

BIOLOGIA Y CONSERVACION DE *MORPHO SULKOWSKYI* EN COLOMBIA (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE: MORPHINAE)

MARÍA DOLORES HEREDIA¹ Y HUMBERTO ALVAREZ-LÓPEZ²

¹ Carrera 76A, 9A-34, Cali, Colombia

² Universidad del Valle, Depto. de Biología, A. A. 25360, Cali, Colombia

RESUMEN.— El presente trabajo describe por primera vez el ciclo de vida de *Morpho sulkowskyi*, en la Cordillera Central (2500 m), Departamento de Antioquia, Colombia. Esta mariposa pone en promedio 16 huevos agrupados, sobre hojas de *Chusquea* aff. *scandens* (Poaceae), una planta pionera abundante en claros y sotobosque próximo a cursos de agua. Se estima que la actividad de oviposición tiene un máximo en diciembre, al comienzo de la época seca más larga del año. Avispas parasitoides del género *Ooencyrtus* (Encyrtidae) afectaron el 80% de las posturas encontradas. En comparación con las larvas de otras especies de *Morpho* destacamos para *M. sulkowskyi* la presencia de un par de pequeños cuernos epicraneales y los mechones de setas característicos del género en mayor número de segmentos que en las demás especies estudiadas. Desde el primer instar se observa la glándula cervical y desde el tercer instar los mechones dorsales de A1, involucrados en la glándula de acicalamiento. La notable duración del ciclo, de aproximadamente seis meses, puede ser debida a las bajas temperaturas y/o a la baja calidad nutricional de la planta huésped. Comportamientos tales como la construcción de camas gregarias, actividad nocturna, movimientos bruscos de cabeza, exposición de la glándula cervical, regurgitación y coloración aposemática, podrían servir para evitar parasitoides y depredadores durante el prolongado período larval. A pesar de la abundancia de la planta huésped, la población de adultos es baja debido posiblemente a limitaciones en sus recursos nutricionales espacial y temporalmente dispersos y cuya disponibilidad se ve afectada por la degradación de los fragmentos de bosque. Se sugiere que el mantenimiento y el fomento de corredores boscosos a lo largo de los cursos de agua contribuiría a la conservación de *M. sulkowskyi* y de muchas otras especies de mariposas que comparten este habitat.

ABSTRACT.— We provide the first description of the life cycle of *Morpho sulkowskyi*, in the Cordillera Central (2500m), Department of Antioquia, Colombia. Eggs are laid on the leaves of *Chusquea* aff. *scandens* (Poaceae). Comparison is made with immature stages of other species of *Morpho*. Behavior and conservation of the species in Colombia are discussed.

KEY WORDS: Andes, Antioquia, aposematic, behavior, defence mechanisms, eggs, Encyrtidae, glands, hostplants, Hymenoptera, larva, life cycle, morphology, Neotropical, parasitoids, Poaceae, pupa, Satyrinae, South America.

Morpho sulkowskyi Kollar, 1850, una de las mariposas neotropicales más espectaculares, se extiende desde Colombia hasta Perú (D'Abbrera, 1984). Junto con *M. rhodopteron* (Godman y Salvin, 1880), endémica de la Sierra Nevada de Santa Marta, son las únicas especies del género que viven por encima de los 2000 m en Colombia (Vélez y Salazar, 1991). Se distribuye a lo largo de las tres cordilleras andinas (Schultze, 1928; Salazar, 1998) y en nuestra área de estudio es un componente típico y el más llamativo de la fauna de mariposas asociada a corredores de vegetación a lo largo de cursos de agua.

Debido a su coloración recibe nombres como "Conchanácar", "Nacarada" (Velez y Constantino, 1989) y "Plateada", este último dado por los indígenas de Dintel (Depto. de Cundinamarca) en la Cordillera Oriental (Schultze, 1928). Dorsalmente los machos tienen coloración estructural azul nacarado, en tanto que las hembras, con visos azules más débiles, carecen de iridiscencia en las áreas marginales y submarginales de ambas alas. Ventralmente ambos sexos son crema, con tonos marrones en bandas y ocelos, más oscuros en las hembras (Fig. 1, 11). Este diseño las hace difíciles de detectar mientras están reposando en la vegetación (obs. pers.).

Durante muchos años se ha sospechado que las larvas de *M. sulkowskyi* se alimentan de hojas de bambúes de los altos Andes tropicales (*Chusquea* spp., Poaceae), conocidos vulgarmente como "chusques", ya que los adultos de ambos sexos patrullan regularmente áreas en donde son abundantes las plantas de dicho género y, además, se ha observado oviposición en estas plantas (Schultze, 1928; Salazar, 1998). Sin embargo, a pesar de su extenso areal, de su gran atractivo para entomólogos y colectores de mariposas y de que fué descrita hace ya 148 años, no se conocen los aspectos fundamentales de su historia natural.

En el presente trabajo aportamos las primeras observaciones para *M. sulkowskyi* sobre tamaño y tipo de postura, parasitismo de

huevos, morfología y comportamiento de los estados inmaduros, planta nutricia y duración del ciclo de vida. Además, comparamos dichas características con las equivalentes en otras especies del género *Morpho* y discutimos algunos aspectos de su conservación.

AREA DE ESTUDIO

Hicimos la mayoría de nuestras observaciones en la ladera noroccidental del Valle de Aburrá, en las quebradas Minitas y La García del corregimiento de San Félix (6°21'46" N, 75°36'18" W), municipio de Bello, departamento de Antioquia, a alturas sobre el nivel del mar entre 2400 y 2500m. La región corresponde a la Zona Natural de Vida bosque húmedo Montano Bajo en el sistema de Holdridge (Espinal, 1964). El promedio de precipitación anual para los años 1994 a 1997 fue de 1650mm (máx. 2674mm; mín. 1101 mm). Se presentan dos épocas relativamente secas, la primera entre diciembre y marzo, con una precipitación total inferior a 18% del promedio anual, y una segunda más moderada (27% del promedio anual) entre junio y agosto (J. Trujillo, com. pers.). Las épocas más lluviosas son abril-mayo y septiembre-octubre. Durante los períodos de trabajo de campo la temperatura promedio fue de 16°C (mín. 9°C, máx. 23°C).

Gran parte de la región está destinada a pastos para lechería, con excepción de una reforestación comercial en el área de La García. Sólo subsisten algunos estrechos corredores de vegetación secundaria, en distintas etapas de sucesión, a lo largo de las cañadas de pendientes más inclinadas, así como en algunas franjas entre plantaciones comerciales de coníferas (*Pinus patula* y *Cupressus lusitanica*) y de eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *E. viminalis*). En las cañadas menos intervenidas el dosel, muy discontinuo, alcanza de 8 a 15m y está conformado principalmente por *Quercus humboldtii*, *Billia colombiana*, *Eschweilera antioquiensis* y *Weinmannia*

spp. El sotobosque está dominado por *Chusquea* aff. *scandens*, aunque son abundantes arbustos como *Clusia* spp., *Schefflera uribei*, *Inga* spp, *Palicourea* sp., y arbolitos de las especies más comunes del dosel. El chusque es abundante en el sotobosque en la vecindad inmediata de las quebradas e invade rápidamente los claros producidos por caídas de árboles y las áreas afectadas por derrumbes.



Fig. 1. *Morpho sulkowskyi*, macho (arriba) y hembra (abajo).

METODOS

Entre diciembre de 1994 y abril de 1998, durante los períodos diciembre-enero (20 días), julio-agosto (30 días) y abril-marzo (7 días), observamos el comportamiento de los adultos e inspeccionamos minuciosamente los chuscales a lo largo de las quebradas en busca de huevos y larvas. Los estados inmaduros se colectaron con el sustrato original, se mantuvieron a la sombra y a la temperatura ambiente en frascos de vidrio y recibieron alimento *ad libitum*. Debido a lo limitado de nuestra estadía en el área de estudio, fue necesario llevar algunas larvas al laboratorio en Cali (1000m, temperatura promedio 25°C), con alimento refrigerado y envuelto en papel húmedo. En estas condiciones el chusque se conservó fresco hasta por 20 días, después de los cuales las hojas amarillaron y se

desprendieron. Debido a la ausencia de la planta nutricia en las inmediaciones de Cali, sustituimos el alimento original por otras especies de *Chusquea*. Tanto en el área de estudio como en el laboratorio, las larvas estuvieron sometidas al fotoperíodo normal (aproximadamente 12:12).

Todos los estadios fueron observados y medidos in vivo con ayuda de un estereomicroscopio (15-20X) provisto de retícula con precisión de 0.1 y 0.05mm (Tabla 1; Fig. 18). En la terminología morfológica y quetotaxia seguimos a Peterson (1960) y a Stehr (1987), respectivamente. Algunas larvas que murieron, los epicrános, las exuvias de las pupas y los parasitoides de huevos, fueron preservados y depositados en el Museo de Entomología de la Universidad del Valle. Se consignaron especímenes de la planta nutricia en el Herbario de la Universidad del Valle.

Debido a que en ningún caso fue posible seguir el desarrollo desde huevo hasta adulto, estimamos la duración total del ciclo a partir de la duración observada de los instares individuales. Para el primero y segundo instares nos apoyamos parcialmente en información publicada sobre otras especies del género (Tabla 2).

RESULTADOS

Huevos (Fig. 2-3).— Todas las posturas se encontraron en *Chusquea* aff. *scandens*, en bosques secundarios densos a orillas de las quebradas, a menos de 1.5m sobre el suelo y, en una oportunidad, a unos 50cm sobre el agua. A pesar de búsquedas intensivas, no encontramos huevos ni larvas en chuscales expuestos al sol. *Morpho sulkowskyi* oviposita sobre el haz y cerca del ápice de la hoja, tanto en hojas viejas como jóvenes; la única postura viable la encontramos sobre una hoja seca, parcialmente comida.

Sólo una postura de 15 huevos, encontrada el 28 Diciembre 1995, produjo larvas que emergieron en el laboratorio. Las otras cuatro posturas encontradas fracasaron por parasitismo de himenópteros *Ooencyrtus* (Encyrtidae). El tamaño promedio de postura fue de 16.4 huevos (n=5, máx. 19, mín. 14). Los huevos, de forma hemisférica y textura lisa, siempre están agrupados haciendo contacto unos con otros. Miden 1.8mm de diámetro y 1.2mm de altura, tienen color crema con tapa marrón oscuro en la región del micropilo, anillo marrón oscuro incompleto en la parte media y anillo completo marrón claro en la base (Fig. 2).

El 9 Enero 1996 todos los huevos de la postura exitosa cambiaron a marrón rojizo. La mancha marrón del micropilo se extendió lateralmente y en su centro se observó un círculo pequeño color ceniza. Desapareció el anillo incompleto de la parte media y aparecieron líneas verticales discontinuas de color marrón, formando un diseño similar al descrito por DeVries (1987) para *M. cypris*. Dos días antes de la eclosión el corion se hizo transparente y fue posible ver la cabeza con sus numerosas setas y el diseño dorsal del cuerpo, crema y rojizo, también con setas. La primera larva emergió 16 días después de encontrados los huevos y por el aspecto de éstos el día de su colecta, comparados con los descritos para otras especies de *Morpho*, estimamos que fueron puestos 3 o 4 días antes, lo cual nos da una duración tentativa de 19 ó 20 días para la etapa de huevo.

Larvas

Primer instar (Fig. 3). La larva recién emergida mide 4.0-4.2mm de largo (n=12). Cabeza marrón oscura con abundantes setas negras, más ancha que el cuerpo, textura punteada y forma triangular (Fig. 17). De su vértice superior se proyectan hacia atrás dos cuernos triangulares, en dirección casi paralela al cuerpo. Una corona de setas negras bordea todo el epicráneo hasta la región mandibular, pero es más concentrada en el área de los cuernos, alrededor y anterior a éstos. Las setas son curvadas hacia delante y distalmente se dividen en dos filamentos más finos.

El cuerpo tiene los segmentos divididos externamente en anillos: dos en T-1, cinco en T-2 y T-3 (uno central más ancho que los dos cefálicos y los dos caudales que son de igual tamaño) y desde A-1 hasta A-8 tres anillos en cada segmento (uno cefálico más ancho y dos caudales de igual tamaño, más estrechos); A-9 y A-10 no presentan anillos. Es de color crema y tiene una banda dorsal marrón rojiza que también se extiende subdorsalmente en el tórax. Sobre el centro de la banda dorsal, discurre una línea blanca discontinua que va desde los dos anillos finales de A-2 hasta A-3 y desde finales de A-5 hasta A-6; A-10 es blanco. Ventralmente el tórax es marrón rojizo y el abdomen crema.



Fig. 2-9. *Morpho sulkowskyi*: 2) huevos; 3) huevos próximos a la eclosión y primer instar; 4) segundo instar; 5) tercer instar; 6) cuarto instar y larva pasando al 4º instar; 7) quinto instar, primera fase; 8) quinto instar, segunda fase; 9) prepupa.

TABLA 1. Características morfométricas de *Morpho sulkowskyi*, en milímetros (? : sin dato; entre paréntesis, desviación estándar).

	Instar 1	Instar 2	Instar 3	Instar 4	Instar 5
EPICRANEO					
	n=4	n=2	n=5	n=4	n=4
ancho	1.18 (0.02)	2.6	3.52 (0.24)	4.27 (0.17)	6.05 (0.10)
alto	1.21 (0.02)	2.95	4.16 (0.33)	5.17 (0.15)	7.0
CUERNOS (Fig.18)					
separación en su base	0.38 (0.02)	0.8	1.15 (0.10)	1.28 (0.07)	
separación en sus extremos	0.42 (0.02)	1.25	1.65 (0.10)	1.71 (0.19)	
altura	0.31 (0.04)	0.47	0.59 (0.05)	0.53 (0.07)	
LARVAS					
longitud mínima	4-4.2	?	17.5-18	27-30	35-37
longitud máxima	?	17-18	27-30	35-37	41-45

Las setas se levantan de pináculos y se distribuyen a lo largo del cuerpo a ambos lados de la línea media dorsal. Así, en T-2 y T-3 hay tres setas negras gruesas en el tercer anillo, las más largas (1.35mm) dirigidas hacia delante. Desde A-1 hasta A-8 las setas se curvan hacia atrás y en cada anillo ancho hay cuatro setas, 2 dorsales anteriores, negras, y 2 supraespiraculares posteriores, blanquecinas. En el segundo anillo de cada uno de estos segmentos hay dos setas subdorsales, de menor diámetro que las dorsales y también negras.

Las setas miden aproximadamente 1mm, con excepción de A-1 y A-2, donde son más cortas (0.65mm). A-9 tiene cuatro setas y A-10, dorsalmente en su porción anterior, tiene un par de setas negras y detrás de éstas un grupo de tres setas a cada lado. No se aprecia bifurcación anal. Lateralmente también hay abundantes setas blancas subespiraculares de 0.65mm, curvadas hacia abajo. Después de la primera semana comienza a apreciarse una banda crema amarillenta subdorsal y el color marrón rojizo dorsal presenta inclusiones laterales en los segmentos A3-A7.

Al eclosionar, las larvas rompieron el corion y dejaron una pequeña tapa circular correspondiente al domo opercular que algunas larvas consumieron parcialmente y otras totalmente. Durante los dos primeros días las larvas raspan el parénquima de las hojas para alimentarse y al tercer día ya producen muescas diminutas en el borde de las hojas, preferentemente hacia el ápice. A diferencia de los últimos instares son activas durante el día. Todas las larvas de la única postura exitosa murieron antes de mudar.

Segundo instar (Fig. 4). Examinamos 4 larvas. Cabeza de forma triangular más ancha que el cuerpo; cuernos de forma triangular lateralmente convexos, más visibles desde atrás y anteriormente ocultos por las setas. Es de color marrón oscuro con áreas amarillentas en un triángulo paralelo alrededor de la línea ecdisial y en otro triángulo interno a la frente; también hay un área más clara alrededor de los stemmata. Todo el epicráneo está esculpido con puntos y círculos; estos últimos casi no se observan en la frente y en las áreas claras alrededor de ésta y de los stemmata. Las setas que cubren la frente así como la región mandibular son cortas, marrón-claro, suaves y plumosas, dispersas entre ellas también se observan algunas setas rosadas. Alrededor de esta área hay gran cantidad de setas intermedias rosadas y plumosas. En la periferia de la cabeza se aprecian intercaladas setas rosadas largas y plumosas, setas rosadas largas flexibles de mayor diámetro y setas más cortas rígidas y de mayor diámetro. Todas estas setas se dirigen hacia delante y le dan un aspecto rojizo a la cabeza.

El cuerpo tiene una banda negra dorsal con una línea central blanca discontinua que ocupa todo el tórax, A2-A3 y A5-A6. En el tórax y A1, la banda negra se extiende subdorsalmente e incluye una banda blanca discontinua a cada lado y limita con una banda amarilla espiracular. Desde A2 hasta A9 a la banda negra dorsal le sigue una banda blanca subdorsal estrecha y una amarilla supraespiracular, más ancha. Además, la banda negra presenta inclusiones laterales perpendiculares en los segmentos A4 y A5, y desde A2 a A7 se proyecta en cada segmento con líneas sesgadas hasta la banda amarilla. Las regiones subespiracular y ventral son verdosas con excepción del área del tórax que es ventralmente marrón rojizo.

Muchas de las setas secundarias a partir de este instar aparecen como mechones ("tufts") en verrículas, los del tórax dirigidos hacia la cabeza y los del abdomen hacia atrás. Protórax con setas blancas distribuidas alrededor

del segmento más cortas que las de T2 y T3, que son mechones subdorsales poco densos de setas largas blancas. En A4 y A5 hacia la mitad del primer anillo de cada segmento, sobre mancha blanca, hay un par de mechones rosa oscuro, con una seta central blanca más larga y gruesa. A7 tiene un par de mechones más cortos y menos densos que los anteriores, hacia el final del primer anillo del segmento. A8 es intermedio en espesor y longitud entre A4-A5 y A7, con algunas setas blancas intercaladas. A9 con setas rosa dispersas a lo ancho del segmento. Sólo con 10X se alcanza a observar debajo de las setas blancas largas del borde un par de bifurcaciones incipientes en A10. También en este segmento hay setas rosa, dispersas y cortas. En la región subespiracular y ventral hay setas blancas largas y cortas, curvadas lateralmente. Los crochets de A3-A6 en mesoserias triordinales y en A10 un círculo triordinal incompleto en la región caudal.

Las larvas construyen camas uniendo hojas con seda y permanecen en ellas mientras están inactivas (Fig. 4). Se alimentan principalmente de noche, aunque también pueden hacerlo durante el día. La duración de la premuda de segundo a tercer instar es de tres días.

Tercer instar (Fig. 5). Examinamos 5 larvas. Cabeza muy similar al 2º instar, pero el epicráneo de frente contiene una menor densidad de setas intermedias rosadas plumosas y una mayor concentración hacia la periferia de las setas rígidas de mayor diámetro, que en este instar son de color marrón y rosado. Además, por detrás del epicráneo y hacia los lados de los stemmata aparecen unas setas crema flexibles y largas.

La banda dorsal negra del segundo instar, a la altura del tórax y de A1 es ahora de color marrón rojizo y en el resto de los segmentos casi negra, aunque con visos rojizos. A9 es marrón rojizo y A10 es blanco. La banda supraespiracular amarilla tiene interrupciones sesgadas, con bordes proyectados de la franja oscura dorsal e inclusiones verdosas de la región subespiracular. Además en A4 y A5 se dan a cada lado penetraciones oscuras perpendiculares de la franja dorsal, hacia el final del primer anillo ancho. Los espiráculos elípticos de color marrón claro, desde A1 hasta A8 quedan sobre una pequeña banda diagonal amarilla.

Las setas largas y blancas de T2 y T3 se combinan con unos mechones internos cortos y rosados. En el primer anillo de A1 hay un par de mechones muy cortos, marrón oscuros y en el segundo anillo se aprecia setas marrón rojizas, cortas y muy laxas. En A4 y A5 las setas rosadas están mezcladas en su posición anterior con algunas setas blancas que son las más largas. A7 igual que en el 2º instar, pero mezclada con algunas setas blancas anteriores y de color rosa más claro. A8 casi similar a A4 y A5, A9 igual a A7 con algunas setas blancas mezcladas y A10 con setas blancas cortas y largas, mas algunas rosadas cortas y dispersas. Bifurcación anal no muy apreciable.

Las larvas se comportan como en el instar anterior. La duración de este instar es de 20 a 25 días y la duración de la premuda de tercero a cuarto instar es de tres días.

Cuarto instar (Fig. 6). Examinamos 4 larvas. Cabeza marrón-naranja, con sutura epicraneal y áreas adfrontales amarillas. Es ligeramente más ancha que el cuerpo y está esculpida con formas circulares de contornos irregulares repartidas por todo el epicráneo, con excepción del frontoclípeo, el área próxima a la línea ecdisial, la base de los stemmata y las antenas. Además todo el epicráneo está tapizado de puntuaciones con setas secundarias mar-

TABLA 2. Duración en días del ciclo de *Morpho sulkowskyi* y comparación con otras especies (Long. alar en mm; elevación sobre el nivel del mar en metros; ? dato estimado, ver métodos; los números señalados con * corresponden a la duración de todo el periodo larval).

Especie	Long. alar	Elevación	Huevos	L-1	L-2	L-3	L-4	L-5	Pupa	Total	Fuente
<i>M. polyphemus</i>	75-80	0-1800	11	8	9	14	23	35	20	127	Young & Muyschondt, 1972a
<i>M. granadensis</i>	62-77	100-600	16			89*			24	129-136	Young, 1982
<i>M. peleides</i>	64-78	0-1800	11			65*			15	91	Young, 1978
<i>M. amathonte</i>	73-78	400	14	10	18	18	18	23	19	120	Constantino, 1997
<i>M. cypris</i>	62-68	0-700	10-11	17.7	16.9	19.3	35.7	30.3	24-25	155	DeVries & Martinez, 1993
<i>M. sulkowskyi</i>	50-55	2.500	19-20	16?	18?	20-25	28-30	40-45	20-24	161-178	Este trabajo
						120*					
						122-134*					

rón claras, cortas y muy delgadas (20X) con apariencia plumosa que alrededor del epicráneo se vuelven más largas. En la periferia del epicráneo hasta los stemmata y delante de los cuernos hasta aproximadamente 1/3 de la sutura epicraneal, también hay setas duras, las de mayor diámetro, largas y de color marrón claro que a su vez se mezclan con setas rosadas de igual tamaño, delgadas y plumosas en la región de los cuernos y en el área de los stemmata, donde estas setas rosadas son simples y las más largas.

Los stemmata son casi todos del mismo tamaño. Los cuatro primeros se sitúan sobre una mancha marrón oscura y forman un semicírculo; el 5°, con iguales características, se encuentra cerca de la base de la antena y el 6° sin mancha marrón está en línea recta con el anterior y a la mitad de la distancia entre el 4° y 5°.

El cuerpo conserva la banda dorsal color marrón rojizo oscuro, casi negro, pero en T1 se ve más rojiza. En los segmentos abdominales la línea discontinua central es más ancha y amarilla. En la región subdorsal a partir de los dos últimos anillos de A1 se pierde gradualmente el contacto blanco con la banda oscura y se intensifica el color en la banda amarilla. En A8 la banda amarilla subdorsal es casi blanca y desaparece en A9 y A10. Las penetraciones de la banda oscura dorsal se producen sobre los anillos que conforman los segmentos del abdomen. En la región espiracular se observa una línea de color crema sesgada que se interrumpe en cada uno de los segmentos abdominales y sobre ella se sitúan los espiráculos.

Además de los mechones anotados para el instar anterior, en A2 y A3 aparece un par de mechones cortos, pero más largos que los de A1 y poco densos, situados dorsalmente en la mitad del primer anillo de cada segmento y en A6 sucede lo mismo, pero hacia el final del primer anillo del segmento. A10 está cubierto de setas blancas y presenta unas prolongaciones delgadas y cortas de la placa anal con setas cortas rosadas.

En este instar la larva permanece en reposo durante el día en la cama y se desplaza a comer de las hojas periféricas por la noche. La duración de la premuda de cuarto a quinto instar es de cuatro días y la de este instar es de 28 a 30 días.

Quinto instar (Fig. 7). Examinamos 4 larvas. Cabeza ligeramente más ancha que el cuerpo, de color amarillo con mandíbulas marrón oscuro. Toda la cutícula está tapizada de setas cortas y suaves de color marrón claro dorado, un poco más largas y claras en el área de las mandíbulas. Alrededor del epicráneo se aprecia una corona de setas rígidas marrones, las de mayor diámetro, y de dos tamaños, unas más largas que otras. Esta setas están más concentradas en el vértice del epicráneo y lateralmente llegan hasta por encima de los stemmata. En esta región hay otras setas más largas, delgadas y flexibles de color marrón-dorado. Todas las setas están dirigidas anteriormente. Los cuernos han desaparecido totalmente y sólo queda una leve protuberancia.

Este instar presenta dos fases consecutivas de coloración.

Primera Fase: la larva pierde todo lo que tenía de diseño blanco y escasamente le queda la línea tenue central del tórax, que a veces también es amarilla. La banda dorsal negra se interrumpe en el centro con amarillo oro en A2-A3 y A5-A6, lo mismo que en la base de los mechones. Lateralmente la banda amarilla queda ya directamente en contacto con la banda oscura dorsal formando unos óvalos de color oro ribeteados de negro debido a las proyecciones de la banda oscura sobre la amarilla. La región supraespiracular es verdosa con algunas inclusiones de color crema. Toda la región subespiracular y ventral, de color verdoso, está cubierta de abundantes setas curvas blancas (4-5 mm) que le dan un aspecto lanudo. A simple vista ya puede apreciarse mechones desde T2 en todos los segmen-

tos. Esta fase dura de 20 a 25 días y es la más llamativa.

Segunda fase (Fig. 8): cada vez más críptica, tiene el epicráneo amarillo-verdoso y algo de color marrón rojizo en el tórax. La banda central oscura cambia gradualmente a un tono marrón verdoso desvaído, con unas líneas más oscuras a lo largo del contacto con la región amarilla, esta última cada vez más clara y sin contornos. Se pierde la línea crema amarillenta sesgada de los espiráculos y los mechones se ven rosa más claros. Ventralmente pierde el color marrón oscuro del tórax y queda una mancha desvaída entre las patas. Entre las falsas patas aparece una manchita desvaída marrón oscuro. Esta etapa culmina con el estado de prepupa, en el cual la larva es completamente verde, con mechones rosados claros y cabeza verde intenso con setas marrón (Fig. 9). La prepupa dura de 4 a 5 días y la duración completa de este instar hasta comenzar la pupa es de 40 a 45 días.

Pupa (Fig. 10).— Es ovoide con superficie lisa y de color verde uniforme, con excepción de un punto negro en cada extremo de la bifurcación de la cabeza, la cual tiene una longitud de 1.25mm y una separación entre sus extremos de 1.5mm. Desde el cremáster hasta el extremo de la bifurcación tiene una longitud promedio de 25mm (SD=0.99mm, n=4) y un ancho promedio de 11.42mm (SD=0.49 mm, n=4) coincidiendo con A4 y el margen externo del ala, su punto más ancho. Entre A4 y A5 presenta una dilatación que se hace más conspicua y expande dorsalmente cuando el adulto está próximo a emerger. Si se molesta la pupa, ésta se mueve lateralmente con brusquedad desde la dilatación y produce un chasquido audible. A simple vista no son conspicuos los espiráculos. Ventralmente en el segmento A9 a ambos lados de la abertura genital tiene dos pequeños tubérculos marrón claro. No se producen notables cambios en la coloración de la pupa a lo largo de su desarrollo, pero cuando el adulto está próximo a emerger se oscurece el área de los ojos, aparece una banda central negruzca entre los segmentos A5 y A8 y la región de las alas se hace casi blanquecina con el margen externo oscuro.

El cremáster, más largo que ancho, es verde con aspecto granulado y ganchos negros, ligeramente curvado ventralmente y se sitúa en el centro de la cama. Sólo en una oportunidad encontramos una pupa ya vacía en el envés de una hoja de *Clusia*, en un árbol próximo a una mancha de chusque. La moda de la duración de la pupa fué de 22 días (máx. 24, mín. 20, n = 5), tanto para machos como para la única hembra. Los machos emergieron de noche, después de las 2000h y la hembra lo hizo hacia las 1000h.

Glándulas secretoras: Las larvas de *M. sulkowskyi* tienen 2 glándulas secretoras. La glándula cervical, detectada desde el primer instar, es muy conspicua por su color marrón rojizo y por el olor de su secreción. Cuando la larva es manipulada echa la cabeza hacia atrás, levanta las patas y extruye la glándula, que puede quedar expuesta por algunos segundos. Sobre todo en el último instar produce un fuerte olor que no pudimos asociar con ninguno conocido.

La segunda glándula corresponde a la glándula de acicalamiento o "grooming gland" observada en *M. cypris* por DeVries y Martinez (1993). Inicialmente detectamos que una larva que había cambiado recientemente al 4° instar en el campo presentaba una gota de líquido amarillo claro entre el epicráneo y el segmento T1 y pensamos que la secreción podría proceder de algún poro localizado en el par de cuernos epicraneales y luego escurrir entre éstos para depositarse sobre T1, o bien, la secreción podría producirse directamente en T1. Constantino (1997) hizo una observación similar para



Fig. 10-11. *Morpho sulkowskyi*: 10) pupa próxima a la emergencia, vista ventral; 11) hembra recién emergida, vista ventral.

M. amathonte. Sin embargo, después de seguir en el laboratorio 6 larvas cambiando de instar, del 2° al 3°, del 3° al 4° y del 4° al 5° y observar la muda de dos de ellas bajo el estéreo no volvimos a ver la gota en la posición antes mencionada, pero sí observamos en todos los casos, después de la muda, los mechones correspondientes a A1 impregnados y húmedos.

En una oportunidad la gota fue lo suficientemente abundante como para unir los dos mechones de A1 en una sola gota. En otras ocasiones sólo estaban unidas las setas de uno y otro lado de la línea media de A1 como en un cono húmedo. Y en otras, sólo se apreció una gotica pequeña independiente en cada mechón de A1, como si la secreción fuera escasa para unirse y formar una sola gota (Fig. 12), lo que implicaría la presencia de dos poros secretores, uno a cada lado, independiente para cada grupo de setas. En ningún caso la secreción se vió estimulada por perturbación táctil, como sí sucede con la glándula cervical, y desapareció poco tiempo después de la muda. El comportamiento de acicalamiento de la larva asociado a dicha glándula, descrito por DeVries y Martínez (1993) fue observado en algunas larvas pero no en otras.

Comportamiento de las larvas

Las larvas reaccionan bruscamente cuando son tocadas por el observador. Mueven la cabeza hacia la fuente de perturbación, abren las mandíbulas y a los pocos segundos pueden echar la cabeza hacia atrás, levantar las patas y mostrar la glándula cervical. En varias oportunidades, al retirar larvas del grupo de la cama gregaria para seguir su desarrollo en el laboratorio, produjeron una descarga oral consistente en una gota de líquido verdoso.

En todos los instares las larvas ingieren la muda (aunque no todos los individuos lo hacen) y puede pasar hasta un día después de mudar antes que se alimenten nuevamente. Además, en todos los instares, excepto el primero en el cual no fue posible observar el cambio, las larvas tardaron de tres a cuatro días en pasar al siguiente instar, tanto en el laboratorio como en el campo, pero en una oportunidad, en el campo, una larva aparentemente sana se demoró 6 días en pasar del 4° al 5° instar. Después de la muda algunas

larvas presentan un comportamiento de acicalamiento que pueden repetir varias veces, aunque no exista una gota visible, en el cual echan la cabeza hacia atrás hasta la posición de A1 y mueven en ese punto la cabeza de un lado a otro; luego rotan la cabeza y alcanzan con las setas de T2 y T3 el resto de los segmentos abdominales, primero hacia un lado y luego hacia el otro. A veces apreciamos goticas transparentes en las setas de T2, T3 y la cabeza.

Por lo menos desde el segundo instar las larvas construyen camas uniendo con seda por el envés los bordes de dos o más hojas cercanas al final de cada rama (Fig. 13-14). Durante el periodo de estudio encontramos 22 camas con larvas solitarias (una de 2° instar, seis de 3°, siete de 4° instar y ocho de 5° instar), tres camas con dos larvas (una de 3° instar, una de 4° y una de 5° instar), una cama con tres larvas (pasando al 4° instar), tres camas con cuatro larvas (de 2° instar) y una cama con cinco larvas (pasando al 4° instar). El comportamiento gregario se pierde hacia finales del 5° instar cuando las larvas ya están próximas a empupar.

Las larvas se refugian en las camas durante el reposo diurno y durante el período de muda. Normalmente son activas al anochecer y abandonan la cama para alimentarse. Las de primer instar no construyeron camas en condiciones de laboratorio y se alimentaron también durante el día, comiendo por el envés hacia el ápice de las hojas. En el laboratorio larvas de 2° y 3er instar también comieron durante el día. Las de 4° y 5° instar sólo se movieron de su sitio de reposo durante la noche y la mayoría de las larvas no construyeron camas, posiblemente debido a que la disposición del alimento en los frascos no lo hacía mecánicamente factible y prefirió adherirse de los tallos o de las paredes y las tapas de los recipientes. La larva no suele consumir las hojas completamente, sino que se adhiere a un borde y consume la mitad o algo más. Cuando le es mecánicamente imposible sostenerse en el resto de la lámina, pasa a otra hoja y así sucesivamente.



Fig. 12-15. *Morpho sulkowskyi* : 12) la flecha señala dos gotas de secreción en A1; 13) aspecto externo de una cama construida con ocho hojas cosidas; 14) aspecto interno, tapizada con seda y 5 larvas cambiando al 4° instar; 15) vista ventral de los epicrâneos de 2°, 3° y 4° instar, mostrando los cuernos. Obsérvese cómo desaparecen en el 5° instar.

Comportamiento de los Adultos

En días soleados los machos de *M. sulkowskyi* patrullan el curso de las quebradas, volando sobre el dosel. En algunas ocasiones observamos cortas persecuciones entre dos machos. El 6 Enero 1996, encontramos un macho defendiendo un parche de chusque que caía sobre el agua. Desde su percha a unos 5 m del suelo, el macho perseguía a cualquier mariposa que pasara por allí y luego regresaba a posarse, un comportamiento similar al de algunas *Adelpha* comunes en la región. Revisamos el chusque que estuvo a nuestro alcance y descubrimos una larva de 5° instar próxima a su 2ª fase, lo cual indica que esta área había sido seleccionada con anterioridad para ovipositar.

No tuvimos oportunidad de observar comportamiento de cópula ni oviposición y el seguimiento prolongado de adultos dentro del bosque fue imposible debido a su vuelo rápido y directo y a lo difícil del terreno. Tampoco vimos hembras activas en los sitios donde encontramos posturas y, ni aun en las horas de mayor actividad, registramos vuelos sobre parches de chusque expuestos al sol que pudieran sugerir búsqueda de sitios para ovipositar.

Los machos de *M. sulkowskyi* son mucho más móviles que las

hembras y casi diariamente los vimos volar a 2-3m de altura sobre potreros y entre plantaciones forestales jóvenes, a distancias considerables (500m ó más) de las quebradas más próximas. Seguimos a varios individuos de ambos sexos a lo largo de dichos vuelos, pero nunca los vimos posarse a pesar de que pasaban sobre un basurero donde siempre había restos de frutas en descomposición. Estos vuelos parecían seguir rutas fijas y se registraron siempre alrededor del mediodía, razón por la cual los campesinos de la región identifican a *M. sulkowskyi* como "la mariposa del mediodía".

Ciclo Reproductivo Anual

Para determinar la distribución temporal de la actividad reproductiva de *M. sulkowskyi*, tuvimos en cuenta las posturas encontradas (viables o con parásitos por emerger, n=5) y las larvas que tuvieron alguna fecha de cambio conocida (n=15) a partir de la cual proyectamos su fecha de postura con base en la duración promedio de cada ínstar (Tabla 2). Consideramos como posturas únicas grupos de larvas encontrados cercanos y larvas solitarias en una amplia zona de búsqueda. Según estas proyecciones hay un pico de oviposición en Diciembre, en coincidencia general con la época más

seca del año (Fig. 16), pero el número de posturas por mes no se correlacionó significativamente con la disminución de las lluvias (correlación de rangos de Spearman: $r_s = -0.479$, $n=12$, $P>0.05$). Tampoco hay diferencias significativas en el número de posturas (encontradas mas proyectadas) entre años que tuvieron igual intensidad de muestreo (95, 96 y 97; Kruskal-Wallis: $KW=0.535$, $g.l=2$, $P>0.05$).

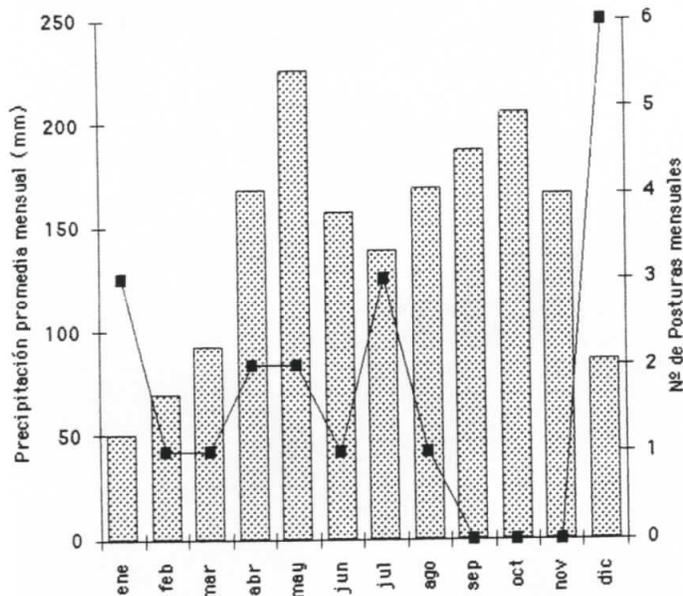


Fig. 16. Número de posturas acumuladas mensualmente durante el periodo de estudio (líneas) y precipitación promedio mensual de 20 años (barras).

Factores de Mortalidad

De las posturas encontradas, 80% estaban totalmente parasitadas por avispa *Ooencyrtus*. En *M. polyphemus* Young y Muyschondt (1972a) también encontraron este mismo género de parasitoide en el 57.5% de los huevos, pero a diferencia de estos autores, nunca encontramos larvas parasitadas de *M. sulkowskyi* y todas las pupas fueron viables.

Durante el tiempo de campo en condiciones locales de laboratorio no perdimos ninguna larva, pero en Cali tuvimos una tasa de mortalidad del 83%. DeVries y Martínez (1993) en *M. cypris*, y Young y Muyschondt (1972a) en *M. polyphemus*, observaron en el laboratorio tasas de mortalidad para las larvas de 95% y 92%, respectivamente, y coinciden al afirmar que dichas tasas tienen poco que ver con lo que sucede en condiciones naturales. De 18 larvas traídas al laboratorio en distintos instares, sólo tres llegaron a adultos. Una larva mostró síntomas de estar infectada por un virus (cuerpo blando y heces con material parcialmente digerido). Las otras murieron con sus cuerpos firmes, produciendo heces normales y sin olor, pero unos días antes mostraron visos marrones en el dorso y áreas laterales, mientras que en las falsas patas aparecieron áreas endurecidas de color oscuro que anulaban el funcionamiento de los crochets, por lo cual las larvas no se adherían bien al alimento, caían y dejaban de alimentarse. Nunca encontramos en el campo larvas con estas características.

Inicialmente, las primeras larvas traídas a Cali fueron alimentadas con una especie de chusque de la Cordillera Occidental, *C. aff. londoniae* (Sección Longiprophyllae) y todas ellas murieron antes de completar sus correspondientes instares, con los últimos síntomas descritos. Posteriormente, tres larvas de tercero, cuarto y quinto instar, respectivamente, alimentadas con un chusque de hojas más pubescentes, de especie no determinada de la sección Chusquea (Lynn Clark, com. pers.), culminaron sus ciclos normalmente.

DISCUSIÓN

Ciclo de vida

Aunque no nos fue posible observar de manera continua el desarrollo de un individuo desde la postura del huevo hasta la emergencia del adulto, nuestros datos permiten determinar tentativamente una duración de 160 a 178 días para todo el ciclo, uno de los más largos entre las especies estudiadas (Tabla 2).

Las características de la planta nutricia de las larvas y el clima pueden explicar en parte la notable extensión del ciclo de vida. Por una parte, las especies de *Chusquea* tienen un alto contenido de sílice, lo cual reduce probablemente su digestibilidad y hace que muchas larvas que se alimentan de esta familia crezcan muy lentamente (DeVries, 1987). Además, *M. sulkowskyi* vive a elevaciones superiores a 2000m y a temperaturas más bajas que las que experimentan las especies de *Morpho* de tierras bajas, lo cual probablemente también se traduce en tasas de crecimiento más bajas. Temperaturas más altas generalmente resultan en un desarrollo larval más rápido (Knapp y Casey, 1986) y en algunas familias, p.e. Papilionidae, se ha comprobado experimentalmente que las tasas de desarrollo de las larvas son muy sensitivas a temperatura (Feeny et al., 1985; Ayres y Scriber, 1994).

Actividad reproductiva

En *M. sulkowskyi* la concentración de la postura estimada alrededor del comienzo de la época seca más larga del ciclo anual podría estar relacionada con las condiciones atmosféricas que facilitan la actividad de vuelo y mejoran la visibilidad de los adultos y las posibilidades de cópulas. Por otro lado, la oviposición al comienzo de la época seca también podría minimizar la mortalidad de los huevos por acción de los mohos que prosperan en excesiva humedad (Young y Muyschondt, 1972a) sobre todo cuando los huevos están agrupados y haciendo contacto unos con otros como en *M. sulkowskyi*. Las posturas se encontraron siempre en las inmediaciones de las quebradas donde las condiciones microclimáticas son más estables y el chusque permanece siempre verde. En cuanto a los requerimientos de las larvas, aquellas nacidas en las épocas secas se encontrarían en los instares más avanzados y de mayores requerimientos energéticos en la siguiente época de lluvias, cuando mejora la oferta de alimento al verse favorecido el crecimiento vegetativo de la planta nutricia.

Planta nutricia

Entre las especies de mariposas cuyas larvas se alimentan de plantas de la familia Poaceae, la falta de especificidad es generalizada. Sourakov (1996) encontró que de ocho especies estudiadas de *Calisto* (Satyrinae), con una sola excepción todas utilizaron más de una especie de planta nutricia. En *Cissia* (Satyrinae) Singer y Ehrlich (1991) registraron 11 especies generalistas.

La única planta nutricia identificada para *M. sulkowskyi* en el área de estudio fué *Chusquea* aff. *scandens*, posiblemente una especie nueva de la Sección Chusquea (Lynn Clark, com. pers.). En el laboratorio de Cali (ver resultados) utilizamos otros dos chusques de la Cordillera Occidental, pero sólo uno de ellos, de la Sección Chusquea, resultó viable para las larvas.

Los insectos a menudo muestran mayor amplitud de dieta en cautividad que en sus hábitats naturales y los datos de campo son generalmente mejores que los de laboratorio como indicadores de especificidad (Singer, 1986, citado en Singer y Ehrlich, 1991). Nuestras observaciones de laboratorio sugieren que hay cierta especificidad hacia bambúes de la Sección Chusquea, por lo cual podría presentarse una restricción de la distribución geográfica de *M. sulkowskyi* a aquellas regiones donde se encuentra *Chusquea scandens* o especies similares. De hecho, su distribución actual (D'

TABLA 3. Distribución de los mechones abdominales de *Morpho sulkowskyi* y *M. cypris* en los diferentes instares (M = mechón presente).

<i>M. sulkowskyi</i>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
2 instar				M	M		M	M	
3 "	M			M	M		M	M	M
4 "	M	M	M	M	M	M	M	M	M
5 "	M	M	M	M	M	M	M	M	M
<i>M. cypris</i>	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
2 instar					M				
3 "					M				
4 "	M				M			M	
5 "	M	M		M	M		M	M	

Abreña, 1984; Salazar, 1998) puede asociarse con la de *Chusquea scandens* en la región andina, desde el Norte de Colombia hasta Bolivia (Londoño, 1992; Clark, 1995).

Aspectos morfológicos

En comparación con las otras especies de *Morpho* estudiadas (Tabla 2) destacamos para *M. sulkowskyi* la presencia de un par de pequeños cuernos epicraneales casi ocultos por la abundancia de setas en esta región. El tamaño de los cuernos es proporcionalmente menor cuanto mayor es la superficie del epicráneo, hasta que en el 5° instar no se aprecian (Fig. 15). Constantino (1997) también encontró para *M. amathonte* esta estructura que no había sido descrita para otras del género (Tabla 2). Las larvas de *M. sulkowskyi* tienen los mechones de setas, característicos del género, en más segmentos que las demás especies estudiadas (Tabla 3) y como en aquellas los de A4 y A5 son los más largos y densos desde el 2° instar. Desde el primer instar registramos la presencia y utilización de la glándula cervical, no confirmada para los primeros instares en *M. cypris* y desde el tercer instar observamos los mechones dorsales de A1, involucrados en la glándula de acicalamiento ("grooming gland"), los cuales se citan en *M. cypris* sólo a partir del 4° instar (DeVries y Martínez, 1993). En varias oportunidades al manipular las larvas observamos una descarga oral consistente en una gota de líquido verdoso, un comportamiento no registrado en las otras especies. Por último, la bifurcación anal en *M. sulkowskyi* es poco aparente, comparada con las otras especies de *Morpho*.

Comportamiento de las larvas

Una tasa lenta de desarrollo determina una mayor mortalidad en los insectos herbívoros, ya que los estados más vulnerables están expuestos durante un tiempo más largo a sus enemigos naturales (v., p.e., Moran y Hamilton, 1980; Feeny *et al.*, 1985). En este contexto, *M. sulkowskyi* es un caso paradójico. Por carecer su planta nutricia de compuestos secundarios tóxicos (Guala, 1993), no cabe esperar que sus larvas sean tóxicas o impalatables, al tiempo que la baja calidad nutricional de *Chusquea* determina un tiempo de desarrollo larvario notablemente largo.

En *M. sulkowskyi*, al igual que en otras especies del género, coinciden un largo período de desarrollo, coloración vistosa y aparente palatabilidad, todo lo cual contribuiría a una mayor exposición y vulnerabilidad a depredadores y parasitoides. Sin embargo, la actividad nocturna de las larvas, su sedentariedad y el hábito de refugiarse durante el día en el envés de varias hojas unidas con seda, en la vecindad inmediata de aquellas que están utilizando como alimento, podrían interpretarse como adaptaciones compensatorias. *Morpho polyphemus*, *M. peleides* y *M. granadensis* exhiben hábitos similares (Young y Muyschondt, 1972a; Young, 1972, 1978, 1982).

Otros mecanismos de defensa como los violentos movimientos laterales de cabeza ante estímulos táctiles, con exposición de la glándula cervical y emisión de fuerte olor, compartidos con otras especies del género (Young y Muyschondt, 1972a; DeVries y Martínez, 1993), se han considerado como mecanismos potenciales para repeler parasitoides y algunos depredadores. En larvas de *M. sulkowskyi* hemos comprobado que incluso sin tocarlas, con sólo darle vuelta al grupo de hojas cosidas, larvas de 4° y 5° instar pueden emitir ese olor sin llevar a cabo el despliegue de levantar las patas y exponer la glándula cervical. Adicionalmente, como sucede en otras larvas (Brower, 1989; Fitzgerald, 1993), el mecanismo de regurgitación también podría servir para repeler intrusos.

Para *M. sulkowskyi* todos esos mecanismos podrían ser más efectivos si se tiene en cuenta que las larvas viven agrupadas en camas y que, por lo tanto, la respuesta de un individuo podría alertar a larvas vecinas y estimular comportamientos similares y simultáneos (Fitzgerald, 1993). Estas respuestas gregarias ocurren en numerosas especies y pueden servir para repeler depredadores o parasitoides (Stamp, 1980). Aunque no presenciemos reacciones equivalentes al manipular larvas de algunas camas, no descartamos la posibilidad que bajo circunstancias naturales esto pueda suceder. Por ejemplo, nunca encontramos larvas parasitadas de *M. sulkowskyi*, en contraste con lo observado en especies solitarias de Hesperidae y Satyrinae que comparten el chusque como planta hospedera (obs. pers.).

A lo anterior se suma la aparente coloración aposemática de las

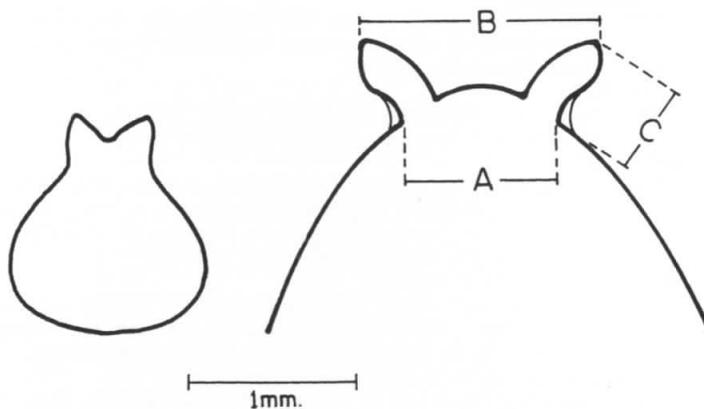


Fig. 17-18. Morfología de las larvas *Morpho sulkowskyi*: 17) Contorno del epicráneo de primer instar con su parte superior ligeramente inclinada hacia el observador. 18) Esquema de epicráneo con su parte superior ligeramente inclinada hacia el observador. Se indica las medidas tomadas en los cuernos: A) separación en su base. B) separación en sus extremos. C) altura.

larvas, a base de tonos amarillos y negros con mechones rojizos. Sin embargo, no encontramos en el área de estudio larvas de otras especies con apariencia similar, así que por el momento no es plausible postular alguna relación de mimetismo de valor defensivo ante depredadores orientados visualmente. En el área de estudio registramos varias especies de aves insectívoras y potenciales depredadoras de larvas (*Grallaria ruficapilla*, *Synallaxis azarae*, *Scytalopus unicolor*, *Henicorhina leucophrys* y tres especies de *Atlapetes*), todas las cuales forrajeaban a baja altura o a nivel del suelo en sotobosque denso y chuscales. *Morpho sulkowskyi* contrasta fuertemente en su coloración con varias especies de Satyrinae cuyas larvas solitarias y altamente crípticas también se alimentan de *Chusquea* en el área de estudio (obs. pers.).

CONSERVACIÓN

Los bambúes del género *Chusquea* son colonizadores de claros naturales en los bosques andinos de fuertes pendientes (Gentry, 1992). *Chusquea scandens* es común en zonas montañosas afectadas por perturbaciones naturales y/o por intervención humana desde Colombia hasta Bolivia (Young, 1991). En nuestra área de estudio forma grandes manchas en el sotobosque, en bordes entre bosque natural y plantaciones forestales y, en los suelos más degradados, ocupa laderas soleadas de fuertes pendientes en áreas de derrumbes y fuegos recientes.

Morpho sulkowskyi aparentemente oviposita sólo en chuscales bajo sombra en las orillas de las quebradas y evita los sitios de mayor exposición. En estas condiciones, la abundancia de planta nutricia para las larvas no se refleja en un incremento de la población de adultos, al igual que sucede con *M. cypris* (DeVries y Martínez, 1993). Nunca hemos observado simultáneamente más de tres individuos adultos. Aunque se reconoce que las densidades de las poblaciones locales de este grupo de *Morpho* ("Dazzling blue") son las más bajas (Young y Muyschondt, 1972b), podría presentarse adicionalmente un cuello de botella para estas poblaciones en los requerimientos de alimentación y territorios para los adultos (Young y Thomason, 1974; DeVries y Martínez, 1993). Experimentalmente se ha comprobado para algunas especies que la limitación del alimento en los adultos reduce la fecundidad y que la supervivencia de éstos se logra a expensas de la reproducción (Boggs y Ross, 1993).

No tenemos información sobre las fuentes de alimento para los adultos de *M. sulkowskyi*, pero cabe suponer que, como en todas las demás especies de su género (Young, 1979; DeVries, 1988), se alimenten de jugos de frutos en descomposición y hongos. En los escasos fragmentos de bosque maduro en nuestra área de estudio, muchas especies de árboles productoras de frutos (*Quercus humboldtii*, *Billia colombiana* y *Eschweilera antioquiensis*, entre otras) se encuentran en franco retroceso debido a la desprotección general de los fragmentos, tala, pastoreo y fuegos forestales.

A principios de siglo Schultze (1928) dió por desaparecida a *M. sulkowskyi* de los alrededores del Salto de Tequendama (Cundinamarca), a pesar que éste había sido un sitio importante de colecta para la especie y todavía abundaba la planta nutricia. Atribuyó la extinción a la desaparición de los bosques naturales y a su sustitución por dehesas ganaderas y plantaciones de eucaliptos. En nuestra área de estudio la escasa oferta de frutos, que es un factor selectivo importante en el establecimiento de poblaciones reproductivas de especies individuales en bosques tropicales (Young y Thomason, 1974; Young, 1979) y la dispersión espacial y temporal de este tipo de recurso (Young, 1979; Rodrigues *et al.*, 1993) podrían ser los principales limitantes para esta población.

Es probable que en la situación actual la capacidad de vuelo de los adultos sea suficiente para superar barreras ecológicas tales

como dehesas y cultivos (Singer y Ehrlich, 1991) y encontrar fuentes de alimento y sitios para ovipositar, pero el deterioro progresivo de la vegetación ribereña y de los fragmentos de bosque permite anticipar que *M. sulkowskyi* se verá restringida a corto plazo a parches cada vez más pequeños y más distantes, con las consecuencias asociadas a tamaños críticos de población y hábitat (Ehrlich & Murphy, 1987). En estas circunstancias las poblaciones de *M. sulkowskyi* y de muchas otras especies sólo podrán mantenerse si se recupera y se extiende la vegetación natural a lo largo de ríos, quebradas y pendientes escarpadas, formando mosaicos paisajísticos que incluyan hábitats idóneos, tanto para los adultos como para las larvas (Gilbert, 1980; obs. pers.). Esta situación ilustra el estado de muchos organismos de los Andes colombianos cuyos hábitats están inmersos en paisajes dominados por perturbaciones humanas (Kattan y Alvarez-López, 1996) y cuyo futuro depende de que se tomen a tiempo las medidas necesarias para su conservación.

AGRADECIMIENTOS

L. M. Constantino, P. Feinsinger, J. Salazar, A. Viloria y A. Young colaboraron en el acopio de literatura. X. Londoño y L. G. Clark examinaron los especímenes de *Chusquea*. P. Hernández confirmó nuestra identificación del material de avispas parasitoides. E. Ortiz tradujo la literatura en alemán. J. Trujillo, de las Empresas Públicas de Medellín, suministró la información pluviométrica. R. Ríos dibujó los dos esquemas. G. Kattan, G. Lamas, C. Penz, P. DeVries y A. Young, contribuyeron a mejorar una versión preliminar de este trabajo. Además, L. M. Constantino y A. Young siempre respondieron a nuestras consultas. A todas estas personas manifestamos nuestros más sinceros agradecimientos.

LITERATURA CITADA

- Ayres, M. P., and J. M. Scriber
1994. Local adaptation to regional climates in *Papilio canadensis* (Lepidoptera: Papilionidae). *Ecol. Monog.* (Washington), 64:465-482.
- Boggs, C. L., and C. L. Ross
1993. The effect of adult food limitation on life history traits in *Speyeria mormonia* (Lepidoptera: Nymphalidae). *Ecol.* (Washington), 74:433-441.
- Brower, L. P.
1989. Mimicry: Chemical defence in butterflies. In R. I. Vane-Wright and P. R. Ackery (eds.), *The Biology of Butterflies*, 109-134. Princeton: Princeton Univ Pr.
- Clark, L.
1995. Diversity and distribution of the Andean woody Bamboos (Poaceae: Bambuseae). In S. P. Churchill, H. Baslev, E. Forero, and J. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*, 501-512. N. Y.: New York Bot. Garden.
- Constantino, L. M.
1997. Natural history, immature stages and hostplants of *Morpho amathonte* from western Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae: Morphinae). *Trop. Lepid.* (Gainesville), 8:75-80.
- D'Abrera, B.
1984. *Butterflies of the Neotropical Region. Part II. Danaidae, Ithomiidae, Heliconiidae & Morphidae*. Victoria: Hill House. 232pp.
- DeVries, P. J.
1987. *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Princeton: Princeton Univ. Pr. 327pp, 50 pls.
1988. Stratification on fruit-feeding nymphalid butterflies in a Costa Rican rainforest. *J. Res. Lepid.* (Beverly Hills), 26:98-108.
- DeVries, P. J., and G. E. Martínez
1993. The morphology, natural history, and behavior of the early stages of *Morpho cypris* (Nymphalidae: Morphinae)-140 years after formal recognition of the butterfly. *J. New York Ent. Soc.*, 101:515-530.
- Ehrlich, P. R., and D. D. Murphy
1987. Monitoring populations on remnants of native vegetation. In D. A. Saunders, G. W. Arnold, A. A. Burbridge, and A. J. M. Hopkins (eds.), *Nature conservation: The Role of Remnants of Native Vegetation*, 201-210. Sydney: Surrey Beatty & Sons.
- Espinal, L. S.
1964. Formaciones vegetales del Departamento de Antioquia. *Revta. Fac. Nal. Agron.* (Medellín), 24:1-81.

- Feeny, P., W. S. Blau, and P. M. Kareiva**
1985. Larval growth and survivorship of the black swallowtail butterfly in central New York. *Ecol. Monog.* (Washington), 55:167-187.
- Fitzgerald, T. D.**
1993. Sociality in caterpillars. In N. E. Stamp and T. E. Casey (eds.), *Caterpillars*, 372-403. New York: Chapman Hall.
- Gentry, A.**
1992. Diversity and floristic composition of Andean forests of Perú and adjacent countries: implications for their conservation. *Mem. Mus. Hist. Nat., Univ. Nac. Mayor San Marcos* (Lima), 21:11-29.
- Gilbert, L. E.**
1980. Food web organization and the conservation of Neotropical diversity. In M. E. Soulé and B. A. Wilcox (eds.), *Conservation Biology, an Evolutionary-ecological Perspective*, 11-33. Sunderland: Sinauer.
- Guala, G. F.**
1993. Cyanogenesis in the Bamboos: a Phylogenetic Perspective. *J. Amer. Bamboo Soc.* (Ramona, Ca), 10:1-8.
- Kattan, G. H., and H. Alvarez-López**
1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the Colombian Andes. In J. Schelhas and R. Greenberg (eds.), *Forest Patches in Tropical Landscapes*, 3-18. Washington: Island Pr.
- Knapp, R., and T. M. Casey**
1986. Thermal ecology, behavior and growth of gypsy moth and eastern tent caterpillars. *Ecol.* (Washington), 67:598-608.
- Londoño, X.**
1992. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del Nuevo Mundo. *Cespedesia* (Cali), 19:87-137.
- Moran, N., and W. D. Hamilton**
1980. Low nutritive quality as defense against herbivores. *J. Theor. Biol.* (London), 85:247-254.
- Peterson, A.**
1962. *Larvae of Insects*. Part 1. Ann Arbor. 315pp.
- Rodrigues, J. J. S., K. S. Brown, Jr., and A. Ruszczyk**
1993. Resources and conservation of neotropical butterflies in urban forest fragments. *Biol. Conserv.* (Oxford), 64:3-9.
- Salazar, J. A.**
1998. Contribución al conocimiento de los Morphinae colombianos. IV. Estudio de una población de *Morpho sulkowskyi* Kollar 1850, en el centro de Colombia. *SHILAP. Revta. Lepid.* (Madrid), 26:113-116
- Schultze, A.**
1928. Beobachtungen und Betrachtungen über zwei in ihrer Existenz gefährdete *Morpho*-Arten Kolumbiens, *Morpho rhodopteron* v. *nevadensis* und *M. sulkowskyi*. *Dtsch. Ent. Zeit. Iris* (Dresden), 42:246-268.
- Singer, M. C., and P. R. Ehrlich**
1991. Host specialization of satyrine butterflies, and their responses to habitat fragmentation in Trinidad. *J. Res. Lepid.* (Beverly Hills), 30:248-256.
- Sourakov, A.**
1996. Notes on the Genus *Calisto*, with descriptions of the immature stages. Part I (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Trop. Lepid.* (Gainesville), 7:91-111.
- Stamp, N. E.**
1980. Egg deposition patterns in butterflies: why do some species cluster their eggs rather than deposit them singly? *Amer. Nat.* (Salem), 115:367-380.
- Stehr Jr. F. W.**
1987. Order Lepidoptera. In F. W. Stehr Jr.(ed.), *Immature Insects* [1], 288-305. Dubuque: Kendall-Hunt.
- Vélez, J. H., and E. Constantino**
1989. *El Encanto de las Mariposas de Colombia*. Bogotá: Renaser. 64pp.
- Vélez, J. H., and J. A. Salazar**
1991. *Mariposas de Colombia*. Bogotá: Villegas Edit. 167pp.
- Young, A. M.**
1972. Adaptative strategies of feeding and predator-avoidance in the larvae of the Neotropical butterfly, *Morpho peleides limpida* (Lepidoptera: Morphidae). *J. New York Ent. Soc.*, 80:66-82.
1978. Studies on the interactions of *Morpho peleides* (Morphidae) with Leguminosae. *J. Lepid. Soc.* (Los Angeles), 32: 65-74.
1979. The evolution of eyespots in tropical butterflies in response to feeding on rotting fruit: an hypothesis. *J. New York Ent. Soc.*, 87:66-77.
1982. Notes on the natural history of *Morpho granadensis polybaptus* Butler (Lepidoptera: Nymphalidae: Morphinae), and its relations to that of *Morpho peleides limpida* Butler. *J. New York Ent. Soc.*, 90:35-54.
- Young, A. M., and A. Muysshondt**
1972a. Biology of *Morpho polyphemus* (Lepidoptera: Morphidae) in El Salvador. *J. New York Ent. Soc.*, 80:18-42.
1972b. Geographical and ecological expansion in tropical butterflies of the genus *Morpho* in evolutionary time. *Rev. Biol. Trop.* (San José), 20:231-263.
- Young, A., and J. H. Thomason**
1974. The demography of a confined population of the butterfly *Morpho peleides* during a tropical dry season. *Studies on Neotropical Fauna* (Tübingen), 9:1-34.
- Young, K. R.**
1991. Natural history of an understory bamboo (*Chusquea* sp.) in a tropical timberline forest. *Biotropica* (Lawrence), 23:542-554.