidas fue utilizado un ANOVA de clasificación simple y efectos fijos o una prueba Kruskal- Wallis, con su test posterior de comparación múltiple de Dunn.

El coeficiente de determinación (R^2) fue calculado cuando se aplicó una regresión lineal simple. En todos los casos fue considerada una diferencia estadística significativa a los valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

1. Ciclo de vida

1.1. Descripción morfométrica de los estadios inmaduros

HUEVO: Es esférico pues no existen diferencias significativas entre las tres medidas tomadas ($d_1 = 1,16 \pm 0,09$ mm, $d_2 = 1,15 \pm 0,08$ mm y $h = 1,15 \pm 0,08$ mm, $n = 30$). Esto puede afirmarse por el resultado obtenido a partir del ANOVA de clasificación simple y efectos fijos realizado ($F = 0,1630$, $p = 0,8498$). El corion es de color amarillo (Fig. 1 A y B) y presenta gránulos que pueden agruparse y formar costillas paralelas al eje antero-posterior en una región del huevo, o estar dispersas sin definir alguna estructura en la otra (Fig. 1 C). Estos gránulos, cuya coloración varía desde amarillo claro hasta anaranjado oscuro, también están presentes en la región del micrópilo como un engrosamiento en forma de cono (Fig. 1 D).

LARVA 1: Miden $2,46 \pm 0,24$ mm de largo ($n = 15$) (Fig. 2 A), su cápsula cefálica tiene un ancho de $0,68 \pm 0,02$ mm ($n = 79$) y está cubierta de setas primarias, cuya distribución se muestra en la Fig. 3. Su cuerpo es pardo oscuro y en él se observan cinco segmentos más claros (T2, T3, A4, A8 y A9) debido al color amarillo oscuro o anaranjado de las chalazas que se encuentran en posición dorsal. La cabeza y todos los apéndices cefálicos son negros lo cual se mantiene en el resto de los estadios larvales. En T1 presenta una placa o escudo dorsal cubierta por cuatro setas centrales y seis en los bordes anteriores. Delante de esta placa parda se encuentra la osmeteria, la cual se observa de color blanco cuando no está evertida y amarillo o anaranjado cuando lo está; lateralmente presenta un scolus con ocho setas que rodean una seta central de mayor longitud. En posición dorsal, mediodorsal y subdorsal, en todos los segmentos desde T2, presenta chalazas de setas filiformes de color negro; las que se hallan en posición dorsal son más largas que el resto. En cada segmento, presenta scoli laterales: con seis setas en T2 y T3, más pequeñas que las que se hallan en posición subdorsal, y con cinco desde A1. Estos scoli, desde A1 hasta A8 se encuentran por debajo de los espiráculos y la longitud de sus setas va disminuyendo hacia los segmentos posteriores. Además, en A1 se encuentra una pequeña chalaza en posición medioventral, y otra similar en posición subventral. En las mismas posiciones, pero en A2 se hallan dos scoli, uno de tres setas de diferentes longitudes y otro de cuatro más pequeñas que las anteriores. En el segmento A3, por debajo del scolus lateral y continuo a él hay otro scolus de tres setas. Las patas y las falsas patas también están cubiertas de pequeñas setas, al igual que el escudo anal de A10 que tiene forma triangular. Al inicio del estadio, las chalazas dorsales representan el 70% de la altura del segmento correspondiente, pero a medida que crece la larva esta proporción cambia y se observa mejor el color de su cuerpo. Durante este estadio, la larva puede alcanzar $4,62 \pm 0,59$ mm de longitud ($n = 31$).

LARVA 2: La coloración es igual, pero las chalazas y los scoli no se observan. En su lugar, quedan delineadas las estructuras que estuvieron esclerotizadas. Las setas primarias desaparecen y numerosas setas secundarias cubren todo el cuerpo. En las regiones más claras del cuerpo (T2, T3, A4, A8 y A9) estas setas son menos abundantes y hialinas. La

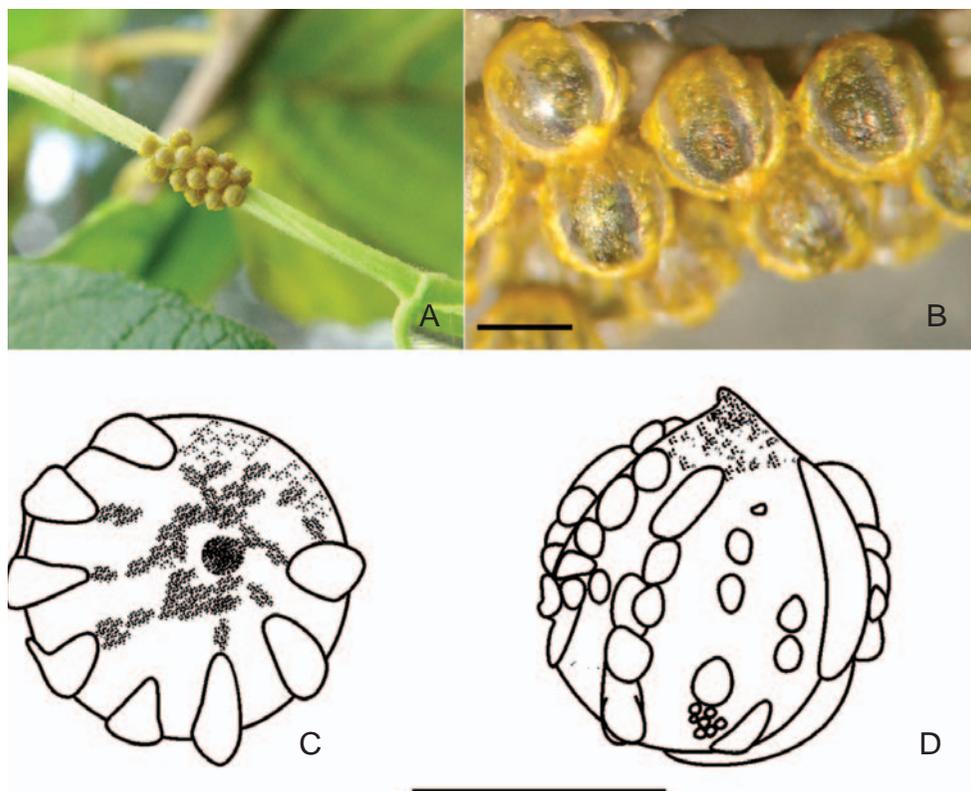


Fig. 1. Huevo de *Battus polydamas cubensis*. A: Agrupación de huevos sobre un tallo de *Aristolochia bilabiata* (Aristolochiaceae) en Boca de Jaruco, La Habana. B: Detalles del relieve y la coloración. C: Esquema en vista dorsal donde se muestran los gránulos del corion. D: Esquema en vista lateral donde se observa el cono que forma el micrópilo. Escala 1 mm.

longitud de la larva en este estadio puede llegar a $11,0 \pm 2,0$ mm ($n= 18$), mientras que el ancho de la cápsula cefálica es $1,07 \pm 0,08$ mm ($n= 80$). En el lugar de las chalazas dorsales se observan proyecciones de la cutícula no esclerotizadas, al igual que en lugar de los scoli laterales de T2, T3, A2, A8 y A9, aunque aquí son menos evidentes. En el segmento T1, donde se encontraba el scolus de nueve setas, hay un filamento largo, amarillo y redondeado como las proyecciones dorsales, cubierto de numerosas y diminutas setas.

LARVA 3: Longitud del cuerpo de $13,0 \pm 2,0$ mm ($n= 24$) y ancho de la cápsula cefálica de $1,67 \pm 0,20$ mm ($n= 71$). El aumento en las dimensiones corporales es el cambio más significativo en este estadio, aunque las proyecciones laterales de T2, T3, A2, A8 y A9 se hacen más evidentes, y la región mediodorsal del segmento A10 ahora es tan clara como

T2, T3, A4, A8 y A9. El cuerpo continúa cubierto de setas.

LARVA 4: La coloración cambia en la mayoría de las larvas y se torna marrón oscuro. Las setas son más pequeñas pero también cubren todo el cuerpo. La longitud de éste es, como promedio, $23,0 \pm 4,0$ mm ($n= 38$) y el AC varía significativamente entre los individuos que tienen cinco (desarrollo tipo I) y los que tienen seis estadios (desarrollo tipo II) ($U= 12,5$, $p= 0,0004$) (Tabla I). En aquellos que presentan desarrollo tipo I el AC es $2,59 \pm 0,14$ mm ($n= 18$), mientras que en los que presentan el tipo II es $2,32 \pm 0,11$ mm ($n= 9$). En los segmentos T2, T3, A1 y A2 se definen bien las proyecciones laterales, que en A1 se encuentran por encima del espiráculo y en A2 por debajo. En el segmento A8, en posición subdorsal, se proyecta un tubérculo de color más claro, amarillo oscuro o anaranjado por lo general, mientras que en la misma posición, en el segmento A9 y en la base de cada falsa pata, comienza a observarse una protuberancia de color amarillo.



Fig. 2. Larvas de *B. polydamas cubensis*. A. Primer estadio mostrando la conducta gregaria. Escala 1 mm. B y C. Quinto estadio mostrando los diferentes patrones de coloración: marrón brillante y marrón claro con líneas transversales bien definidas, respectivamente. El último patrón está presente en muy baja proporción en las poblaciones estudiadas. D. Quinto estadio, la flecha muestra la osmeteria parcialmente evertida. Escala 1 cm.

LARVA 5 (Fig. 2 B, C y D): Longitud de $38,1 \pm 5,2$ mm ($n=14$) en individuos con desarrollo tipo II, mientras que aquellos con tipo I, la longitud promedio es $50,9 \pm 3,1$ mm ($n= 23$). Este valor es semejante a los valores de longitud máxima del cuerpo del sexto estadio ($51,4 \pm 4,2$ mm, $n= 7$) y del séptimo ($54,0 \pm 4,2$ mm, $n= 6$) cuando cada uno constituye el último estadio de la larva ($KW= 3,021$, $p= 0,2209$). Durante esta fase los tubérculos dorsales son muy conspicuos, generalmente anaranjados con el extremo negro, aunque a veces se observan rojos. Los que se encuentran en los laterales de los segmentos T2, T3, A1 y A2 se observan de un tamaño similar a los dorsales, y el que se hallaba en el segmento A8 ahora es casi dos veces más largo que estos. El resto de las protuberancias que se mencionan en el estadio anterior se hallan perfectamente visibles en éste y tienen aproximadamente la mitad de la longitud de los tubérculos dorsales. Los filamentos que parten de la región ventral de la placa dorsal de T1 tienen casi el triple de la longitud de los tubérculos dorsales y el mismo patrón de coloración. El AC de los individuos con desarrollo tipo I es $3,84 \pm 0,32$ mm ($n= 17$), mientras que con tipo II es $3,19 \pm 0,13$ mm ($n= 10$) (Tabla 1), lo que constituye una diferencia estadística significativa ($U= 1,00$, $p < 0,0001$). Al comparar el AC de los últimos estadios más frecuentes (tipo I y tipo II), también se encontraron diferencias significativas ($U= 3$, $p= 0,0005$) (Tabla 1). El sexto y séptimo estadios larvales comparten las mismas características morfológicas.

PREPUPA: Coloración similar a la larva aunque más opaca, todos los apéndices locomotores retraídos. Permanece colgada de alguna superficie por el extremo abdominal y los segmentos abdominales próximos al tórax, completamente encogida y curvada sobre su superficie ventral (Fig. 4 A).

PUPA: Es obtecta y se caracteriza por presentar un proceso dorsal muy conspicuo con forma espatulada, en la región torácica. De las 72 pupas obtenidas, 43 (60%) fueron de color verde y el resto fue pardo. Las pupas verdes presentaron la región dorsal del tórax y la porción más anterior de la cabeza de color amarillo o verde más claro (Fig. 4 B), mientras que las pardas presentaron las mismas regiones de color amarillo claro, pardo más claro que el cuerpo o anaranjado oscuro (Fig. 4 C). La LCP se comparó con una prueba U de Mann Whitney para datos no pareados, entre hembras y machos ($n= 31$), y no mostró diferencias estadísticamente significativas ($U= 82,5$, $p= 0,2078$). También se comparó mediante la misma prueba la LCP entre pupas diapausantes y no diapausantes ($n= 45$) y en este caso sí hubo diferencias estadísticamente significativas ($U= 143$, $p= 0,0171$), de forma que el LCP cuando no hay diapausa es $28,8 \pm 2,4$ mm ($n= 26$), valor menor a las pupas con diapausa (LCP= $30,3 \pm 1,3$ mm; $n= 19$). Con el ACP se realizó el mismo tratamiento pero con una prueba t de Student para datos no pareados y se obtuvo un resultado similar. Entre hembras y machos ($n= 27$) no hubo diferencias significativas ($t= 1,018$, $p= 0,3184$), mientras que entre pupas no diapausantes y diapausantes ($n= 27$) sí ($t= 2,814$, $p= 0,0094$), con un ACP promedio de $13,0 \pm 1,5$ mm ($n= 13$) en las primeras y de $14,4 \pm 1,1$ mm ($n= 14$) en las segundas.

1.2. Duración de los estadios inmaduros

El desarrollo embrionario tuvo una duración de cuatro días ($n= 53$). Los huevos utilizados en esta medición provienen de cuatro puestas en tres diferentes épocas del año: una en julio ($n= 9$), dos en septiembre ($n= 21$) y una en diciembre ($n= 23$).

En esta especie se observó que durante los meses de julio a octubre sólo hubo larvas con seis (74%) y con siete (26%) estadios, con una duración total del período larval de $28,3 \pm 1,5$ días ($n= 24$); mientras que de diciembre a febrero la mayoría de las larvas presentaron cinco (74%) y algunas presentaron seis (26%) estadios y la duración total del período larval fue $23,2 \pm 1,5$ días ($n= 28$). Las diferencias entre ambas duraciones fueron estadísticamente significativas al aplicar una prueba U de Mann- Whitney ($U= 4$, $p < 0,0001$).

La duración del primer estadio larval fue siempre de cuatro días, tanto en las larvas con desarrollo tipo I ($n= 20$) y II ($n= 20$) como en las de siete estadios ($n= 7$).

La Tabla 2 muestra los valores de la duración de cada estadio larval en larvas con desarrollo tipo I y II. En los estadios larvales del 2° al 4°, la duración entre larvas de un mismo estadio pero con diferente tipo de desarrollo no presentó diferencias estadísticamente significativas luego de la aplicación de una prueba U de Mann Whitney (Tabla 1). Sólo en el quinto estadio larval se observaron diferencias en la duración entre las larvas tipo I ($9,5 \pm 0,9$ días; $n= 20$) y tipo II ($5,7 \pm 1,6$ días; $n= 13$) ($U= 1,5$, $p < 0,0001$). Sin embargo, al comparar el último estadio larval de cada grupo (tipos I y II) no se encontraron diferencias significativas; el valor promedio de duración del sexto estadio fue $9,5 \pm 1,5$ días ($n= 13$), muy similar al promedio del quinto estadio de los individuos con desarrollo tipo I ($U= 119,5$, $p= 0,7112$) (Tabla 1).

En larvas con ambos tipos de desarrollo, el crecimiento de la variable AC sigue una progresión geométrica regular pues los valores de R^2 son muy altos para ambos grupos ($R^2= 0,9982$ y $R^2= 0,9957$, respectivamente) (Fig. 5).

La fase de prepupa fue considerada dentro del último estadio larval; su duración fue de dos días en todos los ejemplares ($n= 74$). Las pupas de esta especie pueden ser diapausantes (69% fueron pardas) o no (90% fueron de color verde) y en función de esto, la duración de este estadio es muy variable. El tiempo promedio de una pupa no diapausante es $13,6 \pm 1,7$ días ($n= 29$), independientemente del color. Este valor se obtuvo al unir los datos de hembras y machos de la especie, pues al realizar una prueba t de Student para datos no pareados no se obtuvo diferencias significativas entre los sexos ($t= 0,3116$, $p= 0,7618$). En las pupas diapausantes, la duración tuvo diferencias significativas entre pupas de diferentes colores ($t= 2,62$; $p= 0,0186$), el promedio de las verdes fue $50,4 \pm 19,4$ días ($n= 10$) y el de las pardas $73,7 \pm 17,8$ días ($n= 22$). La duración de este estadio en las pupas diapausantes pardas tampoco tuvo diferencias significativas, al comparar entre sexos ($t= 1,567$; $p= 0,1612$). De 35 pupas diapausantes, 25 se desarrollaron a partir del mes de diciembre y el resto se desarrolló entre julio y noviembre.

Tabla 1. Ancho de la cápsula cefálica de las larvas de *B. polydamas cubensis* en individuos con desarrollo tipo I (cinco estadios larvales) y tipo II (seis estadios larvales) (los más frecuentes en la población de Boca de Jaruco). Los valores se midieron en mm. NS estadísticamente no significativo, *** estadísticamente significativo.

Larvas	Tipo I					Tipo II					U de Mann-Whitney	
	Estadio	n	x	DE	Mín	Máy	n	x	DE	Mín	Máy	p
1	39	0,68	0,02	0,65	0,70	40	0,69	0,02	0,65	0,70	0,3911	NS
2	17	1,01	0,05	0,9	1,05	9	1,06	0,56	1,00	1,15	0,0745	NS
3	18	1,68	0,26	1,45	2,60	8	1,63	0,10	1,45	1,75	0,9778	NS
4	19	2,61	0,16	2,35	2,95	9	2,32	0,11	2,10	2,45	0,0004	***
5	16	3,87	0,30	3,40	4,30	10	3,19	0,13	2,95	3,35	<0,0001	***
6	-	-	-	-	-	7	4,49	0,18	4,20	4,65	0,0005	***

Tabla 2. Duración de cada estadio larval de *B. polydamas cubensis* en individuos con desarrollo tipo I y tipo II (los más frecuentes en la población de Boca de Jaruco). Los valores se midieron en mm. NS estadísticamente no significativo, *** estadísticamente significativo.

Larvas	Tipo I					Tipo II					U de Mann-Whitney	
	Estadio	n	x	DE	Mín	Máy	n	x	DE	Mín	Máy	p
1	20	4,0	0,0	4	4	20	4,0	0,0	4	4	1,0000	NS
2	20	2,3	0,6	2	4	13	2,5	1,7	2	8	0,4563	NS
3	20	3,2	0,4	3	4	13	3,5	1,1	3	6	0,9089	NS
4	20	3,7	0,7	3	5	13	3,4	0,7	3	5	0,1850	NS
5	20	9,5	0,9	8	11	13	5,7	1,6	3	8	<0,0001	***
6	-	-	-	-	-	13	9,5	1,5	8	13	0,7112	NS

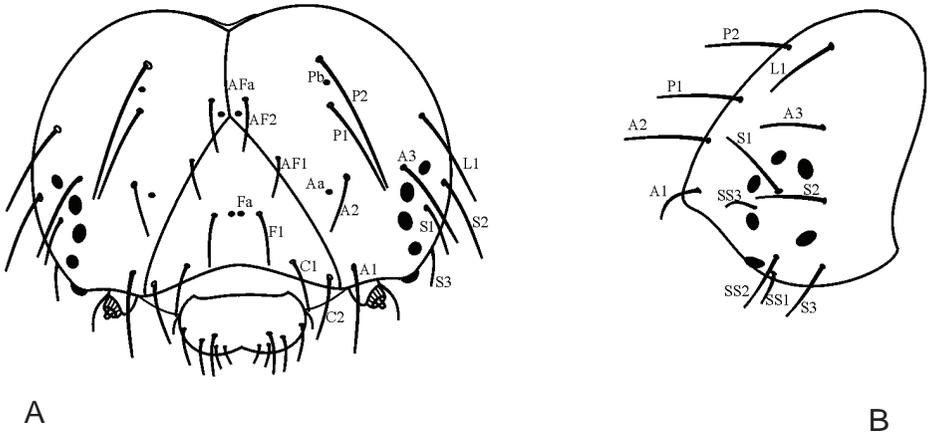


Fig. 3. Esquema de la cabeza del primer estadio de *B. polydamas cubensis* mostrando las setas. A. Vista frontal. B. Vista lateral. Escala 0,5 mm.

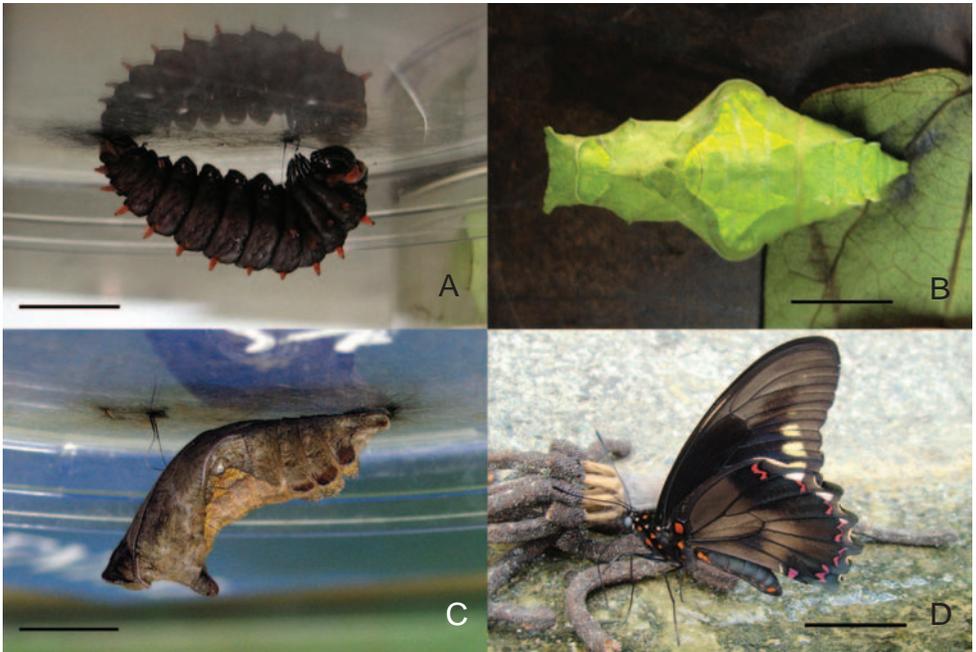


Fig. 4. Prepupa, pupa y adulto de *B. polydamas cubensis*. A. Prepupa en condiciones de laboratorio. B. Vista dorsal de una pupa verde. C. Vista lateral de una pupa parda. D. Adulto tomando nutrientes del suelo. Escala 1 cm.

2. Observaciones conductuales

La mortalidad de los huevos de *B. polydamas cubensis* (n= 402) extraídos del campo fue del 25% entre infertilidad y parasitismo. Responsable de esta última causa fue *Copidosoma* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae), cuyo ciclo de vida dentro del huevo demoró 12 días (n= 6).

La totalidad de las larvas eclosionadas en el laboratorio, lo hizo en el horario comprendido entre 2:00 pm y 8:00 am (n= 117). De ellas, 97 (83%) eclosionaron durante la tarde y la noche, mientras que 20 (17%) lo hizo durante la madrugada o muy temprano en la mañana. El 52% de las que eclosionaron en horas de la tarde o de la noche lo hizo entre las 7:00 pm y las 8:00 pm.

Una vez que las larvas eclosionan, comienzan a ingerir el corion, con la excepción de la porción adherida a la superficie de la planta. Desde el primer estadio larval, *B. polydamas cubensis* desarrolla una conducta gregaria (Fig. 2 A). La exuvia es totalmente devorada por el animal, a excepción de la cápsula cefálica, aún cuando tienen comida fresca en la placa. Durante el primer y segundo estadio, las larvas sólo pueden alimentarse de las regiones más jóvenes de su planta hospedera; en la medida que avanza su desarrollo la tolerancia a regiones con un mayor grado de endurecimiento aumenta. El horario de alimentación es muy amplio y presentan tanto actividad diurna como nocturna.

Battus polydamas cubensis evierte la osmeteria (Fig. 2 D) en diferente grado, desde el primer estadio larval cuando algo las roza sin que ellas se hayan movido, o cuando son sujetadas; sin embargo, después de pocas repeticiones del mismo estímulo, este deja de ser efectivo. Además de proyectar esta glándula, fundamentalmente en los últimos estadios, se yerguen sobre los últimos segmentos abdominales y con el extremo anterior realizan movimientos bruscos hacia delante y hacia atrás.

En los meses de mayo, julio, agosto, octubre y diciembre de 2006, y enero y febrero de 2007, se observaron seis cópulas y siete cortejos de *B. polydamas cubensis*; de estos últimos, sólo uno fue exitoso. Éste no pudo observarse desde el inicio pero permitió determinar la duración de una cópula, desde las 10:45 am hasta las 12:25 pm (1 hora y 40 minutos). Durante este tiempo la pareja fue molestada en varias ocasiones, aparentemente por otros machos de la especie. En el cortejo la hembra mantiene un vuelo estacionario. El macho, con movimientos muy rápidos, vuela alrededor de ella pasando por delante al subir y por detrás al bajar, tan próximo que roza la superficie dorsal de la hembra con su abdomen. Si la hembra se mueve de sitio el macho la persigue y repite lo descrito hasta ser aceptado. Cuando la hembra no acepta al macho, entonces se aleja de forma brusca y cada mariposa vuela en sentido contrario. El cortejo fue observado siempre durante las últimas horas de la mañana y las primeras de la tarde (10:20 am – 2:40 pm).

Las hembras de esta especie depositan sus huevos en grupos apretados (Fig. 2A), por lo general de 6 a 13, aunque se observaron tres puestas de 30 a 35 huevos. La planta hospedera, en las dos localidades de estudio es *Aristolochia bilabiata* L. (Aristolochiaceae) (Fig. 6). La oviposición se observó en cuatro ocasiones, en el horario de 10:00 am a 12:00 m. Se detectó una marcada preferencia por las partes jóvenes de la planta hospedera para esta actividad pues el 85% (n= 55) de las puestas se encontraron en estas regiones. *B. polydamas cubensis*

oviposita específicamente en los tallos jóvenes, con el 74% de las puestas en estos sitios. El 67% de las puestas ($n= 33$) se hallaron a menos de 1,5 metros del suelo (Fig. 7).

La alimentación de los adultos fue una de las actividades de mayor importancia por la frecuencia con que la realizaban. *B. polydamas cubensis* se observó libar en flores de 24 especies de plantas pertenecientes a 10 familias (Tabla 3).

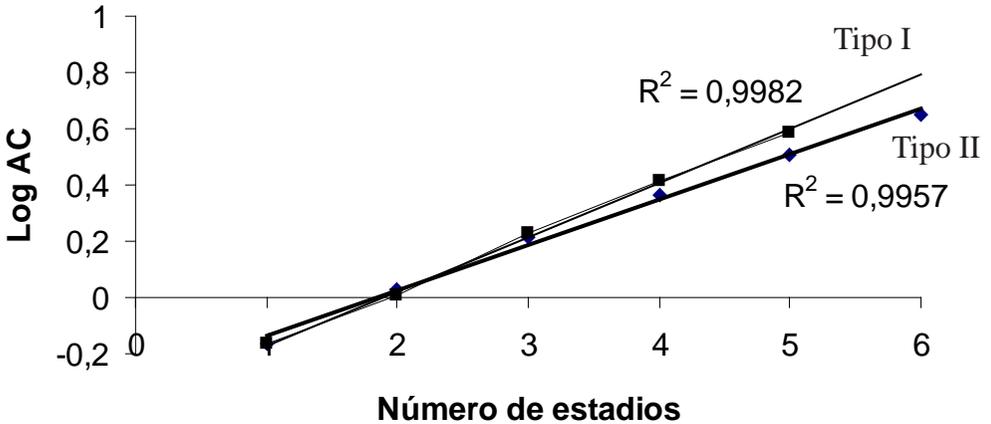


Fig. 5. Ritmo de crecimiento del ancho de la cápsula cefálica (AC) de *B. polydamas cubensis* en larvas con cinco (tipo I) y seis estadios (tipo II) (números de estadios más frecuentes en el estudio).



Fig. 6. *Aristolochia bilabiata* (Aristolochiaceae), planta hospedera de *B. polydamas cubensis* en las localidades de estudio. A. Región vegetativa de la planta enredada en *Acacia farnesiana*, en Boca de Jaruco. B. Planta florecida en la cima de la loma de Boca de Canasí.

DISCUSIÓN

1. Ciclo de vida

1.1. Descripción morfométrica

De forma general, las características del huevo, la larva y la pupa de *B. polydamas cubensis* coinciden con lo registrado en la literatura para otras subespecies de *B. polydamas* (Brown *et al.*, 1981; Scott, 1986; Racheli y Pariset, 1992).

Las diferencias encontradas en el valor del AC en el último estadio de *B. polydamas cubensis* entre individuos con desarrollo tipo I y tipo II, no han sido registradas en trabajos donde se aborda el tema del ciclo de vida de otras especies de lepidópteros (ej. Rodríguez-Loeches y Barro, 2008). Para comprobar este resultado sería necesario aumentar el tamaño de la muestra. No obstante, se ha planteado que en los lepidópteros, un valor determinado de esta medida puede ser el estímulo apropiado en la inducción de la metamorfosis (Chapman, 1998), o sea, que existe un valor mínimo de AC que el individuo debe alcanzar para pupar. Lo anterior no contradice el hecho de que existan individuos que sobrepasen este valor y presenten diferencias con otros que lo alcancen de manera más discreta.

Sobre las diferencias halladas en cuanto a las variables morfométricas LCP y ACP entre las pupas diapausantes y no diapausantes, no se encontraron antecedentes en la literatura. Una posible explicación pudiera ser la mayor cantidad de reservas que debe almacenar la pupa diapausante, con respecto a la no diapausante, que le permita resistir la duración de este tipo de desarrollo.

1.2. Duración de los estadios inmaduros

La duración del período embrionario de *B. polydamas cubensis* (cuatro días) no coincide con la observada por Muyschondt (1974) en la subespecie continental *B. p. polydamas* (seis días, n= 7), aunque en ambos casos se realizaron observaciones en el mismo mes (junio). Esto puede estar relacionado con diferencias en las condiciones climáticas entre los años, diferencias en la historia natural de ambas subespecies o estar relacionado con el pequeño tamaño de la muestra en el estudio de Muyschondt (1974), lo cual puede ocultar una mayor variación en la duración de esta fase del desarrollo.

Las diferencias observadas en la duración del período larval completo durante los meses de julio a octubre de 2006, con respecto a los meses de diciembre de 2006 a febrero de 2007, y en el número de estadios larvales que tuvo cada grupo, pueden tener relación con la forma en que se criaron las larvas. En el primer grupo se individualizaron desde el segundo estadio larval mientras que en el segundo, sólo se individualizaban si algún individuo se desfasaba en el desarrollo con respecto al resto. De esta forma, nuestra explicación al desarrollo más rápido de los individuos eclosionados en diciembre es la condición gregaria de sus larvas, que según muchos autores es ventajosa. Entre estas ventajas mencionan que incrementa la tasa de desarrollo y lo sincroniza (Stamp, 1980; Matsumoto, 1989; Reader y Hochuli, 2003), maximiza el uso de recursos (Le Masurier, 1994) y acelera el crecimiento de la larva pues incrementa la calidad de la planta (Fordyce, 2003).

La tendencia a la diapausa de las pupas pardas concuerda con lo hallado por Sims y Shapiro (1983b), pues este color se relaciona más con este fenómeno que los colores verdes. En este aspecto se debe tener en cuenta que tanto la diapausa como el color de la pupa están bajo control neuroendocrino y, por tanto, pueden estar relacionadas (Sims y Shapiro, 1983b).

La mayoría de las pupas diapausantes se obtuvieron a partir del mes de diciembre, en el cual las plantas hospederas comienzan a observarse con menos calidad ya que presentan más tallos endurecidos y pocos retoños. Estos resultados apoyan la teoría de que la diapausa contribuye a que los insectos eviten condiciones climáticas desfavorables que puedan influir en la calidad de su planta hospedera y en la abundancia limitada de flores para los adultos (Brown *et al.*, 1981). Además, también concuerdan con que la temperatura, la calidad del alimento o ambos son factores que determinan la inducción de la diapausa (Sims y Shapiro, 1983a). En la antigua Estación Experimental Agronómica de Santiago de Las Vegas (hoy INIFAT) en nuestro país, en el año 1918, se obtuvieron resultados semejantes a los nuestros cuando larvas de esta especie, que puparon en noviembre de ese año emergieron en abril del siguiente. Estas notas se encuentran en la tarjeta número 8260 que pertenece al tarjetero de esta estación, depositado en la colección entomológica del IES.

Aunque varios autores mencionan el fotoperíodo como un factor que interviene en la regulación del ciclo de vida de los insectos (Hazel y West, 1983; Kato, 2005), es posible que para aquellos que habitan los trópicos o cerca de estos, donde los cambios estacionales son menos bruscos que en regiones templadas, la diapausa sea insensible al fotoperíodo (Sims y Shapiro, 1983a). De cualquier manera, durante todo el tiempo que duró este estudio fue implantado el mismo fotoperíodo de 15 horas de luz y nueve de oscuridad, que según Hazel y West (1983) permite la expresión de las dos alternativas: pupas verdes y pardas, y con ello no favorece especialmente el desarrollo de pupas diapausantes.

Como parte de nuestros resultados, la duración de la fase crisálida cuando hubo diapausa, tuvo diferencias significativas entre las pupas de diferentes colores, el promedio en días de las verdes fue menor que el de las pardas. Esta diferencia en el tiempo de desarrollo en pupas diapausantes fue relacionada por Sims y Shapiro (1983 a) con la temperatura y no con el color de la pupa. Estos autores obtuvieron que a altas temperaturas, se favorece el desarrollo continuo en las pupas, aunque algunas entran en diapausa, lo cual sugiere que tanto el inicio como la duración de la diapausa están también bajo control genético (Sims, 1983).

2. Observaciones conductuales

De forma general, varios autores se refieren a los representantes del género *Aristolochia* como las plantas hospederas de los integrantes de la tribu Troidini (Brown *et al.*, 1981; Tyler *et al.*, 1994). No obstante, existen diferencias interespecíficas en la composición nutricional de las plantas (Matsumoto *et al.*, 1993), que además de influir en el tamaño de la puesta de la hembra, pudieran hacerlo en la selección de la planta hospedera. En Cuba existen 15 especies de *Aristolochia*, de las cuales ocho son endémicas (Rankin, 1998). Éste constituye el primer registro de *Aristolochia bilabiata*, una de las especies presentes en occidente, como planta

hospedera de *B. polydamas cubensis*.

La segregación vertical de los huevos en la planta hospedera está muy relacionada con el tipo de vegetación que predomina en Boca de Jaruco ya que *A. bilabiata* es una planta trepadora. En el área abundan los arbustos de menos de dos metros por lo que ésta es la altura más común a la que llega *A. bilabiata*. Por lo anterior, no sorprende que la mayoría de las puestas hayan sido encontradas a menos de un metro y medio del suelo. Al igual que se ha descrito para *B. polydamas*, las regiones más jóvenes de la planta hospedera son utilizadas, en mayor proporción que las otras, para depositar los huevos (Scott, 1986). Esto constituye una ventaja para las larvas pues durante los primeros estadios, fundamentalmente el primero, sólo pueden alimentarse de estas regiones.

La oviposición en grupos apretados y el desarrollo de sus larvas en forma gregaria puede influir en su gran abundancia. Este comportamiento constituye una ventaja en insectos aposemáticos, pues reduce la tasa de ataques de una variedad de enemigos naturales (Stamp, 1980; Reader y Hochuli, 2003).

En función de los recursos tróficos utilizados, *B. polydamas cubensis* parece ser una especie generalista, por la gran cantidad de fuentes de néctar que explota y el comportamiento de alimentarse del fango que fue observado en dos ocasiones (Fig. 4D). En relación al color de la flor como atrayente, se ha planteado que las especies de este género prefieren los tonos rosados y amarillos (Racheli y Pariset, 1992) lo cual confirman nuestros resultados. Los tonos blancos y amarillos fueron muy visitados por *B. polydamas cubensis* (Tabla 3), aunque debe señalarse que estos tonos eran más abundantes que otros como el morado o el rojo, preferidos por otra especie de papiliónido de Cuba: *Parides gundlachianus* (Hernández *et al.*, 1995). Se registraron tres nuevas familias de plantas donde liban los adultos de *B. polydamas cubensis* (Acanthaceae, Cucurbitaceae y Esterculiaceae).

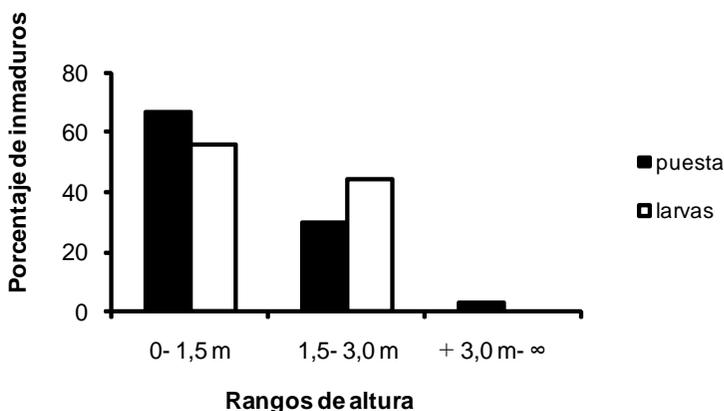


Fig. 7. Distribución vertical de las puestas y de las larvas de *B. polydamas cubensis* en la planta hospedera *Aristolochia bilabiata*, entre junio de 2006 y enero de 2007, en Boca de Jaruco y Boca de Canasí, La Habana.

Tabla 3. Fuentes de néctar utilizadas por los adultos de *B. polydamas cubensis* en las localidades de Boca de Jaruco* y Boca de Canasí**, La Habana, durante el período comprendido entre marzo de 2006 y marzo de 2007.

Fuentes de néctar	Color de la flor
Acanthaceae	
* <i>Ruellia nudiflora</i> (Engelm. et Gray) Urb.	Morado
** <i>Ruellia tuberosa</i> L.	Morado
Apocynaceae	
** <i>Plumeria tuberculata</i> Lodd	Blanco
* <i>Vinca minor</i> L.	Rosa- Morado
Asteraceae	
** <i>Bidens pilosa</i> L.	Amarillo
* <i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King et H. Robinson	Blanco
* <i>Melanthera hastata</i> (Walt.) L. C. ex Michx.	Amarillo
** <i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Priski	Amarillo
Boraginaceae	
* <i>Borreria succulenta</i> Jacq.	Blanco
*** <i>Cordia globosa</i> L.	Amarillo
*** <i>Heliotropium angiospermum</i> Murray	Blanco
* <i>Tournefortia hirsutissima</i> L.	Blanco
Convolvulaceae	
* <i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd) Choisy	Morado
* <i>Merremia dissecta</i> (Jacq) Hall. f.	Blanco
* <i>Turbina corimbosa</i> (L.) Hall.	Blanco
Cucurbitaceae	
* <i>Cucumis dipsacus</i> Ehnrenb. ex Spach.	Amarillo
Esterculiaceae	
* <i>Waltheria americana</i> L.	Amarillo
Malvaceae	
* <i>Malvastrum corchorifolium</i> (Sesr.) Britton	Amarillo
Rubiaceae	
** <i>Hamelia patteni</i> Jacq.	Rojo
*** <i>Morinda royoc</i> L.	Blanco
Verbenaceae	
* <i>Duranta erecta</i> L.	Morado
*** <i>Lantana aculeata</i> L.	Blanco
*** <i>Lantana camara</i> L.	Amarillo- Rojo
*** <i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	Morado

REFERENCIAS

- Alayo P. D. y L. R. Hernández. 1987. Atlas de mariposas diurnas de Cuba (Lepidoptera: Rhopalocera). Científico -Técnica, La Habana. 148 pp.
- Alayón G. y E. Solana. 1989. Lista de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) colectadas en la Reserva de la Biosfera Cuchillas del Toa (Holguín- Guantánamo), Cuba. *Garciana*. 7: 2- 4.
- Brown K. S. Jr; A. J. Damman y P. Feeny. 1981. Troidine Swallowtails (Lepidoptera: Papilionidae) in Southeastern Brazil: Natural History and Foodplant Relationships. *J. Res. Lepid.*. 19 (4): 199- 226.
- Chapman R. F. 1998. The insects: structure and function. 4th edition, Cambridge Univ. Press, Cambridge. 770 pp.
- Fordyce J. A. 2003. Aggregative feeding of pipevine swallowtail larvae enhances host plant suitability. *Oecologia*. 135: 250- 257.
- GraphPad InStat. 1998. InStat Prism, version 3.01 from GraphPad Prism (<http://www.graphpad.com>). (revisado en junio, 2007)
- Hazel W. N. y D. A. West. 1983. The effect of larval photoperiod on pupal colour and diapause in swallowtail butterflies. *Ecol. Entomol.*, 8: 37- 42.
- Hernández L. R.; G. Alayón y D. S. Smith. 1995. A new subspecies of *Parides gundlachianus* from Cuba (Lepidoptera: Papilionidae). *Tropical Lepid.*, 6 (1): 15-20.
- Hinton H. E. 1946. On the homology and nomenclature of the setae of lepidopterous larvae, with some notes on the phylogeny of the Lepidoptera. *Trans. R. Entomol. Soc. London*. 97: 1 -37.
- Kato Y. 2005. Geographic variation in photoperiodic response for the induction of pupal diapause in the *Aristolochia*- feeding butterfly *Atrophaneura alcinous*. *Appl. Entomol. Zool.*, 40 (2): 347- 350.
- Knowles D. O. y D. S. Smith. 1995. First records of *Parachoranthus magdalia* (Hesperiidae) from the Bahamas, and extensión of the bahamian range of *Battus devilliers* (Papilionidae). *J. Lep. Society* 49 (1): 91- 94.
- Le Masurier A. D. 1994. Cost and benefits of egg clustering in *Pieris brassicae*. *J. Anim. Ecol.*, 63: 677- 685.
- Matzumoto K. 1989. Effects of aggregation on the survival and development on different host plants in a papilionid butterfly, *Luehdorfia japonica* Leech. *Jpn. J. Ent.*, 57 (4): 853- 860.
- Matzumoto K, F Ito e Y. Tsubaki. 1993. Egg cluster size variation in relation to the larval food abundante in *Luehdorfia puziloi* (Lepidoptera: Papilionidae). *Res. Popul. Ecol.*, 35: 325- 333.
- Muyshondt A. 1974. An unusually long pupal stage in *Battus polydamas polydamas* L. (Papilionidae). *J. Lepid. Soc.*, 28 (2): 174- 175.
- Núñez, R. y A. Barro. 2003. Composición y estructura de dos comunidades de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) en Boca de Canasí, La Habana, Cuba. *Biología* 17 (1): 8-17.

- Racheli T. y L. Pariset. 1992. Il genere *Battus*. Tassonomia e Storia Naturale. Frangm. Entomol. 23 (Suplemento). 163 pp.
- Rankin R. 1998. Aristolochiaceae, Fascículo 1/2. Serie A: Plantas Vasculares. Flora de la República de Cuba. Koeltz Scientific Books. Germany. 39 pp.
- Reader, T. y D. F. Hochuli. 2003. Understanding gregariousness in a larval Lepidopteran: the role of host plant, predation and microclimate. Ecological Entomology. 28: 729- 737.
- Rodríguez-Loeches L. y A Barro. 2008. Life cycle and immature stages of the arctiid moth *Phoenicoprocta capistrata*. 13 pp. J. Insect Sci. 8:05. Available online: insectscience.org/8.05
- Scott J A. 1986. The butterflies of the North America. Standford Univ. Press, California. 583 pp.
- Sims S. R. 1983. Prolonged diapause and pupal survival of *Papilio zelicaon* Lucas (Lepidoptera: Papilionidae). J. Lepid. Soc. 37 (1): 29- 37.
- Sims, S. R. y A. M. Shapiro. 1983a. Pupal diapause in *Battus philenor* (Lepidoptera: Papilionidae). Ann. Entomol. Soc. America 76 (3): 407- 412.
- Sims, S. R. y A. M. Shapiro. 1983b. Pupal colour dimorphism in California *Battus philenor*: pupation sites, environmental control, and diapause linkage. Ecol. Entomol. 8: 95- 104.
- Smith D. S.; L. D. Miller y J. Y. Miller. 1994. The butterflies of the West Indies and South Florida. Oxford University Press, London. 264 pp.
- Stamp N E. 1980. Egg deposition patterns in butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? American Naturalist 115 (3): 367- 380.
- Stehr F. W. 1987. Order Lepidoptera, pp 288 -331. In F W Stehr (ed.) Immature Insects. Kendall /Hunt Publishing Co., Dubuque.
- Tyler H A.; K. S. Brown Jr. y K. H. Wilson. 1994. Swallowtail butterflies of the Americas. A study in Biological Dynamics, Ecological Diversity, Biosystematics and Conservation. Scientific Publishers, USA. 376 pp.
- Winter, W. D. 2000. Basic techniques for observing and studying moths and butterflies. Mem. Lepid. Soc., 5: 1-444.