

## INVENTARIO DE MARIPOSAS DIURNAS (LEPIDOPTERA: HESPERIOIDEA-PAPILIONOIDEA) DE LA RESERVA FORESTAL PRODUCTORA PROTECTORA DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO BOGOTÁ (RFPP-CARB)\*

*Efraín Reinel Henao-Bañol<sup>1,2</sup> Andrés Páez<sup>3</sup> & José Vicente Rodríguez-MP.*

### Resumen

**Objetivos:** Identificar las especies de mariposas (Hesperioidea-Papilionoidea) de la Cuenca Alta del río Bogotá y especies valores objeto de conservación. **Alcance:** Inventario general de las especies y su distribución en la Reserva Forestal Productora Protectora de la Cuenca Alta del río Bogotá (RFPP-CARB). **Metodología:** El inventario se realizó con base en red entomológica, el uso de trampas Van Someren Rydon (TVSR) cebadas con camarón en descomposición, registros visuales, revisión de literatura e información de colecciones biológicas. **Principales resultados:** Se identificaron 169 especies de las seis familias de mariposas y se proponen 10 especies como valores objetos de conservación. **Conclusiones:** Este trabajo da a conocer las mariposas de la RFPP-CARB, como una de las regiones con grandes presiones y amenazas e identifica especies que pueden ser utilizadas para proponer medidas de protección y áreas para la conservación.

**Palabras clave:** Mariposas, Inventario, Objetos de conservación, Reserva Forestal Cuenca Alta del río Bogotá (RFPP-CARB).

## DIURNAL BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: HESPERIOIDEA-PAPILIONOIDEA) INVENTORY OF THE PROTECTIVE PRODUCTIVE FOREST RESERVE IN THE UPPER BASIN OF RÍO BOGOTÁ (PPFR-UBRB)

### Abstract

**Objectives:** To identify the species of butterflies (Hesperioidea-Papilionoidea) of the upper basin of the Bogota River and species values subject to conservation. **Scope:** General inventory of the species and their distribution in the protective productive forest reserve in the upper basin of río Bogotá (PPFR-UBRB). **Methodology:** The inventory was based on an entomological network, the use of Van Someren-Rydon Traps (VSRT) baited with decomposing shrimp, visual records, review of literature and information on biological collections. **Main results:** A total of 169 species of the six butterfly families were identified and 10 species are proposed as

\* FR: 4-II-18. FA: 18-IV-18.

<sup>1</sup> Posdoctorado. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. SINCHI. E-mail: eheno@sinchi.org.co.

<sup>2</sup> Investigador Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. E-mail: erhenao@unal.edu.co

<sup>3</sup> Conservación Internacional- Colombia. E-mail: cpaez@conservation.org jvrodriguez@conservation.org

### CÓMO CITAR:

HENAO-B, E.R., PÁEZ, A. & RODRÍGUEZ-M, J.V., 2018.- Inventario de mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) de la Reserva Forestal Productora Protectora de la Cuenca Alta del río Bogotá (RFPP-CARB). *Bol. Cient. Mus.Hist. Nat. U. de Caldas*, 22 (2): 144-171. DOI: 10.17151/bccm.2018.22.2.11

conservation values. **Conclusions:** This work reveals the butterflies of the PPFR-UBRB, as one of the regions with great pressures and threats, and identifies species that can be used to propose protection measures and areas for conservation.

**Key words:** butterflies, inventory, conservation objects, protective productive forest reserve in the upper basin of Rio Bogotá (PPFR-UBRB).

## INTRODUCCIÓN

Las mariposas son utilizadas frecuentemente como buenos bioindicadores debido al amplio conocimiento de su taxonomía, responden al disturbio más rápidamente que los vertebrados, lo que les da un fácil potencial de indicadores de cambio ecológico (KREMEN *et al.*, 1993). Además, por su importancia en el ecosistema, sus roles ecológicos, sensibilidad a cambios en la estructura vegetal y cobertura arbórea (BROWN & HUTCHINGS, 1997) y estar asociadas específicamente con determinados hábitats, ecosistemas, tipos de vegetación y clima (PRIETO & CONSTANTINO, 1996). Así mismo, por la facilidad de observación y técnicas de recolección en campo, como también por su especialización en nichos ecológicos y patrones biológicos/ecológicos correlacionados con ciertos ambientes y otros taxones (KREMEN *et al.*, 1993).

El reconocido papel de las mariposas como indicadores del estado de conservación, diversidad, endemismo y grado de intervención de una biota, se constituye en una herramienta importante en la conservación de hábitats (BROWN, 1981; MONTERO & ORTIZ, 2013). Algunas estrategias muy interesantes para favorecer el mantenimiento o aumento de la diversidad de las mariposas en zonas urbanas son la utilización de plantas nutricias y la conservación o restauración de zonas del bosque o bosques de galería. El manejo autosostenible, racional y amable ecológicamente, tanto de los suelos de uso agrícola y ganadero como los suelos trabajados tradicionalmente (cultivos), resultaría vital para evitar la desaparición de algunas especies, la recuperación de otras y el mantenimiento algunas poblaciones (BAQUERO *et al.*, 2011; MONTERO & ORTIZ, 2013).

Tras los últimos años, diversos procesos de perturbación natural y antrópica están ocasionando en Colombia, una disminución progresiva de los hábitats naturales, lo cual tiene un gran impacto sobre las poblaciones animales y vegetales en los diferentes ecosistemas del país (MONTERO & ORTIZ, 2013). Estos procesos conllevan a la fragmentación del hábitat y por ende de las comunidades tanto vegetales como animales en los diferentes ecosistemas montañosos, resultando un mosaico de remanentes de hábitats tanto naturales como sinantrópicos a través de toda la región andina (CORTÉS & FAGUA, 2003) donde los individuos de diferentes especies animales, no pueden cruzar de un fragmento a otro, debido a las diferentes características medioambientales

hostiles que se generan en cada uno de ellos (MONTERO & ORTIZ, 2013), como la variabilidad en los microhábitats y la posible exposición a nuevos depredadores (LOVEJOY *et al.*, 1986; ANDRADE-C, 1998).

Las mariposas diurnas han sido fundamentales en la evaluación de hábitats y por ende son organismos de gran importancia en las caracterizaciones o evaluaciones ecológicas de un lugar determinado (ANDRADE-C., 1996). Es decir, la diversidad y riqueza de especies de mariposas está dada por la diversidad florística y como resultado de procesos de coevolución (EHRlich & RAVEN, 1964).

Algunos trabajos sobre este grupo de organismos hacen mención de cómo estos organismos utilizan el hábitat ante condiciones de disturbio, como la fragmentación (BROWN & HUTCHINGS, 1997), utilización de recursos alimenticios (DEVRIES, 1987; MALLET, 1986; TOBAR *et al.*, 2002) y otros aspectos como estructura poblacional (PRIETO *et al.*, 2005), estudios que justifican el empleo de las mariposas como herramientas en la evaluación del hábitat (ANDRADE-C, 1996; ANDRADE-C., 1998).

Por otra parte, la información existente y publicada sobre mariposas para la región de la Reserva Forestal Productora Protectora de la Cuenca Alta del río Bogotá (RFPP-CARB), es aún escasa o incipiente, y a pesar del estimativo propuesto por ANDRADE-C & AMAT (1996), quienes indican cerca de 150 especies para las zonas altas (superiores a 2600 m de altitud), todos los trabajos realizados a la fecha indican máximo 22 especies. Por tanto, los ecosistemas de alta montaña como lo es la región de RFPP-CARB deben ser evaluados para establecer lugares o zonas con las mejores características de hábitat para conservar y solo se puede lograr esto, conociendo las especies existentes y sus respectivos atributos dentro del ecosistema para proponer medidas en su conservación.

Otro componente que se hace importante es el efecto de la altitud sobre la diversidad de especies, ya que al incrementar la altitud, la riqueza de mariposas disminuye pero el grado de endemismo o de especies únicas generalmente aumenta, sin embargo, solo conociendo la diversidad podremos aproximarnos a conocer estos patrones (BEGON *et al.*, 1996).

Uno de los primeros estudios sobre artropofauna asociada a la región del páramo andino en la zona de Monserrate y el páramo de Cruz Verde fue el de STURM (1978), el cual indica sólo siete especies de mariposas que se distribuyen ampliamente en la región. Los siguientes estudios que tratan las mariposas para la región son ADAMS (1986), quien hace una comparación de la fauna de mariposas entre las tres cordilleras pero la mayoría del material recolectado y consultado para la cordillera oriental es proveniente de regiones aledañas a Bogotá. También ANDRADE & AMAT (1996) realizan un

estudio para el Parque Natural Nacional Chingaza, indican un aproximado de 150 especies para la franja oriental de la Cordillera Oriental y suministran un listado de 15 especies para el área protegida.

ANDRADE (2010) realiza un informe sobre mariposas para el borde norte de Bogotá donde cita 21 especies para nueve sitios de muestreo e indica dos posibles nuevas especies.

Otros estudios generales sobre mariposas en la sabana de Bogotá incluyen la guía preliminar de insectos de Santafé de Bogotá y sus alrededores (ANDRADE-C *et al.*, 2000), quienes identifican 7 especies de mariposas diurnas. El departamento técnico administrativo del medio ambiente (DTAMA) y la corporación SUNA HISCA realizaron un estudio sobre la entomofauna del Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes, donde identificaron 15 especies (DTAMA & SUNA HISCA, 2003). MAHECHA *et al.* (2011) también realizaron un estudio del efecto de la fragmentación del hábitat sobre comunidades de mariposas de la subtribu Pronophilina a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá donde recolectaron 607 individuos, representados en 13 especies. Por último, LOAIZA (2014) desarrolla su trabajo de grado con el título “Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea), en diferentes tipos de hábitats del Corredor Ecológico del Borde Norte de Bogotá” quien encuentra 18 especies en cuatro localidades.

Todos estos trabajos nos permiten identificar vacíos de información respecto a la diversidad de mariposas para la RFPP-CARB, por lo cual nos trazamos los siguientes objetivos 1. Caracterizar la diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) presente en las diferentes unidades de cobertura vegetal natural que conforman la reserva y sus zonas de influencia, además de identificar y priorizar objetos de conservación concernientes a mariposas partir de la implementación de criterios de sensibilidad biológica, ecosistémica y geográfica.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El área de estudio correspondió a la delimitación realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Resolución No 138 de 2014 para la Reserva Forestal Protectora – Productora Cuenca Alta del Río Bogotá, que incluye un total de 94.161 ha., distribuidas en 32 municipios ubicados en diez provincias del departamento (Figura 1). En la reserva se registra un rango de precipitación entre 400 y 2200 milímetros anuales, destacándose como las zonas de menor nivel de lluvias la subcuenca río Soacha y parte de las subcuencas río Bogotá sector alto Soacha, Embalse Muña, río Bogotá Sector Tibitoc - Soacha y río Balsillas. La mayor precipitación se registra en los extremos orientales de las subcuencas Embalse Tominé y río Teusacá.



La reserva se localiza en el sector meridional de la provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental sobre diferentes formaciones geológicas pertenecientes a tres regiones estratigráficas cretácicas-paleógenas neógenas distintas, relacionadas con la proximidad a la fuente de sedimentación y a la tasa de subsidencia de acuerdo al ambiente tectónico. Estas tres regiones son la región Oriental, la región del Tequendama y oeste de la sabana de Bogotá, y la región Occidental. La región Oriental comprende mayor área dentro de la zona de estudio, las otras regiones se localizan con menor área sujetas al límite de la reserva (CAR, 2013).

En las áreas de muestreo se encuentran ecosistemas correspondientes a los biomas altoandino, subpáramo y páramo, importantes para la recarga hídrica de la cuenca y demás servicios ecosistémicos que prestan a la región. Por su ubicación geográfica, el clima que predomina en el área de estudio corresponde a frío y páramo de acuerdo con la clasificación climática Caldas-Lang (SCHAUFELBERGER, 1962). Los muestreos se realizaron entre 2500 a 3700 m de altitud, seleccionando sitios con la mejor cobertura y de mayor extensión en los biomas mencionados.

Se seleccionaron 20 municipios (Tabla 1) en los cuales se contó con ayuda de funcionarios del municipio en cuanto a logística y selección de los respectivos sitios de muestreo. Cada sitio fue muestreado durante tres días consecutivos implementando métodos estandarizados de recolección para los ejemplares biológicos, con los datos de recolección como coordenadas geográficas de cada sitio de muestreo y su altitud.

## **METODOLOGÍA**

Se emplearon para cada sitio específico de estudio un mínimo de tres días efectivos de muestreo, por una persona, usando red entomológica de mango largo en un transecto definido de 300 m; en otro transecto de 450 m se instalaron 10 trampas tipo Van Someren-Rydon (TVSR) cada 50 m, cebadas con camarón en descomposición y ubicadas por encima de 2 a 3 m (figura 2).

Las TVSR fueron revisadas periódicamente y la actividad de recolección fue realizada entre la 08:00 am y las 17:00 pm, teniendo como mínimo en total 44 horas de esfuerzo de muestreo por sitio, de acuerdo con las condiciones ambientales en el momento.

Adicionalmente se empleó el método de atracción de Ahrenholz (LAMAS *et al.*, 1993), el cual consiste en utilizar papel blanco humedecido para la atracción de ejemplares de la familia HesperIIDae, debido a su dificultad de recolección por su vuelo errático y fugaz (Figura 3).

**Tabla 1.** Sitios de muestreo en los municipios seleccionados, coordenadas geográficas y altitud.

Municipio	Latitud decimal	Longitud decimal	Altitud (m)
Bogotá D.C	4°48'13.1"	73°59'49.2"	3023
Bojacá	04°39'10.1"	74°17'10.8"	2701
Cajicá	04°56'48.1"	74°02'58.1"	2700
Chía	4°49'35.29"	74° 01'07.90"	2940
Cota	04°48'21.1"	74°07'40.8"	3050
El Tabío	4°55'57.3"	74°06'38.3"	2750
Facatativá	04°54'54.0"	74°08'30.8"	2826
Guasca	4°47'40.8"	73°54'31.22"	3050
Guatavita	04°55'26.1"	73°49'28.4"	3176
La Calera	04°45'30.6"	74°00'00.7"	2538
Sesquilé	04°58'43.0"	73°47'01.2"	3150
Soacha	04°36'01.6"	74°18'01.7"	2722
Sopó	04° 52' 10.3"	73° 55' 17.5"	3100
Subachoque	04°59'10.8"	74°10'27.1"	2941
Suesca	05°08'13.3"	73°47'52.1"	2950
Tenjo	04°53'24'.2"	74°08'51'4"	3200
Tocancipá	04°57'56.8"	73°54'49.8"	2569
Usme	04°22'54.1"	74°06'09.3"	3725
Villa Pinzón	05°12'13.8"	73°32'28.8"	3404
Zipacquirá	05°01'34.9"	73°54'56.8"	2875



**Figura 2.** Instalación de Trampas Van Someren-Rydon (TVSR).



**Figura 3.** Ejemplar de *Urbanus* sp., atraída mediante la técnica de Ahrenholz.



Finalmente se empleó un día adicional, para realizar muestreos en transectos libres o búsqueda dirigida por sitios específicos como fuentes de agua, trochas, claros en el interior y borde del bosque, con el fin de enriquecer el listado de especies para la zona.

La recolección del material biológico se realizó según el protocolo propuesto por ANDRADE-C *et al.* (2013). Para la recolección de ejemplares y debido a los lineamientos de la corporación ambiental y por ser una caracterización sólo se capturan ejemplares testigo o *voucher* de las especies comunes o ampliamente conocidas con máximo 10 ejemplares por especie, para especies difíciles de identificar en campo su recolección se realizó con la mayor prudencia posible.

### Análisis de información

Para establecer la representatividad de los muestreos y la riqueza de especies por localidad o sitio de muestreo se realizaron curvas de acumulación de especies siguiendo la propuesta VILLARREAL *et al.* (2006), la cual explica la forma de cómo realizar una muestra empleando el tiempo de recolección. Estas curvas permiten hacer comparaciones de los valores observados de la riqueza con los valores estimados más rigurosos a partir de los estimadores no paramétricos Chao1 y ICE, esto nos muestra una aproximación del porcentaje de especies que no fueron colectadas o registradas, permitiendo evaluar la efectividad del muestreo; además, los datos fueron concatenados para realizar una curva de acumulación general (VILLARREAL *et al.*, 2004), la cual fue elaborada en el programa EstimateS Win 8.2.0 (COLWELL, 2016).

Se calcularon los índices de diversidad convencionales como diversidad alfa y beta incluyendo el índice de Simpson, índice de Shannon-Wiener, el índice de Whittaker y el de complementariedad (MAGURRAN, 1983; MORENO, 2001; VILLARREAL *et al.*, 2006; WHITTAKER, 1972); se realizó un agrupamiento por similitud (*cluster analysis*) para observar afinidades empleando el programa Past 3x (HAMMER, *et al.*, 2001).

Se revisaron las colecciones mencionadas con el fin de corroborar las identificaciones y buscar nuevos registros o especies correspondientes a la zona de estudio, para complementar el listado de especies.

Finalmente se definieron algunas especies objetos de conservación (EOC) con base en los lineamientos propuestos por *The Nature Conservancy* (GRANIZO *et al.*, 2006), mediante la obtención de un valor de importancia con base en los siguientes criterios:

Frecuencia: Con base en la metodología de FÁGUA (1996) adaptada por Henao (2005-2006) y MONTERO & ORTIZ (2014) se obtuvo según la frecuencia de las observaciones en todos los muestreos y se clasificaron así: especies abundantes con más de 10 registros (2,5), especies comunes entre 6-10 registros (5), especies escasas entre 2 a 5 registros (7,5) y especies raras con sólo un 1 registro.

**Endemismo:** Cada especie se caracterizó si era o no endémica para el país. Endémicas (10), no endémicas (1).

**Escala del endemismo:** Con base en información secundaria y mediante los criterios dados por GRANIZO *et al.* (2006), se asignó varias categorías según el tipo de endemismo así: endemismo local (10), endemismo intermedio (7,5), endemismo grueso (5) y endemismo regional (2,5).

**Carisma:** Capacidad de agradar según su belleza (aunque la belleza es subjetiva) donde podemos indicar que las cosas u objetos coloridos agradan mejor que los objetos oscuros o discretos, por lo cual las especies se clasificaron así: especies oscuras o muy discretas (0), especies con colores suaves o discretos (5), especies muy vistosas o bien coloridas (10).

**Amenaza:** Se consultó información sobre categoría de amenaza para cada una de las especies. Especies no amenazadas (0) y especies amenazadas (10).

**Información:** Para cada especie se revisó la cantidad y calidad de información publicada desde la descripción taxonómica, revisiones de grupos e información biológica y acudiendo al principio de máxima precaución invertimos los valores, dando las siguientes categorías: sólo información taxonómica (10), revisiones y datos de distribución (5), información taxonómica, distribución e información biológica (1).

**Cantidad en colecciones biológicas:** Con base en información personal del primer autor y con ayuda de curadores e investigadores del grupo Lepidoptera, de las principales colecciones regionales y visitas personales a cada una de ellas (ICN, Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Universidad Francisco José de Caldas y Universidad de la Salle, se consolidó información sobre la cantidad de ejemplares depositados en diferentes instituciones, para las especies estudiadas así: escasa: menos de 20 ejemplares en colecciones biológicas (10), Regular: entre 11 y 30 ejemplares en colecciones (7,5), Buena: entre 30 a 50 ejemplares en colecciones biológicas (5) y Excelente: Mas de 50 ejemplares en colecciones biológicas.

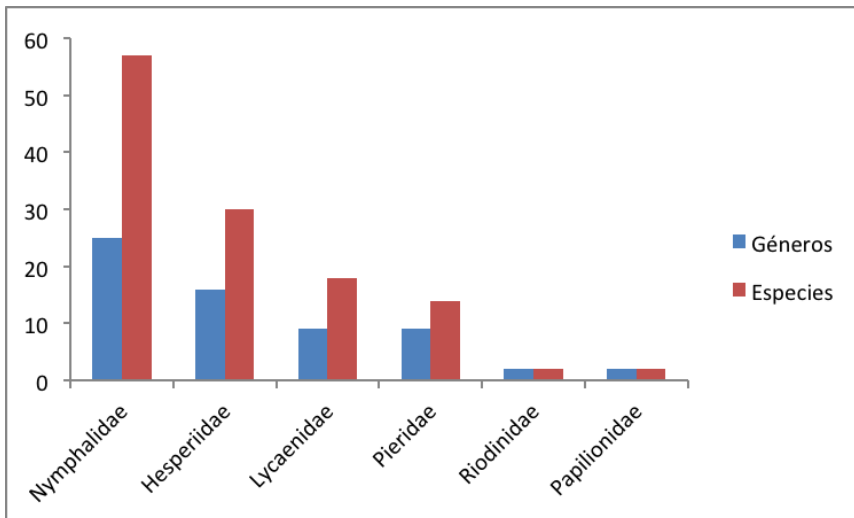
Del total de las especies obtenidas se seleccionaron las 10 especies con mayor valor de importancia como las especies objetos de conservación. Este se obtuvo mediante la sumatoria de cada uno de los valores de cada criterio dividido por el total de criterios como lo explica GRANIZO *et al.* (2006). Es de aclarar que no se tuvieron en cuenta especies sin determinación taxonómica correcta o especies posiblemente nuevas para la ciencia, debido a la falta de información inherente que es necesaria para proponerlas como objetos de conservación. Al tiempo se determinó, con base en trabajo de campo y ayuda de las formaciones vegetales, los tipos de hábitat de cada una de las especies propuestas.

Es de indicar que sólo los ejemplares recolectados con red entomológica en los diferentes transectos de longitud definida y con las TVSR hicieron parte del análisis. Los ejemplares recolectados manualmente, con red entomológica provenientes de los muestreos simples, esporádicos o en transectos no definidos o los ejemplares de colección, sirvieron para enriquecer el inventario general de especies.

## RESULTADOS

Se presentaron 1130 registros (1029 ejemplares y 93 registros visuales) de seis familias 63 géneros y 169 especies (122 especies recolectadas en los muestreos, 10 especies registradas visualmente, un registro fotográfico y adicionalmente 115 registros de 33 especies proporcionadas por la consulta de colecciones biológicas. (Anexo 1). Es de aclarar que el análisis de información fue realizado exclusivamente con las especies recolectadas en el muestreo (122), las demás especies hicieron parte del listado general.

La familia con mayor número de registros fue Nymphalidae (645), con 25 géneros y 57 especies, seguida por Hesperidae con 168 registros, 16 géneros y 30 especies, Lycaenidae presentó 148 registros, 9 géneros y 18 especies, la familia Pieridae presentó 161 registros con 9 géneros y 14 especies y finalmente cinco registros para la familia Riodinidae con dos especies y tres registros de la familia Papilionidae correspondientes a dos especies (Figura 4).



**Figura 4.** Riqueza de especies y géneros por familia en la RFPF CARB.

Las especies con mayor número de ejemplares para la familia Nymphalidae fueron *Altopedaliodes cocytia cocytia* (C. Felder & R. Felder, 1867) (54), *Pedaliodes phoenissa* (Hewitson, 1862) (53), y *Pedaliodes polla* Thieme, 1905 (50); el resto de especies presenta menos de 50 registros. Para la familia Hesperidae, las especies con mayor número de registros fueron *Dalla connexa* Draudt, 1923 y *Dalla caenides* (Hewitson, 1868) con 15 registros respectivamente. Para la familia Pieridae la especie con mayor abundancia fue *Leptophobia eleone* (Doubleday, 1847) con 23 registros y finalmente para la familia Lycaenidae la especie más abundante fue *Penaincisalia loxurina* (C. Felder & R. Felder, 1865) con 23 registros.

Se registraron múltiples especies con un solo individuo, de los cuales se destaca a *Pterourus cacicus cacicus* (Lucas, 1852), especie en categoría de amenaza (EN), que según CONSTANTINO & ANDRADE-C. (2007), su principal amenaza es la destrucción de su hábitat, dada por la expansión de la frontera agrícola y ganadera que se pudo comprobar a lo largo de la RFPP-CARD, junto con la expansión urbana, especialmente cerca a los cerros orientales y en los municipios del sur y occidente.

Los municipios con mayor número de especies fueron El Tabio que presentó 45 especies, seguido de La Calera con 36, Soacha con 33 y Facatativá con 31. El resto de municipios oscila entre 9 a 23 especies, cabe resaltar que los municipios de Bojacá y Tocancipá presentan una sola especie, pero esto es debido a la falta de muestreo porque las condiciones ambientales no permitieron la recolección adecuada de los ejemplares en estos municipios (Figura 5).

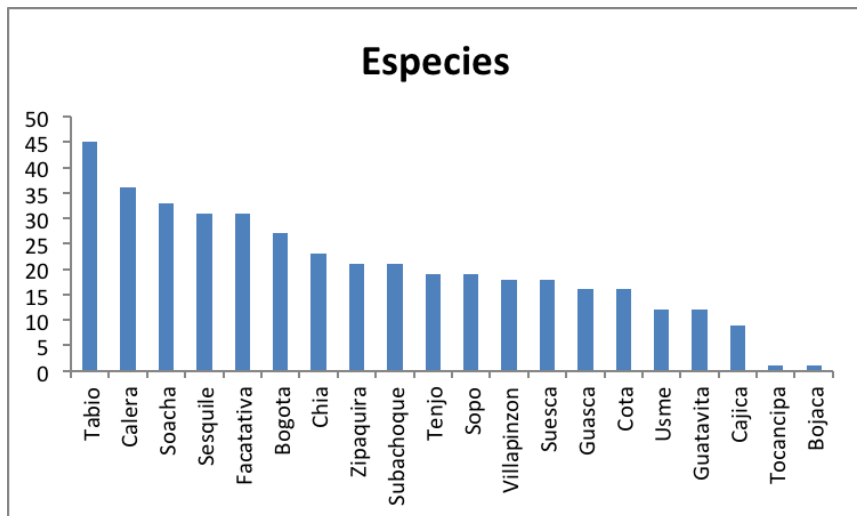
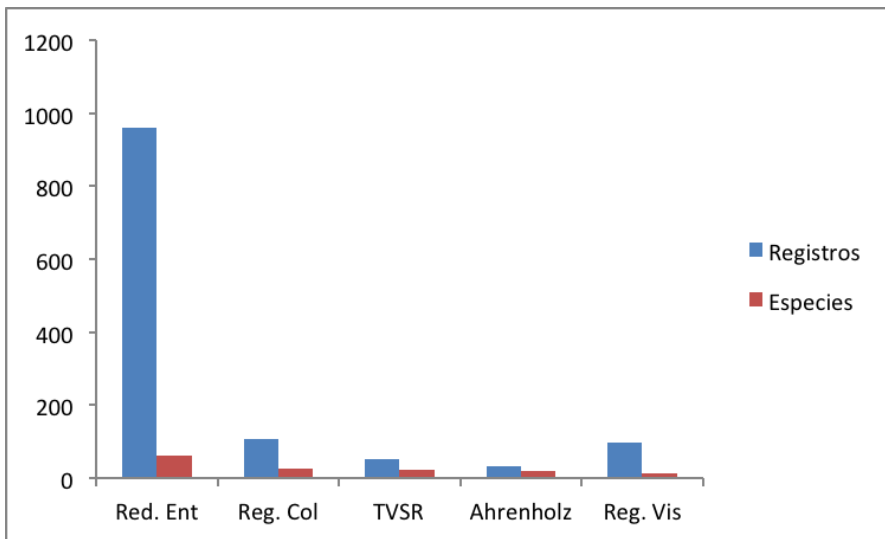


Figura 5. Número de especies por localidad estudiada.

Respecto al muestreo con base en cada técnica de recolección de datos o registros, la recolecta mediante red entomológica (961 registros, 63 especies) fue la que proporcionó mejores resultados, seguida por la consulta de ejemplares en las colecciones biológicas, el registro visual, el empleo de las TVSR y finalmente la técnica de Ahrenholz, demostraron que todas estas técnicas son complementarias para la obtención de un buen inventario de la zona de estudio (figura 6). La captura de ejemplares en transectos libres también contribuyó con ampliar el listado de especies el cual fue de 27 especies. Cada técnica presentó pocas especies compartidas, sin embargo, esto indica la importancia de emplear diferentes técnicas para consolidar un buen listado de especies de un lugar determinado.



**Figura 6.** Número de registros y especies por técnica de recolección de datos.

El bosque altoandino conservado predomina como formación vegetal más importante en la conservación de especies de la RFPP- CARB y las asociaciones más importantes a este bosque son chuscales (*Chusquea* aff. *scandens*, *C. tessellata* Munro y áreas con recursos hídricos (ríos y quebradas). Otras asociaciones importantes son el subpáramo y páramo con asociaciones de *Calamagrostis* (pajonales), por último las zonas abiertas y de borde del bosque seco.

### Estimación de la riqueza de especies

Las curvas de acumulación de especies por cada sitio muestreado indicaron que los muestreos con mayor eficiencia fueron La Calera y Zipaquirá con un esfuerzo de

muestreo entre el 70 al 85% según los estimadores Chao 1 y ACE, los demás muestreos oscilaron entre un 50 al 65%. Lo que está indicando que falta esfuerzo de muestreo para el proyecto en general. Un factor importante fue la disparidad del muestreo por las condiciones climáticas que afectaron negativamente algunas salidas de campo, ya que la fragilidad de las alas de las mariposas, las hace susceptibles a las gotas de agua, por lo que estos animales requieren refugios donde es muy complicado muestrear (pajonales o vegetación densa). Además, su grado de camuflaje es muy alto y son casi imperceptibles cuando su comportamiento es pasivo en la naturaleza.

La curva de acumulación de especies para el muestreo en total (figura 7) nos indica que el esfuerzo de muestreo según los estimadores Chao 1 y ACE es de 73% y 83%. Se indica que el muestreo fue representativo, pero aún existen especies por registrar. Es común que en muestreos de corta duración y con condiciones atmosféricas inestables no se alcance una curva por encima del 90%, lo que podemos indicar que este muestreo estuvo acorde al trabajo de campo y a las condiciones imperantes de cada uno de los sitios de recolección.

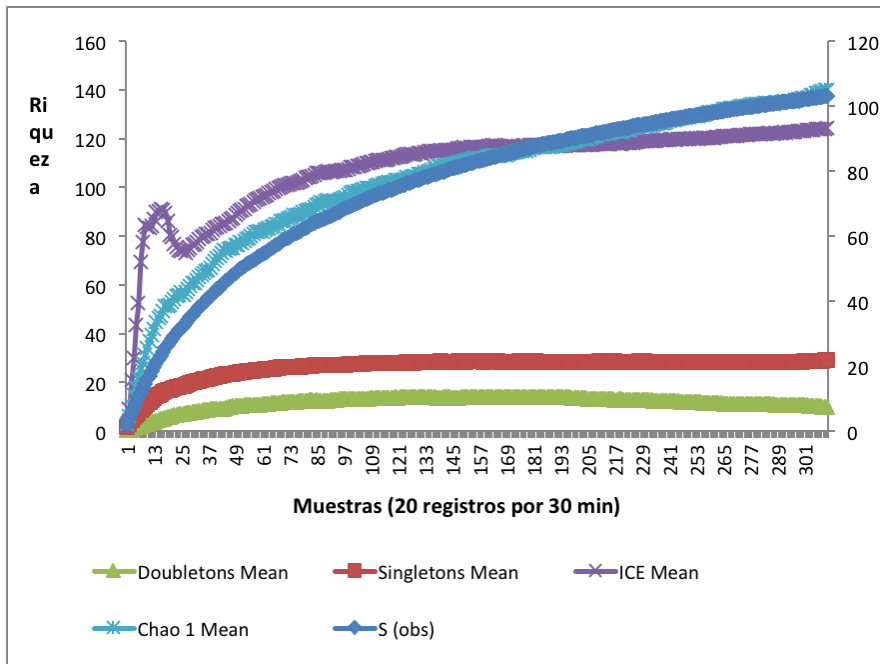


Figura 7. Curva de acumulación de especies para RFPP-CARB.

## Rarefacción individual

Lo anterior puede ser contrastado con la gráfica de curvas independientes mediante rarefacción individual (Figura 8) que nos indica la gran diferencia entre muestreos. Esta gráfica permite visualizar en general todo el muestreo y es posible ver la disparidad en la recolección de ejemplares.

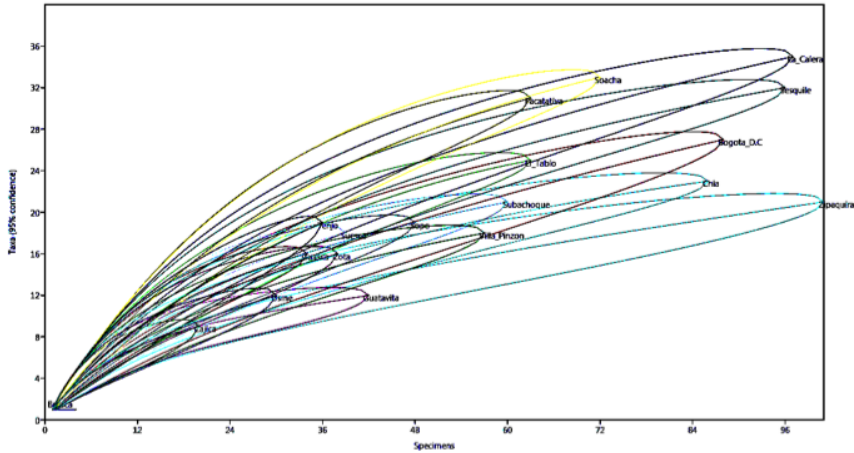


Figura 8. Curvas independientes por rarefacción individual.

## Índices de diversidad

La diversidad alfa para toda la cuenca alta del río Bogotá fue de 122 especies según los muestreos (169 especies en total), pero con base en el bajo número de ejemplares recolectados en algunas salidas de campo, se puede indicar que la diversidad actual es mucho mayor, por lo que hace falta mejorar o incluso continuar con los muestreos en algunas localidades o explorar con mayor esfuerzo los polígonos marcados durante el presente estudio.

Según el índice de Simpson las localidades con mayor representatividad o de mayor valor de importancia fueron Facatativá y Soacha con 0,9584 y 0,9576 respectivamente. Las demás localidades presentaron valores entre 0,8759 y 0,4932, lo que indica el bajo número de especies para el resto de las localidades. El índice de Shannon nos indica que Facatativá (3,297), es la zona de muestreo más diversa frente a las demás localidades, seguida de La Calera y Sesquilé con valores de 3,297 y 3,131 respectivamente. El resto de localidades presentó valores inferiores a 2,4457. Con respecto a la diversidad beta, el índice de Whittaker nos indica que hay un recambio de especies por localidad cerca al 44% (4,3985), lo que indica comunidades propias en las zonas estudiadas a pesar de similitud en riqueza.

### Clúster análisis

En el análisis clúster (figura 9) se puede observar dos grandes grupos de localidades con afinidades faunísticas entre las cuales sobresalen la asociación entre los municipios más secos como Suesca, Tenjo, Tocancipá y Usme asociados con Villa Pinzón y a su vez con Zipaquirá. El otro grupo corresponde a localidades mucho más húmedas como Bogotá, Chía, Cota y Tabio entre otras. Existen anidaciones internas que reflejan más las asociaciones como por ejemplo Guasca-Guatavita y Soacha-Sopó.

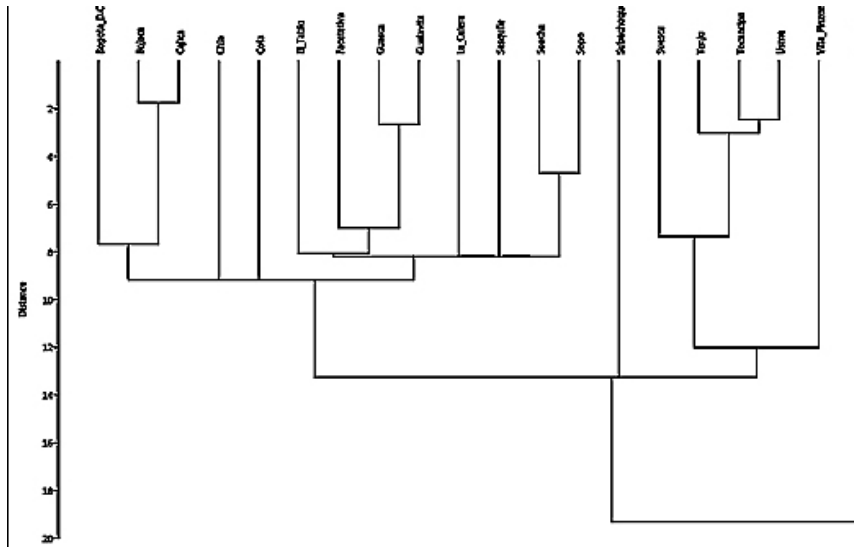


Figura 9. Dendrograma de similitud (*Cluster analysis*) para las localidades del presente estudio.

### Especies objetos valores de conservación (VOC)

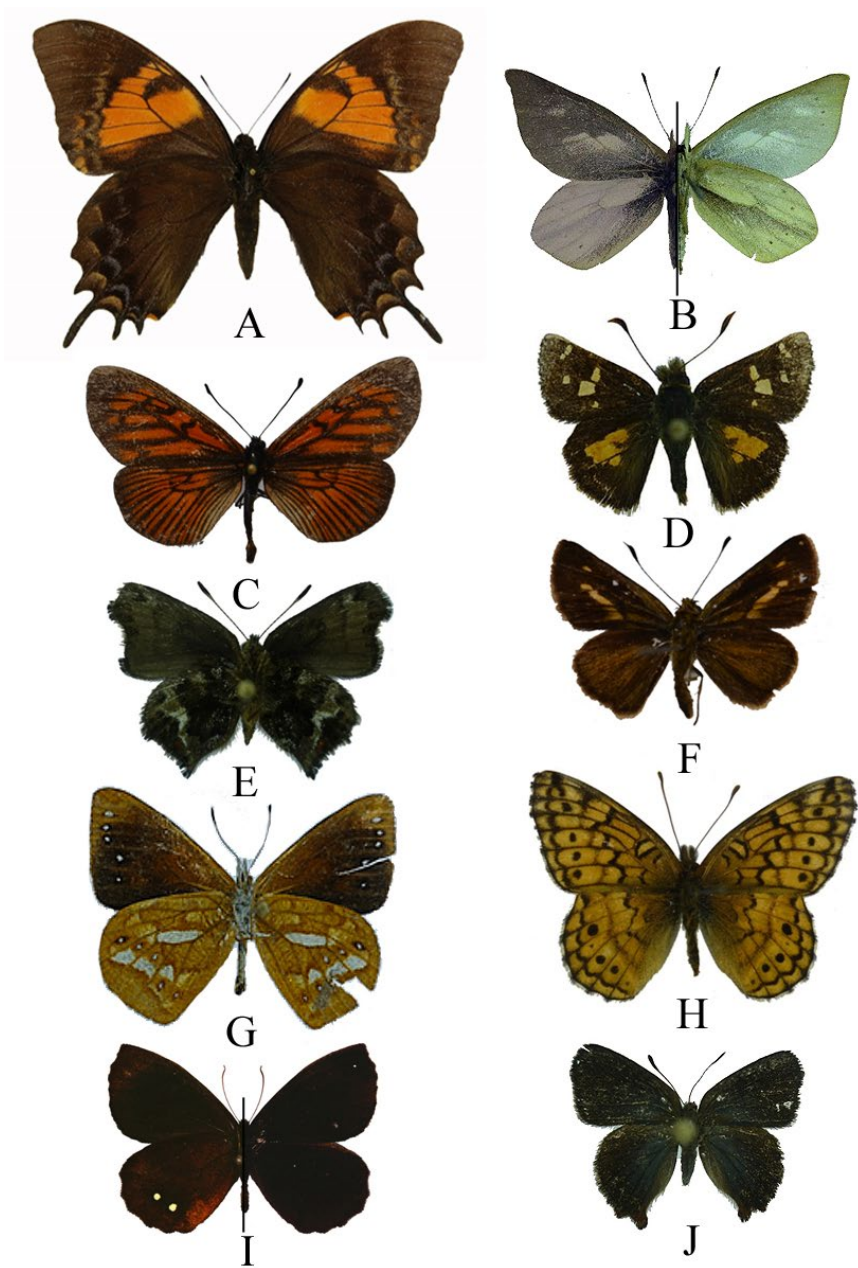
Según el orden jerárquico de los 10 mayores índices de valor de importancia se identificaron las especies (tabla 2, figura 10), donde *Pterourus cacicus cacicus* (Lucas, 1852) es el primer representante de las especies VOC, por ser una especie amenazada y se desconoce el estado de sus poblaciones, de igual manera todas las especies propuestas presentan alguna amenaza que las puede llevar al borde de la extinción, inicialmente desde lo poblacional hasta la desaparición de la propia especie y más teniendo en cuenta que la mayoría son endémicas regionales, lo que significa que su área de distribución es restringida y pequeña, lo que amerita realizar estudios que determinen el tamaño poblacional y del área de distribución. Muchas de las especies listadas presentan las mismas condiciones de las especies seleccionadas; sin embargo, la escogencia estuvo relacionada con el máximo valor del índice de importancia, pero no significa que son menos importantes que las escogidas en este estudio.



Dentro de las amenazas detectadas en el trabajo de campo el desarrollo industrial, la expansión urbana junto con la frontera agrícola y la introducción de especies exóticas fueron las principales amenazas a los ecosistemas y por ende a las especies.

**Tabla 2.** Especies de mariposas propuestas como objetos de conservación para la RFPP-CARB.

Familia	Nombre científico/Autor	Hábitat	Valor de importancia	Posición
Papilionidae	<i>Pterourus cacicus cacicus</i> (Lucas, 1852)	Bosque alto andino conservado	8,9	1
Nymphalidae	<i>Lymanopoda mirabilis</i> Staudinger, 1897	Páramo/Chuscales	8,2	2
Nymphalidae	<i>Altinote eresia eresia</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	Bosque alto andino conservado	7,9	3
Hesperiidae	<i>Dalla genes saleca</i> (Mabille, 1898)	Bosque alto andino Subpáramo/Páramo (Pajonales)	7,9	4
Lycaenidae	<i>Thaides xavieri</i> (Le Crom & K. Johnson, 1997)	Páramo	7,9	5
Hesperiidae	<i>Parphorus paramus</i> (E. Bell, 1947)	Subpáramo/Bosque altoandino.	7,9	6
Nymphalidae	<i>Lymanopoda lebbaea</i> C. Felder & R. Felder, 1867	Bosque altoandino conservado.	7,9	7
Nymphalidae	<i>Euptoieta bogotana</i> Staudinger, 1885	Bosque altoandino de áreas secas y abiertas	7,5	8
Nymphalidae	<i>Neopedaliodes zipa</i> (Adams, 1986)	Bosque alto andino-Chuscal	7,1	9
Lycaenidae	<i>Penaincisalia swarthea</i> (Le Crom & K. Johnson, 1997)	Subpáramo ( <i>Hilltoping</i> )	7,1	10



**Figura 10.** Especies propuestas como OVC en la RFPP-CARB. A. *Pterourus cacicus cacicus*; B. *Lymanopoda mirabilis*; C. *Actinote eresia*; D. *Dalla genes saleca*; E. *Thaeides xavieri*; F. *Parphorus paramus*; G. *Lymanopoda lebbaea*; H. *Eupioieta bogotana*; I. *Neopedaliodes zipa*; J. *Penaincisalia swarthea*.

## Especies de interés, nuevos registros o especie nuevas

Dos especies nuevas (HENAO *et al.*, 2017 a, b), un nuevo género en preparación (PRIETO *et al.* en prep.) posiblemente relacionado con el género *Arzecla* (Com. Pers), tres especies en estudio con alta posibilidad de ser nuevas especies, un nuevo registro para el país y una lista general de 169 especies es la información generada al momento para la RFPP-CARB. El nuevo registro para Colombia corresponde a *Serdis stadius* (Plötz, 1883), especie sólo citada para Venezuela. Las especies en estudio corresponden a los géneros *Cyanophrys* (Lycaenidae) y *Pedaliodes* (Nymphalidae).

### Datos de interés

Mediante una discusión formal y personal con Oscar Mahecha se concluyó que en el género *Lymanopoda* se cuenta con varias subespecies, las cuales deberían ser tratadas como verdaderas especies debido a que los datos de distribución así lo indican, tales casos corresponden a *Lymanopoda ionius* Westwood, 1851; *Lymanopoda excisa* Weyerer, 1911; *Lymanopoda labda* Hewitson 1861 y *Lymanopoda lebbaea* C. Felder & R. Felder, 1867. Al igual que muchas de las subespecies de la subfamilia Satyrinae deberían ser revisadas y tratadas como lo propuesto anteriormente.

Un análisis sobre las especies determinó que 74 especies son endémicas, de las cuales 37 especies corresponden a endemismos regionales y 37 a endemismos nacionales (Anexo 1), que desde el punto de vista biológico-ecológico deberían ser especies con prioridad en programas para la conservación, por su vulnerabilidad ante las diferentes presiones y amenazas.

## DISCUSIÓN

Se puede indicar como lo menciona AMAT & ANDRADE-C (1996), que los bosques altoandinos son importantes hábitats de mariposas diurnas y es indiscutible la gran diversificación del grupo en comparación con la diversidad en páramos y subpáramos. Estos mismos autores indican que en la cadena de páramos de la Cordillera Oriental se presenta la mayor riqueza de especies y el más alto número de endemismos, datos que son soportados en este trabajo donde el número de especies total fue de 169 especies para la RFPP-CARB y con una tasa de endemismo de 43%.

Los datos de riqueza de especies de mariposas para la Cordillera Oriental fueron similares a la riqueza de toda la cuenca e incluso superiores en algunos taxa así, el estimativo de Amat & Andrade-C., (1996) indican 28 especies para la familia Hesperidae y en este trabajo se reportaron 35 especies. Citan 26 especies de Papilionidae para toda la cordillera oriental y en este estudio solo se pudo confirmar la presencia de dos especies, una de las cuales se encuentra en categoría de amenaza (EN), en cuanto a la familia Pieridae indica 19 especies y en este trabajo se reportan 18.

Un dato muy interesante es que no hay registro de especies para las familias Lycaenidae y Riodinidae, en este trabajo se registran 19 especies, para la primera y dos especies para la segunda. Por último, estos autores estiman la presencia de 55 especies de Nymphalidae y en este trabajo reportamos 85 especies. Todo lo anterior nos permite indicar que la riqueza de mariposas de la RFPP-CARB, aun siendo afectada por las diferentes presiones y amenazas, continúa siendo alta. Esto se refleja con la presencia de dos nuevas especies correspondientes a los géneros *Altopedaliodes* (Nymphalidae) y *Wahydra* (Hesperiidae), un nuevo género (Prieto en prep.), un nuevo registro para el país correspondiente a *Serdis stadius* (Plötz, 1883) y otras dos especies en estudio con probabilidad de ser nuevas especies.

Al revisar estudios correspondientes a diversidad de mariposas en paisajes altoandinos que pudieran ser comparativos con el presente trabajo nos damos cuenta que no es correcto comparar con datos de otras cordilleras (MARÍN *et al.*, 2014; MARÍN *et al.*, 2015; o con estudios muy puntuales (MONTERO & ORTIZ, 2013, HENAO & STYLES, 2017). El único trabajo parcialmente similar fue desarrollado por OLARTE-QUÍÑÓNEZ *et al.* (2016) en los andes nororientales de Norte de Santander, los cuales recolectaron 1.078 individuos adultos de mariposas de la superfamilia (Papilionoidea), distribuidos en cinco familias, 13 subfamilias, 17 tribus, 40 géneros y 69 especies. Sin embargo, este trabajo se realizó durante nueve meses, julio–noviembre de 2014 y mayo–agosto de 2015, con muestreos de diez días por mes en dos sitios y cinco días por sitio, donde se establecieron estaciones a lo largo de un gradiente altitudinal de 500 m con un esfuerzo de muestreo de 810 horas/hombre y trabajaron en ambientes de bosque altoandino con páramo y subpáramo en bosques naturales densos y transformados, con arbustales-matorrales; áreas agrícolas y pastos enmalezados, lo que difiere de nuestro trabajo el cual fue desarrollado en una matriz periurbana de bosque alto andino con páramo y subpáramo, pero con presiones antrópicas muy diferentes al indicado como el desarrollo industrial, la expansión urbana entre otras ya mencionadas.

## CONCLUSIONES

Este trabajo consolida uno de los primeros estudios con mayor número de especies para la RFPP-CARB, marcada por fuertes presiones y amenazas que afectan la riqueza de mariposas en el área.

La RFPP-CARB está sujeta a un rápido aumento en la demanda de recursos, enfrentando una serie de amenazas y presiones cada vez más graves, como el agotamiento de sus recursos hídricos, la expansión de la frontera agrícola la industrialización, la introducción de especies exóticas, el sobrepastoreo del ganado, la degradación de algunos ambientes conservados y en algunas zonas la cacería ilegal de especies silvestres.

El desarrollo industrial y la expansión urbana en ciertos polígonos son incontrolables, por lo que algunos ecosistemas como el bosque seco están en grave peligro de extinción y por ende con graves problemas para su conservación.

Se hace imperativo proponer medidas de conservación y preservación de ciertas áreas de la reserva con el fin de garantizar la diversidad de mariposas diurnas, especialmente en los municipios de Villapinzón, Suesca, Chía y Sesquilé.

Los patrones de diversidad de mariposas diurnas no se asemejan con otros estudios realizados (OLARTE-QUINÓNEZ *et al*, 2016; MONTERO & ORTIZ, 2013) especialmente por falta de información y poco conocimiento en los diferentes hábitats de bosque altoandino, subpáramo y páramo, siendo el primer estudio que resalta la gran diversidad de la RFPP-CARB.

La diversidad general de mariposas diurnas (169 sp.), hacen de la reserva uno de los sitios con gran diversidad y mayor interés para la conservación en el departamento de Cundinamarca; por ende, es necesario aunar esfuerzos para el estudio de poblaciones de diferentes especies, principalmente las endémicas y con algún grado de amenaza como el caso de *Pterourus cacticus cacticus*.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos agradecer a todo el equipo de fauna de Conservación Internacional (CI), especialmente a Emma Yicel Galindo, Karina Gutiérrez, Alejandro Pinto y Simón Quintero por la logística y ayuda en recolección de ejemplares. ERHB agradece al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, especialmente a M. Gonzalo Andrade-C., por permitir la consulta de la colección y recibir los ejemplares capturados. A Michel Bejarano y Carlos Gantiva quienes ayudaron en el montaje y organización del material, a Paola Triviño por suministrar algunos datos que aportaron a la lista de especies. A Oscar Mahecha por sus aportes y consideraciones. A los curadores de las colecciones consultadas en su debido momento, especialmente a Dimitri Forero del Museo Javeriano de Historia Natural de la Universidad Pontificia Javeriana, a Fernando Sarmiento de las colecciones Zoológicas - Museo de La Salle- Bogotá, a Alexander García de la Colección de Artrópodos y otros Invertebrados de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Bogotá, a Emilio Realpe del Museo de Historia Natural - Universidad de los Andes, finalmente a Curtis J. Callaghan por suministrar información personal que ayudó a concluir el listado de las especies.

## REFERENCIAS

- ADAMS, M.J., 1986.- Pronophilina butterflies (Satyridae) of the three Andean Cordilleras of Colombia. *Zool. J. Linn. Soc.* 87: 235-320.
- AMAT-GARCÍA G., ANDRADE-C., M. G., Y AMAT-GARCÍA E., 2007.- Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia, Bogotá, Colombia, *Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia.*
- ANDRADE-C., M.G. & AMAT, G. 1996.- Estudio regional de las mariposas altoandinas en la Cordillera Oriental de Colombia. Capítulo VII. En Andrade C. M. G. Amat G. G. y Fernández F. Insectos de Colombia, Estudios Escogidos. En: Colección Jorge Álvarez Lleras No. 10. *Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* Bogotá. 149-180.
- ANDRADE-C., M-G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadores del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 22(84): 407-421.
- ANDRADE-C., M.G. 2010. Mariposas Capítulo 7 11 p. Proyecto corredor borde norte de Bogotá. FASE I. Convenio Interadministrativo de Asociación No. 748 de 2009. Universidad Nacional d Colombia. *Instituto de Estudios Urbanos.* Bogotá.
- ANDRADE-C., M.G. 2011. Estado del conocimiento de la Biodiversidad en Colombia y sus Amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* volumen xxxv, número 137-Diciembre.
- ANDRADE-C., M.G., HENAO BAÑOL, E.R. TRIVIÑO, P. 2013. Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea – Papilionoidea) *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 37 (144): 311-325.
- BAQUERO, E., MORAZA, M.L., ARIÑO, A.H. & JORDANA. 2011.- Mariposas diurnas de Pamplona. Ayuntamiento de Pamplona: *Gráficas IRATXE.* 137p.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 1996.- Ecology: Individuals, Populations and Communities. 3rd ed. *Blackwell Science,* Oxford, UK.
- BROWN, K.S. 1991.- Conservation of neotropical paleoenvironments: Insects as indicators En. N. M. Collins y J. A. Thomas. (Ed.) *Conservation of Insects and their Habitats.* Press, London.
- BROWN, K.S. 1981. Contribución del conocimiento de los lepidópteros neotropicales a la biogeografía. Simposio y Conferencias, *IV Congreso latinoamericano de Entomología* (Maracay). p. D70-D93.
- BROWN, K.S. Jr. & HUTCHINGS, R.W., 1997.- Disturbance, fragmentation, and the dynamics of diversity in Amazonian forest butterflies. In: W. F. Laurance y R. O. Jr. Bierregaard (Ed.) *Tropical Forest Remnants - Ecology, Management and Conservation of Fragmented Communities.* (pp. 91-110) Chicago, USA: University of Chicago Press.
- CAR. 2013.- Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. *Secretaría Distrital de Ambiente.* Alcaldía Mayor de Bogotá. 273 p.
- COLWELL, R.K. 2016. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples (Versión 9.1). Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstUsersGuide/EstimateUsersGuide.htm>.
- CONSTANTINO, L.M. & ANDRADE-C., M.G. 2007.- En: Amat, G.; Andrade, M. G.; Amat, E. (Eds.). Libro Rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto Alexander Von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá. 216 p.
- CORTÉS, C. & FAGUA, G. 2003. Diversidad de arañas de estrato rasante en transectos borde-interior de un bosque del piedemonte cordillerano (Medina, Cundinamarca). *Rev. Col. Ent.*, 29 (2): 113-120.
- DTAMA & SUNA HISCA. 2003. Entomofauna. Asesoría técnica agroambiental para la apropiación y consolidación del parque ecológico distrital Entrenubes a partir de la formulación del plan de ordenamiento y manejo. Tomo I, Capítulo 14. *Inventario preliminar asociado al Parque Entrenubes: una aproximación a su diagnóstico ambiental.* p.1-398-I-426. Disponible en: <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones>.
- DE VRIES, P.J. 1987.- The butterflies of Costa Rica and their Natural History. Papilionidae. Pieridae. Nymphalidae. Nueva Jersey, EEUU, Princeton.
- DE VRIES, P.J., WALLA, T.H. & GREENEY, H.F. 1999.- Species diversity in spatial and temporal dimenions of fruit-feeding butterfly from tow Ecuadorian rainforest Forest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 68, 333-353.
- EHRlich P. & RAVEN P. 1964.- Butterflies and plants: a study in coevolution. *Evolution* 18: 586-608.
- FAGUA, G. 1996.- Comunidad de mariposas y artropofauna asociada con el suelo de tres tipos de vegetación de la Serranía del Tairara (Vaupés, Colombia). Una Prueba del Uso de las Mariposas como Bioindicadores. *Revista Colombiana de Entomología*, 22 (3): 143-151.
- GARCÍA-ROBLEDO C. CONSTANTINO, L.M., DOLORES, H.M. & KATTAN, G. 2002. Guía de campo: Mariposas comunes de la cordillera Central de Colombia. Cali, Colombia, *Wildlife Conservation Society y Feriva S.A.*
- GRANIZO, T; MOLINA, M.E; SECAIRA, E.; HERRERA, B; BENÍTEZ, S.; MALDONADO, O; LIBBY, M; ARROYO, P; ÍSOLA, S. & CASTRO, M. 2006.- Manual de Planificación para la Conservación de Áreas, PCA. Quito, EC, TNC / USAID.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D., 2001.- PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaentologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- HENAO-B. E.R. 2005.- Aproximación a la distribución de mariposas del departamento de Antioquia (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae: Lepidóptera) con base en zonas de vida. *Boletín Científico - Museo de Historia Natural*, 10, 279-312.
- HENAO-B., E.R. 2006.- Mariposas (Lepidoptera: Hesperoidea y papilionoidea) en Caracterización de la biodiversidad, Proceso Corredor Biológico entre los PNN Puracé y Cueva de los Guacharos (Huila), Colombia. Grupo de Monitoreo y Exploración Ambiental (GEMA). *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.* Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/>
- HENAO-B., E.R., GAVIRIA, F.G. & SALAZAR, E.J. A., 2017a.- Descripción de una nueva especie de mariposa del género *Wahydra* Steinhäuser (Lepidoptera: Hesperidae: Hesperinae: Anthoptini) para Colombia. *Biota Colombiana.* Vol. 18, No. 1 (24) 192-197.

- HENAO-B., E.R., PAEZ, A. & RODRÍGUEZ-M. 2017b. Una nueva especie de *Altopedaliodes* Forster, 1964 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) de la Cuenca Alta del río Bogotá, Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos de Historia Natural* 21(1): 217-225.
- KREMEN C., COLWELL R., ERWIN T., MURPHY D., NOSS R. & SANJAYAN M. 1993.- Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology*, 7(4), 796-808.
- LAMAS, G., MIELKE, O.H.H. & ROBBINS, R.K., 1993.- The Ahrenholtz technique for attracting tropical skippers (Hesperiidae). *J. Lepid. Soc.* 47(1):80-82.
- LOAIZA, S.M. 2014. Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperoidea), en diferentes tipos de hábitats del corredor ecológico del borde norte de Bogotá. Tesis: U.D.C.A., *Facultad de Ciencias Ambientales*.
- LOVEJOY, T., BRERREGAARD, A., RYLANDS, J., MALCOM, C., QUINTELA, L., HARPER, K., BROWN Jr., A., POWELL, G., POWELL, R., SCHUBART, & HAYS, M. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments (in) SODLE, M.E. (ed.) *Conservation Biology*. The Science of scarcity and diversity. Sunderland, Massachusetts: Sinauer. 285p.
- MAHECHA, O.J. DUMAR-RODRÍGUEZ, J.C. & PYRCZ, T.W. 2011.- Efecto de la fragmentación del hábitat sobre las comunidades de Lepidoptera de la tribu Pronophilini a lo largo de un gradiente altitudinal en un bosque andino en Bogotá (Colombia) (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae) *SHILAP*, 39. Marzo, 117-126
- MAGURRAN, A.E, 1983.- Diversidad ecológica y su medición. Barcelona, España, Ediciones, VEDRA.
- MALLET, J. 1986. Hybrid zones of Heliconius butterflies in Panama and the stability and movement of warning colour clines. *Heredity*, 56: 191-202.
- MARÍN, M.A., ÁLVAREZ, C.F, GIRALDO, C.E., PYRCZ, T.W., URIBE, S.I. & VILA, R. 2014. *Mariposas en un bosque de niebla andino periurbano en el valle de Aburrá, Colombia*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 200–208.
- MARÍN, M.A., GIRALDO, C., MARÍN, A., ÁLVAREZ, C.F & PYRCZ, T.W. 2015. Differences in butterfly (Nymphalidae) diversity between hillsides and hilltop forest patches in the northern Andes. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 50(3): 194–203.
- MORENO, C.E., 2001.- Métodos para medir la biodiversidad. *MyT-Manuales y Tesis SEA*, 1, 84.
- MONTERO, A.F, & ORTIZ P.M.- 2013. Aporte al conocimiento para la conservación de las mariposas (Hesperoidea y Papilionoidea) en el Páramo del Tablazo, Cundinamarca (Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural*. 17(2), 197-226.
- OLARTE-QUINÓNEZ C.A., ACEVEDO-RINCÓN A.A., RÍOS-MÁLAVAR, J.C. & CARRERO-SARMIENTO D.A., 2016.- Diversidad de mariposas (Lepidoptera, Papilionoidea) y su relación con el paisaje de alta montaña en los Andes nororientales de Colombia. *Arxius de Miscelania Zoológica* 14: 233–255.
- PRIETO, A.V. & CONSTANTINO, L.M., 1996. Abundancia, distribución y diversidad de mariposas (Lepidoptera Rophalocera) en el río Tatabro, Buenaventura (Valle - Colombia). *Boletín Museo Entomológico Universidad del Valle*, 4(2), 11-18.
- PRIETO, C., TAKEGAMI C. & RIVERA, M.J., 2005. Estructura poblacional de *Morpho sulkowskyi* Kollar, 1850 (Lepidoptera: Nymphalidae) en un sector de la cordillera occidental, departamento del Cauca (Colombia). *Entomotrópica*, Vol. 20 (1): 15-22.
- SCHAUFELBERGER, P., 1962.- La clasificación natural de los climas. Cenicafé. 13(1), 3-22.
- STURM, H., 1978.- Zur Ökologie der andinen Paramoregion. BIOGEOGRAFICA. Vol. 14 W. Junie. *Publishers The Hague*-Boston-London 121 p.
- TOBAR, D.L., RANGEL, J.O. & ANDRADE, M.G. 2002 Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río el Roble (Quindío-Colombia). *Caldasia*, 24(2), 393-409.
- VILLARREAL, H.M.; ÁLVAREZ, S.; CÓRDOBA, F.; ESCOBAR, G.; FAGUA, F.; GAST, H.; MENDOZA, M.; OSPINA, A.M. & UMANA, A.M. Segunda edición. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Recuperado de <http://www.humboldt.org.co/>
- WHITTAKER, R.H. ,1972-. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3), 213-251.

**Anexo 1.** Lista de especies de mariposas de la RFP-CARB.

Nº	Familia	Especies/subespecies/autor/año	Atributos
1	Hesperiidae	<i>Atalopedes campestris</i> (Boisduval, 1852)	C
2	Hesperiidae	<i>Achlyodes pallida</i> (R. Felder, 1869)	A
3	Hesperiidae	<i>Ancyloxypha melanoneura</i> C. Felder & R. Felder, 1867	E, End (R)
4	Hesperiidae	<i>Calpodus ethlius</i> (Stoll, 1782)	C
5	Hesperiidae	<i>Dalla agathocles agathocles</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A, End (R).
6	Hesperiidae	<i>Dalla caenides</i> (Hewitson, 1868)	A
7	Hesperiidae	<i>Dalla connexa</i> Draudt, 1923	C
8	Hesperiidae	<i>Dalla dimidiatus dimidiatus</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	C
9	Hesperiidae	<i>Dalla eburones inornata</i> (E. Bell, 1937)	E
10	Hesperiidae	<i>Dalla epiphaneus epiphaneus</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	C
11	Hesperiidae	<i>Dalla frontinia frontinia</i> Evans, 1955	C
12	Hesperiidae	<i>Dalla genes saleca</i> (Mabille, 1898)	R, End (R).
13	Hesperiidae	<i>Dalla hesperioides hesperioides</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	C
14	Hesperiidae	<i>Dalla merida</i> Evans, 1955	E
15	Hesperiidae	<i>Dalla polycrates polycrates</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	C, End (R).
16	Hesperiidae	<i>Dalla quasca quasca</i> E. Bell, 1947	C
17	Hesperiidae	<i>Dalla miser</i> Evans, 1955	E
18	Hesperiidae	<i>Dalla semiargentea</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	E, End (N)
19	Hesperiidae	<i>Dalla superior</i> Draudt, 1923	E
20	Hesperiidae	<i>Dalla taza</i> Evans, 1955	E
21	Hesperiidae	<i>Hylephila phyleus</i> (Drury, 1773)	A
22	Hesperiidae	<i>Linka lina</i> (Plötz, 1883)	E
23	Hesperiidae	<i>Parphorus paramus</i> (E. Bell, 1947)	E, End (R)
24	Hesperiidae	<i>Poanes azin</i> (Godman, 1900)	C, End (N)
25	Hesperiidae	<i>Polites vibex praeceps</i> (Scudder, 1872)	C
26	Hesperiidae	<i>Psoralis exclamationis</i> (Mabille, 1898)	C
27	Hesperiidae	<i>Serdis staturus</i> (Plötz, 1883)*	R, NR.
28	Hesperiidae	<i>Serdis venezuelae fractifascia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	E, End (N)
29	Hesperiidae	<i>Serdis viridicans viridicans</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	E, End (N)
30	Hesperiidae	<i>Sacrator sacrator</i> (Godman & Salvin, 1879)*	R, End (N)
31	Hesperiidae	<i>Thespis othma othma</i> (A. Butler, 1870)	C
32	Hesperiidae	<i>Wabydra carneiroi</i> Henao, Gaviria & Salazar, 2017*	E, n. sp.



Nº	Familia	Especies/subespecies/autor/año	Atributos
33	Hesperiidae	<i>Wahydra kenava</i> (A. Butler, 1870)	A
34	Hesperiidae	<i>Wahydra tassa</i> (Evans, 1955)	C
35	Hesperiidae	<i>Zalomes biforis</i> (Weymer, 1890)	E, End (N)
36	Hesperiidae	<i>Urbanus elmina</i> Evans, 1952	A
37	Hesperiidae	<i>Perichares colenda</i> (Hewitson, 1866)	C
38	Lycaenidae	<i>Arzecla canacha</i> (Hewitson, 1877)	E
39	Lycaenidae	<i>Arzecla</i> ? n. sp. (Prieto in prep).	C, NG
40	Lycaenidae	<i>Cyanophrys</i> sp. (pos. n. sp)	R, EE.
41	Lycaenidae	<i>Hemiargus hanno bogotana</i> Draudt, 1921	A
42	Lycaenidae	<i>Johnsonita auda</i> (Hewitson, 1867)	C
43	Lycaenidae	<i>Johnsonita pardoa</i> (D'Abbrera, 1995)	E, End (R)
44	Lycaenidae	<i>Micandra aegides</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	C
45	Lycaenidae	<i>Micandra comae</i> (H. Druce, 1907)	C, End (N)
46	Lycaenidae	<i>Penaincisalia amatista</i> (Dognin, 1895)	E
47	Lycaenidae	<i>Penaincisalia atymna</i> (Hewitson, 1870)	E
48	Lycaenidae	<i>Penaincisalia loxurina</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	A
49	Lycaenidae	<i>Penaincisalia swartbea</i> (Le Crom & K. Johnson, 1997)	R, End (R)
50	Lycaenidae	<i>Rhamma</i> aff. <i>oxida</i>	R
51	Lycaenidae	<i>Rhamma andradei</i> (Le Crom & Johnson, 1997)	R, End (R)
52	Lycaenidae	<i>Rhamma arria</i> (Hewitson, 1870)	E
53	Lycaenidae	<i>Rhamma anosma</i> (Draudt, 1919)	R, End (R)
54	Lycaenidae	<i>Rhamma commodus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	C
55	Lycaenidae	<i>Rhamma comstocki</i> K. Johnson, 1992	C, End (R)
56	Lycaenidae	<i>Rhamma livida</i> (Torres & Johnson, 1997)	
57	Lycaenidae	<i>Strymon colombiana</i> (K. Johnson, L. Miller & Herrera, 1992)	C, End (R)
58	Lycaenidae	<i>Thaides xavieri</i> (Le Crom & K. Johnson, 1997)	R, End (R)
59	Lycaenidae	<i>Salazaria</i> sp.	R
60	Riodinidae	<i>Necyria bellona</i> Westwood, 1851	E
61	Riodinidae	<i>Siseme pallas</i> (Latreille, [1809])	E
62	Nymphalidae	<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)	C
63	Nymphalidae	<i>Abanante hylonome hylonome</i> (E. Doubleday, 1844)	A, End (N)
64	Nymphalidae	<i>Adelpha corcyra corcyra</i> (Hewitson, 1847)	A
65	Nymphalidae	<i>Adelpha seriphia</i> ssp.	E
66	Nymphalidae	<i>Altinote eresia eresia</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	E, End (N)
67	Nymphalidae	<i>Altinote trinacria chea</i> (H. Druce, 1903)	A, End (N)

Nº	Familia	Especies/subespecies/autor/año	Atributos
68	Nymphalidae	<i>Altapedaliodes cocytia cocytia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A, End (N)
69	Nymphalidae	<i>Altapedaliodes similis</i> Henao, Páez & Rodríguez-M., 2017	E, End (R)
70	Nymphalidae	<i>Altapedaliodes nebris</i> (Thieme, 1905)	C
71	Nymphalidae	<i>Corades chelonis chelonis</i> Hewitson, 1863	A, End (N)
72	Nymphalidae	<i>Corades dymantis dymantis</i> Thieme, 1907	C, End (N)
73	Nymphalidae	<i>Corades medeba columbina</i> Staudinger, 1894	A, End (N)
74	Nymphalidae	<i>Cybelis mnasyllus mnasyllus</i> E. Doubleday, [1848]	E
75	Nymphalidae	<i>Danaus plexippus megalippe</i> (Hübner, [1826])	C
76	Nymphalidae	<i>Daedalma drusilla drusilla</i> Hewitson, 1858	E
77	Nymphalidae	<i>Dione glycera</i> Hübner, [1825]	A
78	Nymphalidae	<i>Eretris apuleja bogotana</i> E. Krüger, 1924	C, End (R)
79	Nymphalidae	<i>Eretris centralis</i> E. Krüger, 1924	E, End (R)
80	Nymphalidae	<i>Eretris</i> sp.	R
81	Nymphalidae	<i>Eueides procula edias</i> Hewitson, 1861	C, End (N)
82	Nymphalidae	<i>Eueides isabella</i> (Stoll, 1781)	E
83	Nymphalidae	<i>Euptoieta bogotana</i> Staudinger, 1885	E, End (R)
84	Nymphalidae	<i>Forsterinaria anophthalma</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	E
85	Nymphalidae	<i>Greta depauperata</i> (Boisduval, 1870)	E
86	Nymphalidae	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	R
87	Nymphalidae	<i>Heliconius clysonymus</i> Latreille, [1817]	C
88	Nymphalidae	<i>Hypanartia dione</i> (Latreille, [1813])	C
89	Nymphalidae	<i>Hypanartia kefersteini</i> (E. Doubleday [1847])	C
90	Nymphalidae	<i>Hypanartia lethe</i> (Fabricius, 1793)	E
91	Nymphalidae	<i>Idioneurula erebioides</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A, End (N)
92	Nymphalidae	<i>Junea doraete doraete</i> (Hewitson, 1858)	C, End (N)
93	Nymphalidae	<i>Junea dorinda dorinda</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	E, End (N)
94	Nymphalidae	<i>Lasiophila circe circe</i> C. Felder & R. Felder, 1859	A
95	Nymphalidae	<i>Lasiophila zapatoza sombra</i> Thieme, 1907	R, End (N)
96	Nymphalidae	<i>Lymanopoda altis</i> Weymer, 1890	E
97	Nymphalidae	<i>Lymanopoda ionius</i> Westwood, 1851	E, End (N)
98	Nymphalidae	<i>Lymanopoda excisa</i> Weymer, 1911	C, End (N)
99	Nymphalidae	<i>Lymanopoda labda</i> Hewitson 1861	C, End (N)
100	Nymphalidae	<i>Lymanopoda lebbaea</i> C. Felder & R. Felder, 1867	R, End (N)
101	Nymphalidae	<i>Lymanopoda obsoleta</i> (Westwood, 1851)	C
102	Nymphalidae	<i>Lymanopoda lactea</i> Hewitson, 1861	C, End (N)

Nº	Familia	Especies/subespecies/autor/año	Atributos
103	Nymphalidae	<i>Lymanopoda lecromi</i> Pyrcz & Vilorio, 2007	E, End (R)
104	Nymphalidae	<i>Lymanopoda mirabilis</i> Staudinger, 1897*	R, End (R)
105	Nymphalidae	<i>Lymanopoda samius</i> Westwood, 1851	C, End (N)
106	Nymphalidae	<i>Lymanopoda schmidti</i> Adams, 1986	E, End (R)
107	Nymphalidae	<i>Lymanopoda viventieni</i> (Apolinar, 1924)*	R, End (R)
108	Nymphalidae	<i>Marpesia zerynthia</i> Hübner, [1823]	R
109	Nymphalidae	<i>Fountainea nobolis</i> (H. Bates, 1864)*	R
110	Nymphalidae	<i>Manerebia apiculata</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	E, End (R)
111	Nymphalidae	<i>Manerebia francisciae francisciae</i> (Adams & Bernard, 1981)	R
112	Nymphalidae	<i>Manerebia inderena inderena</i> (Adams, 1986)	C, End (N)
113	Nymphalidae	<i>Manerebia laena laena</i> (Hewitson, 1861)	C, End (N)
114	Nymphalidae	<i>Manerebia laena lanasa</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	E, End (R)
115	Nymphalidae	<i>Manerebia mycalesoides</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)*	R
116	Nymphalidae	<i>Neopedaliodes chingazaensis</i> (Torres & Le Crom, 1997)*	R, End (R)
117	Nymphalidae	<i>Neopedaliodes zipa</i> (Adams, 1986)*	R, End (R)
118	Nymphalidae	<i>Manerebia levana</i> Godman, 1905	E, End (R)
119	Nymphalidae	<i>Orophila cardases cardases</i> (Hewitson, 1869)	E
120	Nymphalidae	<i>Panyapedaliodes drymaea</i> (Hewitson, 1858)	A
121	Nymphalidae	<i>Pedaliodes arnotti</i> Adams, 1986	E, End (R)
122	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i> aff. <i>peucestas</i> ?	E
123	Nymphalidae	<i>Pedaliodes baccara</i> Thieme, 1905	C
124	Nymphalidae	<i>Pedaliodes empusa empusa</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A, End (N)
125	Nymphalidae	<i>Pedaliodes fuscata</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A, End (R)
126	Nymphalidae	<i>Pedaliodes hardy</i> Adams, 1986	E, End (R)
127	Nymphalidae	<i>Pedaliodes manis</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A
128	Nymphalidae	<i>Pedaliodes ochrotaenia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A, End (R)
129	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i> n. sp. ("boyacensis")	E, n. sp.
130	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i> pos. n. sp2.	EE
131	Nymphalidae	<i>Pedaliodes</i> pos. n. sp3.	EE
132	Nymphalidae	<i>Pedaliodes phaea</i> (Hewitson, 1862)	A, End (R)
133	Nymphalidae	<i>Pedaliodes phaeina</i> Staudinger, 1897	A, End (R)
134	Nymphalidae	<i>Pedaliodes phoenissa</i> (Hewitson, 1862)	A, End (R)
135	Nymphalidae	<i>Pedaliodes polla</i> Thieme, 1905	A, End (N)
136	Nymphalidae	<i>Pedaliodes polusca</i> (Hewitson, 1862)	C, End (N)
137	Nymphalidae	<i>Pedaliodes praemontagna</i> Pyrcz & Vilorio, 2007	C

Nº	Familia	Especies/subespecies/autor/año	Atributos
138	Nymphalidae	<i>Pedaliodes plotina</i> ssp.	C
139	Nymphalidae	<i>Pedaliodes porcia</i> ssp.	R
140	Nymphalidae	<i>Pedaliodes pylas</i> (Hewitson, 1862)	R, End (N)
141	Nymphalidae	<i>Pronophila epidipnis orchewitsoni</i> Adams & Bernard, 1979	A, End (N)
142	Nymphalidae	<i>Pronophila orcus</i> ssp.	C
143	Nymphalidae	<i>Perisama bomplandii bomplandii</i> (Guérin-Méneville, [1844])	C, End (N)
144	Nymphalidae	<i>Siproeta epaphus epaphus</i> (Latreille, [1813])	C
145	Nymphalidae	<i>Steremnia pronophila pronophila</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	A
146	Nymphalidae	<i>Steremnia selva selva</i> Adams, 1986	E, End (N)
147	Nymphalidae	<i>Vanessa carye</i> (Hübner, [1812])	C
148	Nymphalidae	<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)	C
149	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)	C
150	Papilionidae	<i>Papilio polyxenes americanus</i> Kollar, 1850	E
151	Papilionidae	<i>Pterourus cacicus cacicus</i> (Lucas, 1852)+	R, End (R)
152	Pieridae	<i>Catasticta philais philais</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	A, End (R)
153	Pieridae	<i>Catasticta semiramis semiramis</i> (Lucas, 1852)	A, End (N)
154	Pieridae	<i>Catasticta chrysolopha chrysolopha</i> (Kollar, 1850)	C, End (N)
155	Pieridae	<i>Catasticta troezene troezene</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	C, End (R)
156	Pieridae	<i>Catasticta uricoecheae uricoecheae</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	A, End (R)
157	Pieridae	<i>Colias dimeris</i> E. Doubleday, 1847	A
158	Pieridae	<i>Leodonta zenobia zenobia</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	A, End (N)
159	Pieridae	<i>Leptophobia aripa aripa</i> (Boisduval, 1836)	A
160	Pieridae	<i>Leptophobia eleone eleone</i> (E. Doubleday, 1847)	A
161	Pieridae	<i>Leptophobia eleusis eleusis</i> (Lucas, 1852)	A
162	Pieridae	<i>Leptophobia tovaria tovaria</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	C
163	Pieridae	<i>Nathalis plauta</i> E. Doubleday, 1847	C
164	Pieridae	<i>Tatochila xanthodice xanthodice</i> (Lucas, 1852)	C
165	Pieridae	<i>Dismorphia medora medora</i> (E. Doubleday, 1844)	C
166	Pieridae	<i>Lieinix nemesis</i> (Latreille, [1813])	A
167	Pieridae	<i>Eurema salome gaugamela</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	C
168	Pieridae	<i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)	E
169	Pieridae	<i>Phoebis sennae marcelina</i> (Cramer, 1777)	E

## Convenciones sobre las especies

A: abundante, C: Común, E: escasa, EE: en estudio, End. (R) endémica regional, End. (N) especie endémica nacional, NG: Nuevo género, NR: Nuevo registro para el país, n. sp: nueva, R: rara, +: en peligró (EN).