

Estructura poblacional de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) en un sector de la cordillera occidental, departamento del Cauca (Colombia).

Carlos Prieto¹, Carolina Takegami², Juliana M. Rivera².

¹ Programa de doctorado en Biodiversidad: conservación y gestión de las especies y sus hábitat. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante, España. cprieto@ucauca.edu.co

² Programa de Ecología. Fundación Universitaria de Popayán, Colombia.

Resumen

PRIETO C, TAKEGAMI C, RIVERA JM. 2005. Estructura poblacional de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) en un sector de la cordillera occidental, departamento del Cauca (Colombia). Entomotropica 20(1): 15-22.

Entre los meses de abril y agosto de 2003 se estimó el tamaño de una población de *Morpho sulkowskyi* conocida para la cordillera occidental en el departamento del Cauca por medio de tres metodologías de Marcaje-recaptura (MRR): Peterson, Jolly-Seber y Schnabel comparadas con el método de abundancia por observación de Pollard. Se capturaron 152 individuos y se obtuvo un éxito de recaptura del 23.68%. La estructura de edades y el éxito de recaptura muestran que esta es una población no confinada con un pico de emergencia entre julio y agosto. El tamaño de la población varió entre 9 y 348 individuos. El tiempo de residencia promedio fue de 3 días y el máximo observado fue de 8 días para machos. El número de individuos capturados y recapturados mostró una correlación positiva con la temperatura media mensual. Los individuos vuelan principalmente entre las 9:00 y 14:00 horas y cuando la temperatura ambiental es superior a 15 °C.

Palabras clave adicionales: Colombia, Cordillera occidental, Jolly-Seber, MRR, Peterson, Schnabel.

Abstract

PRIETO C, TAKEGAMI C, RIVERA JM. 2005. Population structure of *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) in the western Cordillera, Cauca department (Colombia). Entomotropica 20(1): 15-22.

Between the months of April and August of 2003 we estimated the *Morpho sulkowskyi* population size in a site of the western mountain range in the department of the Cauca by means of three methodologies of mark-release-recapture (MRR): Peterson, Jolly-Seber and Schnabel compared with the method of abundance by observation of Pollard. We captured 152 individuals with a recapture success of 23.68%. The ages structure and the recapture success showed that this is a nonconfined population with an emergency tip between July and August. The size of the population varied between 9 and 348 individuals. The residence time average was 3 days and the maximum observed measured for males was 8 days. The number of captured and recaptured individuals showed a positive correlation with the monthly average temperature. The individuals flew mainly between 9:00 and 14:00 hours; and when the temperature was higher than 15 °C.

Additional key words: Colombia, Western Cordillera, Mark-Release-Recapture, Jolly-Seber, Peterson, Schnabel.

Introducción

Las técnicas de marcaje-recaptura se usan para estimar la abundancia poblacional, y consisten en capturar y marcar los animales, liberarlos y recapturarlos en uno o más periodos (Heyer *et al.* 1994). Estas técnicas permiten no sólo estimar el tamaño sino también el índice de natalidad y mortalidad en la población que se estudia (Krebs 1985). En mariposas estas técnicas han sido consideradas como un importante paso en el conocimiento de su ecología y comportamiento, usualmente revelando muchos rasgos

de aquellos con pocos meses de trabajo (Ehrlich 1984; Tyler *et al.*, 1994; Freitas y Ramos 2001). Además este tipo de estudios proveen información de los efectos de limitantes del hábitat sobre el tamaño y dinámicas de las poblaciones que sostiene (Young 1982). En conservación se aplican como herramienta para conocer el estado de las poblaciones y proponer acciones para mantenerlas estables (Amat y Miranda 1996; Knight *et al.* 1999). En el neotrópico los estudios poblacionales se han centrado

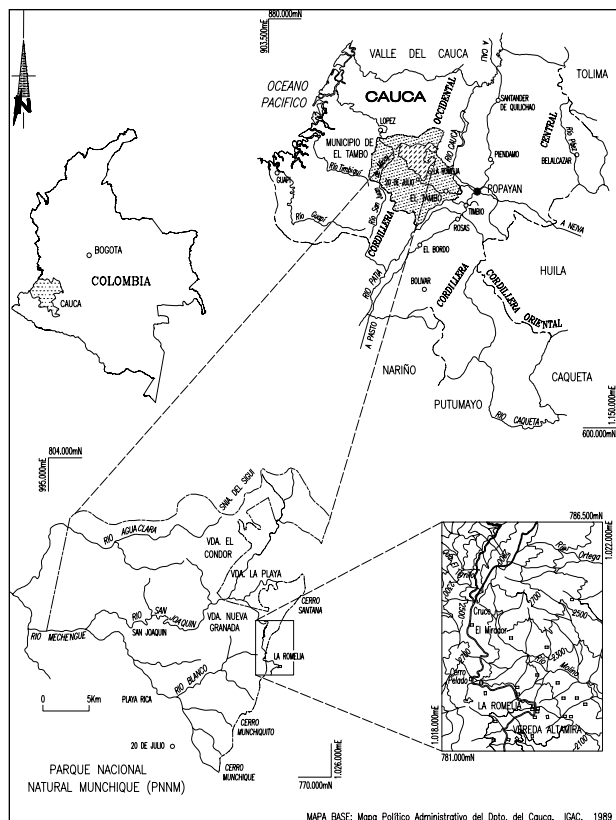


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio

principalmente en especies de Heliconiinae, Ithomiinae y Papilionidae (Freitas y Ramos 2001; Freitas 1993,1996; Pinto y Motta 1997; Cook *et al.* 1971; Brown *et al.* 1981,1994). Posiblemente el único estudio poblacional en una especie de *Morpho* hasta el momento es el de Young y Thomason (1974) con *M. peleides* en Costa Rica.

En Colombia *M. sulkowskyi* se distribuye en las tres cordilleras. Se han registrado poblaciones en la cordillera occidental de los departamentos del Valle, Risaralda, Antioquia entre los 1 800 y 2 200 m (Salazar 1998). En el Parque Nacional Natural Munchique (Cauca) esta especie se observa entre los 2000 y 3000 m. Los métodos de marcaje-recaptura son apropiados para este estudio ya que las mariposas de esta especie pueden ser capturadas y marcadas con relativa facilidad gracias a su gran tamaño, y a que los machos tienen el hábito de “patrullar” por rutas continuas y definidas, posiblemente en busca de hembras para aparearse.

Materiales y Métodos

Metodología de campo

Ubicamos el área de estudio en el Parque Nacional Natural Munchique sobre la cordillera occidental de Colombia,

Cuadro 1. Total de capturas y recapturas por mes de muestreo.

| | Total Capturas | Total recapturas | % recapturas |
|---------|----------------|------------------|--------------|
| Abril | 16 | 1 | 6,25 |
| Mayo | 32 | 7 | 21,87 |
| Junio | 21 | 3 | 14,28 |
| Julio | 47 | 17 | 36,17 |
| Agosto | 36 | 8 | 22,22 |
| Totales | 152 | 36 | 23,68 |

municipio del Tambo (Cauca), entre los 2°50´ “N” y 77°10´ “W” (Figura 1). Este parque natural presenta un rango altitudinal desde los 500 m en el litoral del océano Pacífico hasta los 3 100 m en el cerro Santana (Acevedo 1994). La población de *Morpho sulkowskyi* fue ubicada en el sector La Romelia (2 640 m), sobre el tope máximo de la carretera rural que atraviesa la cordillera en dirección a la vertiente pacífica. Esta zona es especialmente importante por poseer una gran riqueza de satirinos de montaña (Prieto 2003).

Durante los meses de abril a agosto de 2003 se realizaron 5 salidas de campo de 12 días de duración. Se escogió un transecto de 1 kilómetro sobre la carretera rural. Se capturaron la mayor cantidad de individuos, encontrados entre las 8:00 y las 16:00 horas, con tres redes entomológicas y se manipularon sin maltratar los especímenes. Con bastoncillos de algodón se limpiaron las escamas de la región de la celda discal del ala anterior izquierda en su parte ventral, y se les colocó una letra indicando el día de muestreo y un número consecutivo para cada mariposa con marcadores indelebles de diferente color para cada mes de muestreo. Los datos tomados en campo fueron: mes y día de muestreo, recaptura SI / NO, número de mariposa, hora de captura, estado del ala, intensidad solar, temperatura ambiental y pluviosidad diaria. La edad de los individuos fue estimada en tres categorías basadas en el estado del ala como describen Freitas y Ramos (2001); la estructura de edades fue calculada como la proporción mensual de cada categoría.

Estimación poblacional

Se utilizó el método de Jolly-Seber (JS) (Jolly 1965; Heyer *et al.* 1994) para estimar el tamaño de la población, las ganancias por natalidad o inmigración, y las tasas de “supervivencia” (ϕ_t) aunque el termino “residencia” (Ehrlich 1961) puede ser más apropiado, pues no distingue entre mortalidad y emigración (Bergman y Landin 2002). La residencia (ϕ_t) es la probabilidad estimada de que un individuo presente en el día t pueda encontrarse en el día $t+1$. Puesto que el método JS estima un tamaño poblacional y una “residencia” para cada uno de los días de muestreo, se utilizó el método 1 sugerido por Scott (1973) para estimar la “razón de residencia” ($\phi_{average}$); una vez obtenido éste,

Cuadro 2. Datos obtenidos por el método de Jolly-Seber para cada mes de muestreo en Munchique.

| Muestreo | Proporción marcada (α_t) | Tamaño de población marcada (M_t) | Población estimada (N_t) | Probabilidad de supervivencia (Residencia) (φ_t) | Número de ganancias (B_t) |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|--|-------------------------------|
| Muestreo Abril | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,0 | - | - | - |
| 2 | 0,200 | 0,0 | 0,0 | - | - |
| 3 | 1,000 | 0,0 | 0,0 | - | - |
| 4 | 1,000 | 0,0 | 0,0 | - | - |
| 5 | 1,000 | 0,0 | 0,0 | - | - |
| 6 | 0,125 | 8,0 | 64,0 | 0,067 | -3,3 |
| 7 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 0,0 |
| 8 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 0,0 |
| 9 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 1,5 |
| 10 | 0,400 | 1,0 | 2,5 | - | - |
| 11 | 0,500 | - | - | - | - |
| Muestreo Mayo | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,0 | - | 0,000 | - |
| 2 | 0,200 | 0,0 | 0,0 | 1,000 | 6,0 |
| 3 | 0,667 | 4,0 | 6,0 | 0,200 | 2,3 |
| 4 | 0,286 | 1,0 | 3,5 | 0,667 | 13,7 |
| 5 | 0,250 | 4,0 | 16,0 | 0,143 | -1,3 |
| 6 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 0,0 |
| 7 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 2,0 |
| 8 | 0,333 | 1,0 | 3,0 | 0,133 | 0,9 |
| 9 | 0,500 | 0,7 | 1,3 | 2,400 | 2,8 |
| 10 | 0,667 | 4,0 | 6,0 | - | - |
| 11 | 0,667 | - | - | - | - |
| Muestreo Junio | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,0 | - | 0,333 | - |
| 2 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 0,0 |
| 3 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 0,0 |
| 4 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 3,000 | 6,0 |
| 5 | 0,333 | 3,0 | 9,0 | 0,200 | -0,8 |
| 6 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 3,0 |
| 7 | 0,250 | 1,0 | 4,0 | 0,143 | 0,4 |
| 8 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 0,0 |
| 9 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 1,5 |
| 10 | 0,400 | 1,0 | 2,5 | - | - |
| 11 | 0,333 | - | - | - | - |
| Muestreo Julio | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,0 | - | 2,667 | - |
| 2 | 0,429 | 8,0 | 18,7 | 0,694 | -4,6 |
| 3 | 1,000 | 8,3 | 8,3 | 10,800 | 150,0 |
| 4 | 0,375 | 90,0 | 240,0 | 0,779 | -38,9 |
| 5 | 0,500 | 74,0 | 148,0 | 0,278 | -11,9 |
| 6 | 0,750 | 22,0 | 29,3 | 0,739 | 6,7 |
| 7 | 0,600 | 17,0 | 28,3 | 0,395 | 16,3 |
| 8 | 0,273 | 7,5 | 27,5 | 0,129 | -1,5 |
| 9 | 1,000 | 2,0 | 2,0 | 1,000 | 1,3 |
| 10 | 0,600 | 2,0 | 3,3 | - | - |
| 11 | 1,000 | - | - | - | - |
| Muestreo Agosto | | | | | |
| 1 | 0,000 | 0,0 | - | 0,500 | - |
| 2 | 0,250 | 2,0 | 8,0 | 0,550 | 5,2 |
| 3 | 0,286 | 2,8 | 9,6 | 2,065 | 17,5 |
| 4 | 0,429 | 16,0 | 37,3 | 0,100 | -1,1 |
| 5 | 0,750 | 2,0 | 2,7 | 0,000 | 0,0 |
| 6 | 0,167 | 0,0 | 0,0 | 0,400 | 2,0 |
| 7 | 1,000 | 2,0 | 2,0 | 1,000 | 2,0 |
| 8 | 0,500 | 2,0 | 4,0 | 0,200 | 0,2 |
| 9 | 1,000 | 1,0 | 1,0 | 1,000 | 1,5 |
| 10 | 0,400 | 1,0 | 2,5 | - | - |
| 11 | 1,000 | - | - | - | - |

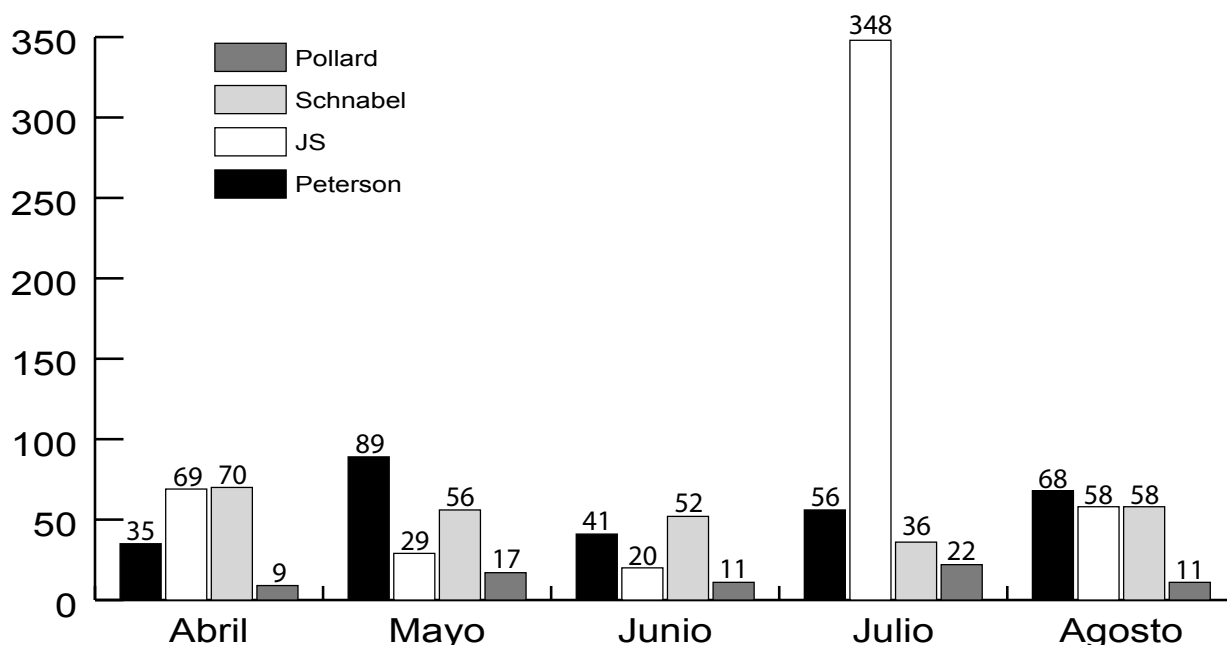


Figura 2. Fluctuación del tamaño estimado de la población a través de 5 meses del año.

se estimó el número total de individuos en la población durante el periodo de vuelo de 12 días utilizando la fórmula: $\sum [N_t \times (1 - \phi_{average})]$ descrita por Watt *et al.* (1977). El método 1 sugerido por Scott (1973) incluye un factor de corrección que pondera la razón de residencia a favor de los días con más datos y elimina las fluctuaciones causadas por el clima o factores de muestreo que puedan distorsionar las estimaciones de residencia valoradas por el método de JS. Se hallaron los días de residencia de dos maneras: promediando los días de residencia observados en las recapturas; y también calculándolos para cada mes como: $-(\ln \phi_{average})^{-1}$ de acuerdo con Cook *et al.* (1967). Detalles sobre el método Jolly-Seber se pueden encontrar en Southwood (1971) y Heyer *et al.* (1994). Se utilizó el índice poblacional de Pollard (1977) que consiste en la suma del promedio semanal de mariposas observadas durante el periodo de vuelo, los métodos de Peterson modificación de Seber (1986) y Schnabel (en Krebs, 1989). Para los dos primeros, se utilizaron dos periodos de 6 días cada mes de muestreo. Aunque el método de Peterson asume que la población de estudio es cerrada, puede ser de mucha utilidad aunque se viole esta norma (Menkens y Anderson 1988; Heyer *et al.* 1994) Ejemplos y aplicaciones de estos índices se pueden encontrar en Krebs (1989).

Resultados

Tamaño estimado de la población. Durante el estudio se capturaron 152 individuos y se recapturaron 36 (Cuadro

1). De los 152 individuos capturados solo uno fue hembra. El tamaño estimado de la población varió de 9 a 348 individuos entre los diferentes métodos utilizados a lo largo de los cinco meses (Figura 2). El método de Pollard mostró un tamaño poblacional inferior a los otros métodos en los cinco meses muestreados. No se puede apreciar una fluctuación poblacional regular en los cinco métodos utilizados, aunque los resultados obtenidos por el método de Pollard y el de JS coinciden en por lo menos cuatro de los cinco meses de muestreo. El cuadro 2 muestra los valores obtenidos por JS para cada uno de los meses.

Tiempos de residencia. La razón de residencia para cada período de muestreo indica que los individuos permanecen menos de un día dentro del área (Cuadro 3). El tiempo de residencia promedio para los 5 meses en conjunto fue de 3 días ($n= 35$). El tiempo de residencia más alto se observa en julio, donde también se registró la población más alta de individuos según el método de JS. Los días de residencia observados varían de 1 a 8 (Figura 3).

Estructura de edades. Se agruparon tres categorías de edad: *Young*, que incluye mariposas recién emergidas y nuevas; *Old*, que incluye mariposas viejas y muy viejas e *Intermediate* que incluye mariposas con características intermedias entre *Young* y *Old*, utilizando la terminología propuesta por Ehrlich y Davidson (1960) y modificada por Freitas y Ramos (2001). La estructura de edades durante los 5 meses no fue constante, mostrando una disminución de mariposas dentro de la categoría *Young* de abril a julio

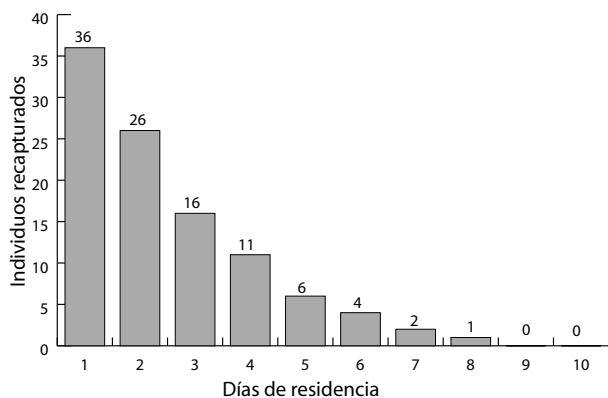


Figura 3. Días de residencia para las mariposas recapturadas.

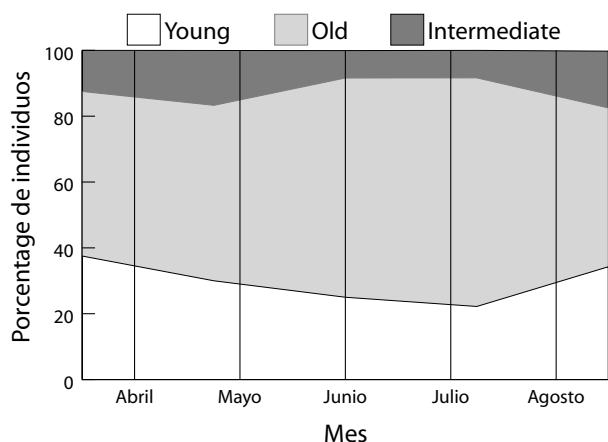


Figura 4. Estructura de edades en la población de *M. sulkowskyi* entre abril y agosto de 2003.

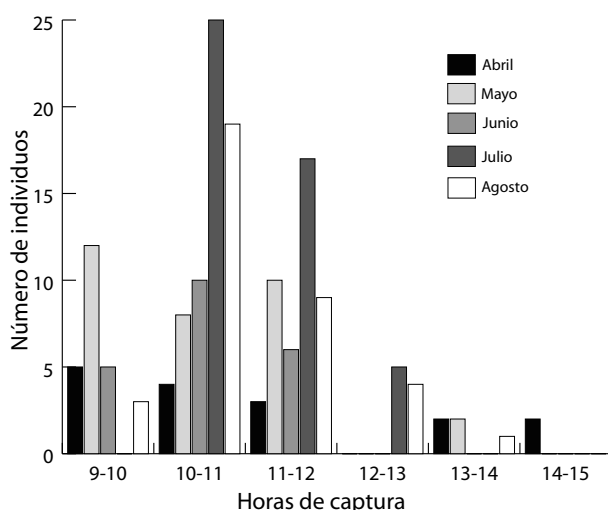


Figura 5. Número de individuos capturados durante cada hora para los 5 meses en conjunto.

y un aumento en agosto. La categoría *Old* muestra un comportamiento inverso aumentando su porcentaje de abril a julio y disminuyendo en agosto (Figura 4). Existe una correlación negativa entre las categorías *Old* y *Young* ($r = -0.9, p < 0.03, n = 5$).

Horas de actividad. Todas las mariposas se registraron entre las 8:00 y las 16:00 horas. Se puede apreciar un aumento considerable en la actividad de vuelo de 10:00 a 11:00 horas. Los individuos aparecen en días bastante soleados desde las 9:00 horas y dejan de volar aproximadamente a las 15:00 horas. Generalmente *M. sulkowskyi* no vuela en días totalmente nublados o con niebla baja (Figura 5).

Efecto de factores climáticos dentro de la población. Se encontró una correlación significativa entre el número de capturas y la temperatura ambiental promedio ($r = 0.84, p < 0.18, n = 5$) y entre las recapturas y la temperatura ambiental promedio ($r = 0.7, p < 0.18, n = 5$) (Figura 6). No existe una correlación significativa entre la pluviosidad promedio mensual y el número de capturas o recapturas.

Discusión y conclusiones

Las mariposas del género *Morpho* muestran el comportamiento de transitar por caminos fijos, amplios y soleados, tales como carreteras rurales angostas y poco transitadas, pequeños riachuelos o grandes ríos. Como anota Young (1973), en *M. amathonte*, el comportamiento extremadamente predecible de tomar estas rutas de vuelo es posiblemente una adaptación para atraer a las hembras que se encuentran en la vegetación a lo largo de estas vías. Esta característica permitió en este trabajo ubicar la estación de muestreo en un área muy transitada por la especie. De esta manera se podía asegurar la captura de un buen número de especímenes que luego se distribuían en la población.

Es común encontrar que en las poblaciones de especies del género *Morpho* la cantidad de machos detectables es mayor que la de hembras; sin embargo esto no es debido a una proporción diferencial en los nacimientos, sino como resultado de los diferentes patrones de comportamiento entre los sexos que afectan las probabilidades de recaptura (Young 1982). Generalmente los machos patrullan por caminos abiertos, mientras que las hembras buscan plantas hospederas. Heredia y Álvares-López (en prensa) han observado que la cópula en *M. sulkowskyi* se produce generalmente en áreas abiertas con predominio de chuscales (Poaceae) y a una altura no mayor de 2 m. del suelo. Aunque dentro de nuestro transecto los chuscales no eran muy abundantes, este era la vía de comunicación entre dos grandes formaciones de *Chusquea* spp., esto explicaría la gran abundancia de machos; y la hembra capturada es tal vez un individuo casual dentro de un recorrido muy común para los machos. Además, las hembras de éste género presumiblemente tienen diferentes patrones de

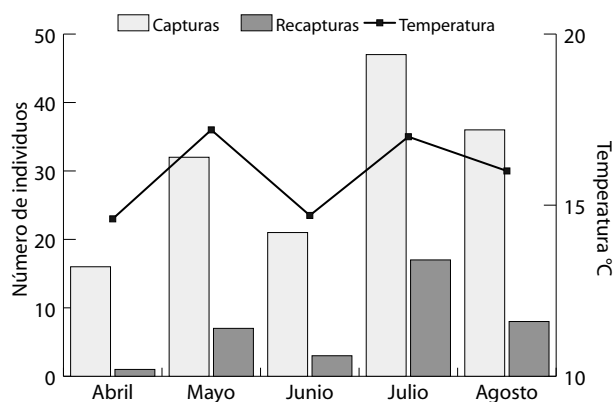


Figura 6. Fluctuación de capturas, recapturas y la temperatura promedio para los cinco meses.

actividad diaria, asociados con la ovipostura y el escape a los depredadores (Young 1982), que podrían estar afectando la relación de sexos en este estudio. Debido a que la relación de sexos en muchas especies es de 1:1 (Tyler *et al.* 1994; Brown *et al.* 1994; Freitas y Ramos 2001) posiblemente el tamaño real de la población es el doble de lo que estimamos para machos en cada mes. Se podría esperar que la población total que volaba en días soleados dentro de la zona muestreada oscilara entre 18 y 736 individuos.

Dada la gran diferencia que se observa en la fluctuación poblacional al estudiar por separado los cuatro métodos, no podemos definir una fluctuación real de la población, pues estaríamos tentados a asumir uno u otro de manera arbitraria. La mayoría de los estudios de este tipo comparan varios métodos con un solo período de muestreo, pero, para lograr comparar la fiabilidad de estos estimadores es necesario realizar más estudios comparando fluctuaciones mensuales en poblaciones de mariposas con varios métodos de estimación. De esta manera podríamos determinar si la fluctuación mostrada por los métodos es real o si las diferencias en las estimaciones de cada uno son tan grandes que sería imposible detectar la fluctuación existente en la población.

Si tomamos como “real” la fluctuación observada con el método de cuenta directa de Pollard, solo los índices de JS y Peterson concuerdan con ésta en cuatro de los cinco meses. Puesto que el JS está diseñado para poblaciones abiertas y también permite estimar la probabilidad de “supervivencia” y el recambio de individuos en la población, es conveniente adoptar la fluctuación mostrada por este método como la más acertada. El método de JS funciona mejor cuando se tiene una gran cantidad de capturas y un buen porcentaje de recapturas, por esta razón las estimaciones para los

Cuadro 3. Razón de residencia y tiempo de residencia (en días) para cada mes de muestreo.

| | $\phi_{average}$ (razón de residencia) (Scott, 1973) | Días de residencia $-(\ln \phi_{average})^{-1}$ (Cook et al, 1967) |
|--------|--|--|
| Abril | 0,06 | 0,36 |
| Mayo | 0,23 | 0,68 |
| Junio | 0,06 | 0,36 |
| Julio | 0,31 | 0,85 |
| Agosto | 0,13 | 0,49 |

meses de mayo, julio y agosto deben ser las más cercanas al tamaño de la población en esos meses (Cuadro 1).

La población estimada en el mes de julio por el JS concuerda con los largos periodos de sol intenso y poca lluvia durante el lapso de este muestreo, lo que conlleva a un alto número de capturas y recapturas (Figura 6). Además, el gran tamaño poblacional para este mes puede ser explicado como un aumento en la tasa de emergencia de imagos, reflejada en un aumento del porcentaje de individuos jóvenes (categoría *Young*) que se mantiene hasta el mes de agosto (Figura 4). Observaciones similares de Young y Thomason (1974) indican que julio y agosto son picos de emergencia para *Morpho peleides*. La estructura de edades en este estudio también muestra que el porcentaje de individuos viejos fue siempre mayor a los individuos jóvenes, esto es contrario a lo encontrado por Young y Thomason (1974) para *M. peleides* en Costa Rica.

Las mariposas marcadas se recapturaron generalmente muy cerca del lugar de su primera captura, no existieron recapturas a 3 kilómetros del sitio de estudio cuando se quiso comprobar su capacidad de dispersión. Se registraron mariposas hasta ocho días después de ser colocada la primera marca, posiblemente estas mariposas no permanecen tanto tiempo dentro del kilómetro donde se realizaron las colectas, pero si lo utilizan como vía de paso entre los chuscales donde buscan hembras y se aparean. En todos los meses la residencia estimada tuvo una duración de menos de un día, según el método de Cook *et al.* (1967) (Cuadro 3). Sin embargo los meses con mayores valores de residencia fueron mayo y julio, estos meses también presentaron un alto porcentaje de recapturas.

El porcentaje de recapturas puede ser un indicador del grado de confinamiento de una población. El porcentaje de recaptura en este estudio fue 23.68%, muy similar al 20% que encontró Young (1973) para varias especies no confinadas de *Morpho* en el Caribe y menor al 77% que obtuvieron Young y Thomason (1974) en una población confinada de *M. peleides*.

Durante el estudio encontramos dos evidencias de que *M. sulkowskyi* es atacada por aves: la primera fue una observación directa de un individuo de *Turdus fuscater* Lafresnaye & d'Orbigny que capturaba en pleno vuelo a una mariposa y la segunda fue el hallazgo de restos de las alas de por lo menos cuatro individuos bajo un árbol, lo que posiblemente está indicando que algunas aves efectúan capturas repetitivas de esta especie.

En días despejados la zona de estudio recibe rayos de sol desde las 7:00 horas; sin embargo las mariposas no empiezan a volar hasta las 9:00 horas como anota también Salazar (1998) para una población en la cordillera central. Al parecer, de 10:00 a 11:00 de la mañana es la hora más utilizada por esta especie para volar en días soleados (Figura 5). No se registraron mariposas en vuelo cuando el día estaba soleado y la temperatura ambiental era inferior a los 15 °C. Nunca se registraron mariposas después de las 15:00 horas inclusive en días soleados y temperaturas superiores a los 15 °C. En un día nublado con temperaturas superiores a los 15 °C se pueden observar individuos en vuelo.

No se encontró una correlación significativa entre la media mensual de pluviosidad y el número de capturas o recapturas debido a que unos pocos días soleados y con temperaturas altas en un mes lluvioso, pueden elevar drásticamente el número de individuos volando en la población.

En algunos estudios como el de Zúñiga *et al.* (2002), se tiende a promediar los tamaños poblacionales estimados para cada día por el método JS, para dar un solo tamaño poblacional para todo el periodo de muestreo. Puesto que esté promedio puede subestimar el tamaño real de la población, se recomienda utilizar siempre la fórmula de Watt *et al.* (1977) para dar este valor teniendo en cuenta la razón de residencia obtenida por el método de Scott (1973).

Agradecimientos

Los autores agradecen a Isaac Bedoya (Director del PNN Munchique) por las facilidades logísticas prestadas en el transcurso del trabajo; a André L. Freitas (Universidad estatal de Campinas, Brazil) por sus comentarios y revisión del manuscrito final; a Maria Dolores Heredia (Cali, Colombia) y Maurizio Bollino (Museo Civico di Storia Naturale del Salento, Italia) por sus valiosos comentarios en la elaboración del manuscrito; a Charles Muñoz por el apoyo en el trabajo de campo. Este trabajo se realizó gracias al financiamiento de la Sociedad Colombiana de Entomología (SOCOLEN) por medio de la beca para el apoyo de la investigación entomológica en las universidades colombianas versión 2003.

Referencias

- ACEVEDO C. 1994 Generalidades y reseña histórica del Parque Nacional Natural Munchique. *Novedades Colombianas (nueva época)* (6): 3-14.
- AMAT G, MIRANDA DF. 1996. Insectos, biodiversidad y conservación: ¿cómo monitorear insectos en Colombia?. *Insectos de Colombia, estudios escogidos*. Editorial Javeriana. Bogotá. 541 p.
- BERGMAN KO, LANDIN J. 2002. Population structure and movements of a threatened butterfly (*Lopinga achine*) in fragmented landscape in Sweden. *Biol Conserv* 108: 361-369.
- BROWN-JR KS, DAMMAN AJ, FEENY PP. 1981. Troidine swallowtails (Lepidoptera: Papilionidae) in South-eastern Brazil: natural history and food plants relationships. *J Res Lepid* 19: 199-226.
- BROWN-JR KS, KLITZKE CF, BERLINGERI C, RUBBO DOS SANTOS PE. 1994. Neotropical swallowtails: chemistry of foodplants relationships, population ecology, and biosystematics, In: J. M. Scriber, Y. Tsubaki & R. C. Lederhouse (eds), *Swallowtail butterflies: ecology and evolutionary biology*. Scientific Publishers, Gainesville. p 405-445.
- COOK LM, BROWER LP, CROZE HJ. 1967. The accuracy of a population estimation from multiple recapture data. *J Anim Ecol* 36: 57-60.
- COOK LM, FRANK K, BROWER LP. 1971. Experiments on the demography of tropical butterflies. I. Survival rate and density in two species of *Parides*. *Biotropica* 3: 17: 20.
- EHRlich PR. 1961. Intrinsic barriers to dispersal in checkerspot butterfly. *Science* 134: 108-109.
- EHRlich PR. 1984. The structure and dynamics of butterfly populations. En: Vane-Wright, R. I., Ackery, P. R. *The Biology of Butterflies*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. p.25-40
- EHRlich PR, DAVIDSON SE. 1960. Techniques for capture recapture studies of lepidoptera populations. *J Lepid Soc* 14: 227-229.
- FREITAS AVL. 1993. Biology and population dynamics of *Placidula euryanassa*, a relict Ithomiinae butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae). *J Lepid Soc* 47: 87-105.
- FREITAS AVL. 1996. Population biology of *Heterosais edessa* (Nymphalidae) and its associated Atlantic Forest Ithomiinae community. *J Lepid Soc* 50: 273-289.
- FREITAS AVL, RAMOS RR. 2001. Population biology of *Parides anchises nephalion* (Papilionidae) in a coastal site in southeast Brazil. *Braz J Biol* 61 (4): 623-630.
- HEREDIA MD, ALVAREZ-LÓPEZ H. (en prensa). Biología y conservación de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Nymphalidae: Morphinae) en Colombia. *Trop Lepid*.

- HEYER WR, DONELLY MA, McDIARMID RW, HAYEC LA, FOSTER MS. 1994. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for amphibians. Smithsonian institution. Washington 364 p.
- JOLLY GM. 1965. Explicit estimates from capture- recapture data with both death and migration stochastic model. *Biometrika* 52: 225-247.
- KNIGHT A, BROWER LP, WILLIAMS EH. 1999. Spring remigration of the monarch butterfly, *Danaus plexippus* (Lepidoptera: Nymphalidae) in north-central Florida: estimating population parameters using mark-recapture. *Biol J Lin Soc* 68: 531-556.
- KREBS CJ. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Oxford University. Mexico. 753 p.
- KREBS CJ. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row, Publishers. New York. 654 p.
- MENKENS GE, ANDERSON SH. 1988. Estimation of small mammals population size. *Ecology* 69: 1952-1959.
- PINTO AS, MOTTA PC. 1997. Dinâmica populacional de um grupo de borboletas transparentes (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae). In L. Leite & C. H Saito (orgs), *Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado – Trabalhos Seleccionados do 3 Congresso de Ecología do Brasil* (Brasília) Departamento de Ecología, universidade de Brasília, Brasília.
- POLLARD E. 1977. A method for assessing change in the abundance of butterflies. *Biol Conserv* 12: 115-132.
- PRIETO CH. 2003. Satirinos (Lepidoptera: Nymphalidae: Satirinae) del Parque Nacional Natural Munchique, diversidad de especies y distribución altitudinal. *Rev Colomb Entomol* 29 (2): 203-211.
- SALAZAR JA. 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* 26:113-116.
- SCOTT JA. 1973. Convergence of population biology and adult behavior in two sympatric butterflies. *Neominois ridsingii* (Papilionoidea: Nymphalidae) and *Amblycirtes simius* (Hesperoidea: Hesperidae). *J Anim Ecol* 42: 663- 672.
- SEBER GA. 1986. A review of estimating animal abundance. *Biometrics* 42: 267-292.
- SOUTHWOOD TRE. 1971. Ecological methods, with particular reference to study of insect populations. Chapman and Hall, London. 524 p.
- TYLER HA, BROWN-JR KS, WILSON KH. 1994. Swallowtail butterflies of the Americas. A study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation. Scientific Publishers. Gainesville. 376 p.
- WATT WB, CHEW FS, SNYDER LRG, WATT AG, ROTHSCHILD DE. 1977. Population structures of pierid butterflies I. Numbers and movements of some montane *Colias* species. *Oecologia* 27: 1-22.
- YOUNG AM. 1973. Notes on the comparative ethology and ecology of several species of *Morpho* butterflies in Costa Rica. *Stud Neotrop Fauna* 8: 17-50.
- YOUNG AM. 1982. Population biology of tropical insects. New York ; London : Plenum Press, 511 p.
- YOUNG AM, THOMASON JH. 1974. The demography of a confined population of the butterfly *Morpho peleides* during a tropical dry season. *Stud Neotrop Fauna* 9:1-34.
- ZUÑIGA JA, BARRERA JF, VALLE J, WILLIAMS T. 2002. Estimating population of *Idiarthron subquadratum* (Orthoptera: Tettigonidae) using mark-recapture methods in coffee plantations in Chiapas, Mexico. *Environ Entomol* 31(3): 515-522.