



Universidad
de Alcalá

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

**LEPIDÓPTEROS ROPALÓCEROS DE LA
CALDERA DE LUBÁ.
ISLA DE BOKO (GUINEA ECUATORIAL).**

IGNACIO MARTÍN SANZ

TESIS DOCTORAL

Enero, 2015



Universidad de Alcalá

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

Lepidópteros ropalóceros de la Caldera de Lubá.
Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial)

Memoria presentada para optar al grado de
Doctor por la Universidad de Alcalá de Henares
Ignacio Martín Sanz

Director: Dr. José Luís Viejo Montesinos

Alcalá de Henares, enero de 2015.



**Facultad de Ciencias
Departamento de Biología**

José Luís Viejo Montesinos, Catedrático de Zoología adscrito al Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid

Hago constar:

Que el trabajo descrito en la presente memoria, titulado “Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial)”, ha sido realizado bajo su dirección por Ignacio Martín Sanz en el Departamento de Ciencias de la Vida y dentro del programa de Doctorado de Ecología: Conservación y Restauración de Ecosistemas (D330) de la Universidad de Alcalá, y reúne los requisitos necesarios para su aprobación como Tesis Doctoral

Alcalá de Henares, 7 de enero de 2015

Dr. José Luís Viejo Montesinos
Director de la Tesis

GONZALO PÉREZ SUÁREZ, Director del Departamento de Ciencias de la Vida de la Universidad de Alcalá,

HACE CONSTAR:

Que el trabajo descrito en la presente memoria, titulado “Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial)”, ha sido realizado por D. Ignacio Martín Sanz dentro del Programa de Doctorado Ecología. Conservación y Restauración de Ecosistemas (D330) reúne todos los requisitos necesarios para su aprobación como Tesis doctoral, por acuerdo del Consejo de Departamento celebrado el día de 2015

Alcalá de Henares, de de 2015

Fdo: Dr. Gonzalo Pérez Suárez
Director del Departamento

AGRADECIMIENTOS

Mi primer reconocimiento debe ser, sin duda, a Pablo Cobos, compañero y mejor amigo que siempre ha estado ahí, en los momentos difíciles y en los pequeños logros. Su infatigable colaboración en ambas expediciones, su habilidad para la captura de mariposas y su ayuda constante me han facilitado mucho las cosas. Del mismo modo, la ayuda prestada por Verónica Dumas ha resultado imprescindible en todo momento, desde los primeros viajes de localización hasta el incondicional apoyo en los muchos momentos complicados. Ambos, junto a la generosa comprensión y paciencia de mi familia durante mis largas ausencias provocadas por esta y otras muchas singladuras, han generado la serenidad suficiente y los vientos propicios que me han llevado a arribar a puerto. Asimismo, mi sincero agradecimiento a José Luís Viejo, profesor y amigo, quién supo impedir que los árboles no me dejaran ver el bosque, haciendo una silenciosa e impecable labor de dirección de esta tesis doctoral.

Dani Ocaña, alpinista y cámara de televisión, descendió junto a mí desde el vértice geodésico hasta el fondo de la Caldera, iniciando juntos los primeros trabajos de recolección. Kiko Alonso, entonces jefe del Grupo Especialista de Rescate Alpino de los bomberos de la CAM, hizo posible la seguridad durante la expedición de prospección. Junto a ellos, para Ruth Fuentes (cartografía), Pedro Paniagua (invertebrados), Patricia Barberá (botánica), Judith Muñoz (vertebrados y arácnidos), Pablo Galán (botánica), Sara Gayoso (médico, viróloga), Ana Belén Muñoz (enfermera) y el nutrido grupo de colaboradores que, por motivos político-burocráticos no pudieron realizar trabajo de campo, muchas gracias por la entusiasta participación en las expediciones. José Nguema y Pelagio Mangué, científicos guineoecuatorianos, colaboraron de modo activo en la preparación y logística local de ambas expediciones. Guías, porteadores, macheteros, cocineros, curanderos, etc., y así hasta más de medio centenar de habitantes de las aldeas cercanas a la Caldera, todos ellos de etnia Bubi, representados por Cirilo Riaco (jefe de guías y porteadores), Momo Siabú (jefe de macheteros) y Bernardo Siabú (cocinero), gracias por vuestro imprescindible esfuerzo.

Óscar Rodríguez de Rivera, Isabel Angulo y Nacho Arizmendi prestaron desinteresadamente su colaboración en la preparación del material recolectado en ambas

expediciones. Además, Nacho Arizmendi y Diana Martín, durante la intensa revisión de las colecciones del MNCN ayudaron en la preparación y etiquetado de ejemplares, así como a la elaboración de la base de datos. Este intenso trabajo fue posible gracias a las constantes facilidades que nos proporcionó Mercedes París y, junto a ella, Amparo Blay y Mercedes Hitado. Asimismo, debo agradecer a Antonio Vives la realización de las genitalias mencionadas en esta memoria, tanto de ejemplares procedentes de nuestras capturas como del material depositado en el MNCN.

Para poder realizar el exhaustivo trabajo de consulta bibliográfica de los ropalóceros de Bioko (o Fernando Poo), la ayuda prestada por el personal de Biblioteca de la Escuela de Ingenieros Forestales de la UPM ha sido absolutamente imprescindible. Muchos documentos y manuscritos, principalmente los pertenecientes al Siglo XIX, no hubieran podido ser consultados.

Debo agradecer a Ana Guerrero, secretaria administrativa del departamento Ciencias de la Vida de la Universidad de Alcalá, su paciencia y consejos, así como a Laura Martín y Dámaso Carrasco las correcciones que han mejorado notablemente los textos en inglés.

Por último y aunque anteriormente mencioné su activa participación en la toma de muestras en campo, quiero hacer mención singular de Judith Muñoz pues, en el momento adecuado, supo darme un empujón. Agradecido compañera.

Diciembre de 2014

Índice

Resumen	1
Capítulo 1. Introducción	4
Objetivos	5
Organización de la tesis	6
Clasificación sistemática adoptada	8
Capítulo 2. Expediciones y estudios de Lepidopterología en la isla de Bioko.	15
Resumen	15
Introducción	16
Expediciones y recolecciones: Fernando Poo	17
Recolectores privados	20
Expediciones y recolecciones: Bioko	21
Publicaciones	23
Conclusiones	26
Capítulo 3. Reserva Científica de la Caldera de Lubá.	35
Introducción: la Isla de Bioko	35
Clima	38
Vegetación	39
Fauna	41
La Gran Caldera Volcánica de Lubá.	42
La Caldera de Lubá en la mitología del pueblo Bubi.	45
Reserva Científica de la Gran Caldera de Lubá.	46
Bibliografía	50

Lepidópteros ropalóceros de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).

Capítulo 4. Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá	56
4.1 Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae	58
Introducción	59
Materiales y Métodos	60
Resultados	61
Discusión	63
Bibliografía	66
4.2 Nymphalidae	74
Introducción	74
Materiales y Métodos	76
Resultados	79
Discusión	84
Bibliografía	86
4.3 Riodinidae	96
Introducción	96
Materiales y Métodos	97
Resultados	97
Discusión	98
Bibliografía	98
4.4 Hesperidae	103
Introducción	103
Materiales y Métodos	104
Resultados	104
Discusión	105
Bibliografía	106

Lepidópteros ropalóceros de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).

Capítulo 5. Lista preliminar y estado de conservación de los lepidópteros ropalóceros de la Caldera de Lubá	111
Resumen	111
Introducción	111
Materiales y Métodos	113
Resultados	116
Discusión	118
Bibliografía	120
Capítulo 6. La colección de Ropalóceros de Fernando Poo (Bioko) del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN)	127
Resumen	127
Introducción	127
Materiales y Métodos	128
Resultados	128
Discusión	131
Bibliografía	132
7.- Documento de Síntesis y Conclusiones	143
Síntesis de resultados	143
Aspectos relevantes y principales aportaciones	147
Consideraciones finales	150
ANEXO I: Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).	153

RESUMEN

El área de estudio se localiza en la Reserva Científica de la Caldera de Lubá, sur de la isla de Bioko y única muestra de bosque monzónico de Guinea Ecuatorial. El presente trabajo muestra la lista preliminar de los ropalóceros colectados en la Caldera de Lubá. De las 70 especies citadas, 14 son las primeras citas para Bioko (*Graphium ucalegon ucalegon*, *Nepheronia argia argia*, *Pentila fidonioides*, *Cymothoe althea*, *Cymothoe capella*, *Cymothoe consanguis*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo*, *Bicyclus neustetteri*, *Coeliades forestan*, *Ceratrachia phocion cameroni*, *Celaenorrhinus plagiatus* and *Semalea pulvina*). Los resultados obtenidos tras aplicar diversos índices de diversidad (riqueza, dominancia, equidad) y funciones de acumulación, podemos inferir que los Rhopalocera de la Gran Caldera de Lubá constituyen una comunidad extraordinariamente diversa, de gran equidad, sin presencia de taxones amenazados a nivel general o restringido a Bioko y, a nivel general, muestra una estructura de alta estabilidad. Los resultados obtenidos pueden contribuir en futuras medidas de conservación, así como al asentamiento de la Reserva Científica como almacén de recursos genéticos.

La vinculación histórica de España y sus zoólogos a Bioko es muy extensa y, por ello, la colección de ropalóceros depositada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN) alberga una enorme cantidad de ejemplares (alrededor de 2000). La revisión íntegra de esta colección, ha permitido la identificación de 172 especies (14 Papilionidae, 18 Lycaenidae, 29 Pieridae, 94 Nymphalidae, and 17 Hesperidae), de las cuales 33 son nuevos registros para la isla de Bioko.

Para la identificación de determinados ejemplares -tanto del MNCN como de la Caldera de Lubá- pertenecientes al género *Graphium*, se examinó la genitalia de diversos ejemplares capturados en diferentes fechas y lugares, resultando pertenecer todos inequívocamente a la especie *Graphium policenes policenes*. Consideramos, por tanto, que la distribución de *G. biokoensis* en la isla de Bioko debe ser revisada.

ABSTRACT

The study area is inside of the Caldera de Lubá Scientific Reserve, Southern of Bioko Island, constitutes the only sample of Monsoon forest in Equatorial Guinea. The present work shows the preliminary list of butterflies collected in the Caldera de Lubá. From the 70 species cited, 14 of them represent the first records of Bioko (*Graphium ucalegon ucalegon*, *Nepheronia argia argia*, *Pentila fidonioides*, *Cymothoe althea*, *Cymothoe capella*, *Cymothoe consanguis*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo*, *Bicyclus neustetteri*, *Coeliades forestan*, *Ceratruchia phocion cameron*, *Celaenorrhinus plagiatus* and *Semalea pulvina*). From the results obtained after applying the different diversity indices (richness, dominance, evenness) and accumulation functions, we can infer that the Rhopalocera of the Gran Caldera de Lubá constitute an extraordinarily diverse community of great evenness, without presenting taxa amongst them under a high degree of threat at a general level or localized on Bioko and, collectively, they demonstrate a highly even and stable structure. The results obtained can provide the tools to develop the conservation measures in the future, as well as to strengthen the creation of Scientific Reserves used as genetic resources warehouse.

The historical linkage between Spain and the Spanish zoologist with Bioko is very extensive and therefore, the butterflies' collection in the Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN) keeps a great quantity of specimen (among 2.000). The integral review of this collection, has meant we could identify 172 species (14 Papilionidae, 18 Lycaenidae, 29 Pieridae, 94 Nymphalidae, and 17 Hesperidae), of which, 33 are new references for Bioko Island.

To identify certain specimens –both the MNCN and the Caldera de Lubá– pertaining to the *Graphium* genus, the genitalia of several individuals selected from specimens captured in different dates and locations were examined and all were unequivocally seen to belong to the *Graphium policeses policeses* species. Therefore, we consider that the distribution of *G. biokoensis* in the Bioko Island should be revised.

CAPÍTULO 1.



Papilio dardanus Brown, 1776 ♀. Campamento UPM, diciembre 2005

CAPÍTULO 1. Introducción

Alrededor del 90% de las mariposas diurnas viven en los sistemas tropicales (Larsen 1995; Bonebrake *et al.* 2010), pero el conocimiento general sobre su distribución y ecología aún es escaso, al menos en determinadas áreas geográficas afrotropicales (Hill *et al.* 2001; Turlin 2007). A su vez, esta distribución de los lepidópteros queda establecida, en mayor o menor medida, por la propia distribución de la vegetación, es decir, por las plantas nutricias de las que se alimentan las larvas, generalmente de marcado carácter estenófago (Koh 2007). Por tanto, el hábitat de ocupación de cada especie puede abarcar una amplia superficie o, por el contrario, estar muy reducido o restringido a zonas concretas (Carcasson 1964; Amiet & Libert 1995).

Como sucede de modo general en todas las regiones biogeográficas, también en la región afrotropical -donde se localiza Guinea Ecuatorial- la vegetación está condicionada por el clima y éste, a su vez, por la altitud y la distancia al ecuador principalmente (Mann & Lazier 2006). Al igual que la flora cambia con el incremento de la altitud (Ocaña 1960; Osborne 2000), los ropalóceros parecen descender en el número de especies al aumentar la cota altitudinal (Ackery *et al.* 1995; Bonebrake *et al.* 2010), si bien este acontecimiento no es tan evidente en todos los sistemas afrotropicales. En la subregión biogeográfica Guineo-Congoleza, a la que florísticamente pertenece Bioko (White 1983) y por su proximidad al ecuador, la vegetación sufre menos variaciones en relación a la altitud (Navarro *et al.* 2012) y, consecuentemente, la diferencia en la riqueza de especies y diversidad de mariposas entre las tierras bajas y las áreas de montaña es, en general, menor (Congdon & de Jong 1992; Ackery *et al.* 1995). Es en esta área donde se encuadran las tierras altas del sistema montañoso Monte Camerún y las montañas de las cercanas islas del Golfo de Guinea -principalmente la isla de Bioko- siendo biogeográficamente muy concreta y restringida (Viejo 1990), por lo que el estudio y conocimiento de su diversidad cobran particular relevancia (Campbell & Reece 2007; Balletto *et al.* 2010; Kendrick 2011).

La Isla de Bioko, considerada como una de las zonas geográficas de mayor biodiversidad a nivel mundial (Burgess *et al.* 2006), cuenta con una importante cantidad de publicaciones científicas sobre su fauna y acredita una importante cantidad de

endemismos (Robbins & Opler 1996), siendo los lepidópteros un grupo muy estudiado aunque solo parcialmente conocido (Spearman *et al.* 2000; Martín en prensa).

Dado que la diversidad en una comunidad es una expresión del reparto de recursos y energía (Margalef, 1958) su estudio es una de las aproximaciones más útiles en el análisis comparado de las comunidades y una herramienta básica para su conservación (Halffter & Ezcurra 1992; Kendrick 2011). Por ello, tal como apunta Samways (1994), existe una auténtica necesidad de identificar áreas de máxima diversidad ('Hot Spots') y centros de endemidad o rareza, en nuestro caso de lepidópteros. Estas áreas críticas, como son las Reservas Científicas o los Parques Nacionales, pueden constituirse en el almacén de especies taxonómica y ecológicamente importantes y, tal vez, en los centros de diversificación actual y futura de las especies de insectos (Margules & Usher 1981; Koh & Sodhi 2004). Pero la cuantificación de la diversidad biológica de los bosques tropicales es muy compleja, tanto en metodologías apropiadas para el trabajo de campo como en el tiempo de aplicación y, consecuentemente, en la disponibilidad de los necesarios recursos (Lawton *et al.* 1998; Schulze *et al.* 2004). Actualmente, este conocimiento sólo alcanza un nivel aceptable en determinados grupos taxonómicos generalmente más conspicuos como son, por ejemplo, aves y primates (Howard *et al.* 1998; Butynski *et al.* 2009; Cronin *et al.* 2013).

El presente trabajo sumará conocimientos sobre la diversidad de lepidópteros ropalóceros de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial), en un área no estudiada de bosque monzónico en condiciones prístinas y siendo, además, Reserva Científica.

Objetivos e hipótesis de investigación

La presente Tesis Doctoral tiene como objetivo primordial estudiar la riqueza específica de los lepidópteros ropalóceros (Papilionoidea y Hesperioidea) de la Reserva Científica de la Caldera de Lubá, incrementando asimismo el conocimiento sobre las mariposas diurnas de la isla Bioko (Guinea Ecuatorial).

El Golfo de Guinea y en particular la isla de Bioko, han sido explorados históricamente por gran número de expediciones científicas, principalmente españolas (Martín en prensa), de las que han derivado una importante cantidad de publicaciones científicas sobre su fauna resultando los lepidópteros, como acabamos de mencionar al

inicio del presente texto, un grupo aparentemente bien conocido (Spearman *et al.* 2000). No obstante, el Sur de Bioko se presenta como un entorno prácticamente inexplorado y completamente inalterado (Terán 1962; Navarro *et al.* 2012) y, por ello, alberga la mayor diversidad de plantas y animales de la Isla (Butynski & Koster 1994; Obama 2006). En esta región se localiza la Caldera Volcánica de Lubá, la cual representa la única muestra de bosque monzónico de Guinea Ecuatorial (Guinea 1951; Navarro *et al.* 2012). Declarada en 1997 Reserva Científica (Ley 1/1997), las expediciones realizadas con el patrocinio del Programa Nacional de I+D+I (CGL2005-23762-E y CGL2006-27110-E/BOS) contribuyen al conocimiento de la diversidad biológica en un área no prospectada y en condiciones prístinas (Weber, 2001).

En 2005, la Universidad Politécnica de Madrid y el Plan Nacional de I+D+I (CGL2005-23762-E) auspician una Expedición científica al interior de la Caldera de Lubá con el objetivo principal puesto en la exploración del territorio y, por ello, se descendió desde el vértice geodésico hasta el fondo, recolectándose principalmente invertebrados de las laderas que cierran el cráter (Martín & Cobos 2010a). En marzo de 2007 se realizó una segunda expedición (CGL2006-27110-E/BOS), ésta con marcado carácter de muestreo/recolección, recopilándose una importante colección de ejemplares de su interior y pudiéndose así publicar los primeros registros sobre la diversidad de flora (Velayos *et al.* 2013) y fauna invertebrada (Prieto & Martín 2008; Martín & Cobos 2010b; Martín *et al.* 2011).

Pero no todas las expediciones o recolecciones de lepidópteros de Fernando Poo han generado documentación científica (Martín *en prensa*) y, por ello, resulta singularmente importante la revisión íntegra de las colecciones de ropalóceros de Bioko depositadas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid y en el Museu de Ciències Naturals de Barcelona, lo que puede aportar nuevos registros de ropalóceros colectados en el área de estudio pero no publicados.

Organización de la Tesis

El orden de realización de los capítulos del presente documento de Tesis, no necesariamente ha de coincidir cronológicamente con el de su presentación en esta memoria. A su vez, los detalles de publicación de los mismos, en los casos en los que proceda, se especificarán al inicio de cada capítulo.

Capítulo 1. Introducción.

En las presentes líneas se alude al contexto general del tema de investigación y a la necesidad de incrementar el conocimiento sobre la diversidad de los ropalóceros de la isla de Bioko, particularizando en el área de estudio, la Reserva Científica de la Caldera de Lubá.

Capítulo 2. Antecedentes. Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).

En este capítulo se repasan los conocimientos generales, el *estado del arte*, sobre los lepidópteros ropalóceros de Bioko. Recoge de manera cronológica las principales expediciones y recolecciones entomológicas acaecidas en la isla de Fernando Poo (hoy isla de Bioko). De igual modo, se mencionan las principales publicaciones sobre las mariposas de la isla desde 1847 hasta la fecha y se justifica el necesario estudio de las colecciones entomológicas del MNCN.

Capítulo 3. Área de estudio. Reserva Científica de la Caldera de Lubá.

Se mencionan aspectos generales de la zona de trabajo, introduciendo previamente el contexto geográfico de Bioko, así como el comentario de aspectos importantes sobre su origen y orografía, hidrología, clima, vegetación, fauna, etc. La descripción del área de estudio se presenta desde diversos enfoques -geográficos, climáticos, históricos, culturales, etc.- para, posteriormente, resaltar los aspectos legales de la Reserva Científica de la Caldera de Lubá.

Capítulo 4. Resultados. Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).

Muestra los resultados de las recolecciones obtenidas durante la realización de las expediciones científicas desarrolladas en 2005 y 2007 al interior de la Caldera de Lubá. Este capítulo se subdivide, a su vez, en cuatro: 4.1. Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae; 4.2 Nymphalidae; 4.3 Riodinidae y 4.4 Hesperidae.

Capítulo 5. Discusión. Lista preliminar y estado de conservación de los lepidópteros ropalóceros de la Caldera de Lubá.

Se presenta la lista completa de los registros de mariposas diurnas de la Reserva Científica. Se aplican diversos índices de diversidad, así como funciones de acumulación de especies. Posteriormente se analiza el estado de conservación de los ropalóceros de la Caldera de Lubá.

Capítulo 6. Resultados y Discusión (MNCN). Nuevos registros de mariposas para Bioko depositadas en las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (España).

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos tras la revisión íntegra de las colecciones de ropalóceros depositadas en el MNCN de Madrid. Para la identificación de determinadas especies se realizará la correspondiente genitalia a un número determinado de ejemplares, escogidos al azar. Se discute la distribución de los ropalóceros de Bioko, así como la presencia de determinadas especies.

Capítulo 7. Síntesis y Conclusiones.

Último capítulo de la memoria de tesis, presenta la síntesis de los resultados obtenidos durante el desarrollo de los diferentes capítulos que componen este documento, así como las principales conclusiones del mismo. Se recomendarán algunas modificaciones en la nomenclatura de determinados taxones, tras la aplicación del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

Anexo I. Expedición Científica a la Caldera de Lubá.

En este apartado se detallan, con clara carga de subjetividad, los pormenores de las expediciones de la UPM a la Caldera de Lubá, los avatares y conflictos, los logros y los fracasos. Es, en definitiva, un documento humano de transferencia de experiencias y por ello se considera un buen complemento -de carácter divulgativo- para este trabajo.

Clasificación sistemática adoptada

El origen, la diversificación y la taxonomía de los ropalóceros afrotropicales está siendo revisada en los últimos años, tanto desde el punto de vista evolutivo como filogenético (Zhang *et al.* 2008; Heikkilä *et al.* 2012). Estas revisiones provocan continuos cambios en la organización sistemática de los ropalóceros propuesta por Ackery *et al.* (1999), modificándose la adscripción de determinados taxones y su inclusión en otro nivel organizativo (Wahlberg *et al.* 2009).

En la última década, los más recientes estudios sobre el grupo han determinado algunas variaciones significativas en su organización en familias o superfamilias, siendo comúnmente aceptada la clasificación presentada por Maddison & Schulz (2007) y seguida en los trabajos generalistas actuales (Sáfián *et al.* 2009; Vande Weghe 2010), con algunas pequeñas modificaciones posteriores en los niveles inferiores (Nylín *et al.*

2014). No obstante, recientes trabajos filogenéticos basados en el DNA de los ropalóceros han propuesto una nueva reordenación de los niveles taxonómicos más altos, incluyendo de nuevo Hesperiiidae como familia de Papilionoidea (Heikkila *et al.* 2012), si bien esta reorganización no está incluida en trabajos específicos posteriores (Qureshi *et al.* 2014; Marchiori *et al.* 2014) y ha sido puesta en cuestión con nuevos estudios genéticos sobre el grupo (Zuo *et al.* 2014). Así pues y hasta nuevas publicaciones que consensuen los cambios en la taxonomía de los ropalóceros, nos parece apropiada la ordenación taxonómica propuesta por Ackery *et al.* (1999), evolucionada posteriormente en Maddison & Schulz (2007) y esta es, por tanto, la clasificación seguida en este trabajo.

Superfamilia Hesperioidea

Family Hesperiiidae Latreille, 1809

Subfamilia Coeliadinae Evans, 1937

Subfamilia Hesperinae Latreille, 1809

Subfamilia Pyrginae Burmeister, 1878

Superfamilia Papilionoidea

Familia Papilionidae Latreille, [1802]

Subfamilia Papilioninae Latreille, [1802]

Familia Pieridae Swainson, 1820

Subfamilia Coliadinae Swainson, 1827

Subfamilia Pierinae Swainson, 1827

Subfamilia Pseudopontiinae Reuter 1896

Familia Lycaenidae Leach, 1815

Subfamilia Lipteninae Röber, 1892

Subfamilia Miletinae Reuter, 1896

Subfamilia Polyommatae Swainson 1827

Subfamilia Theclinae Swainson 1831

Familia Nymphalidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Biblidinae Boisduval, 1833.

Subfamilia Charaxinae Guenée, 1865.

Subfamilia Danainae Boisduval, 1833.

Subfamilia Heliconiinae Swainson, 1822.

Subfamilia Limenitinae Behr, 1864.

Subfamilia Nymphalinae Rafinesque, 1815.

Subfamilia Satyrinae Boisduval, 1833.

Familia Riodinidae Grote, 1895.

Subfamilia Nemeobiinae Bates, 1868.

Bibliografia

ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I., 1995. Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region : 803 pp. British Museum (Natural History). London.

ACKERY, P. R., DE JONG, R. & VANE-WRIGHT, R. I. 1999. The butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. In: KRISTENSEN, N.P. (ed.) Handbook of Zoology 4 (35): 263-300. De Gruyter, Berlin.

AMIET, J.L. & LIBERT, M. 1995. Biodiversité et repartition spatiale des Lépidoptères Rophalocerès du Mont Bana (Cameroun). Bulletin de la Société entomologique de France, 100 (3): 221-240.

BALLETTO, E., BONELLI, S., BORGHESIO, L., CASALE, A., BRANDMAYR, P. & TAGLIANTI, A.V. 2010. Hotspots of biodiversity and conservation priorities: A methodological approach. *Italian Journal of Zoology* 77(1): 2-13.

BONEBRAKE T. C; PONISIO, L. C.; BOGGS, C. L. & EHRLICH, P. R. 2010. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143 (2010) 1831–1841

BURGESS, N.; J.D. HALES; T. H. RICKETTS & E. DINERSTEIS, 2006. Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritization across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* 127: 383-401.

BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H. 1994. Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea. *Biodiversity and Conservation* 3: 893-909.

BUTYNSKI, T.B., DE JONG, Y.A. & HEARN, G. W. 2009. Body measurements for the monkeys of Bioko Island, Equatorial Guinea. *Primate Conservation* 24:99-105.

CARCASSON, R.H. 1964. A preliminary survey of the zoogeography of African butterflies. *East Africa Wildlife Journal* 2: 122-157.

- CAMPBELL, N.A. & REECE, J. B. 2007. *Biología*. Editorial Médica Panamericana. 1392 pp.
- CONGDON, M. & DE JONG, R. 1992. The montane butterflies of the Eastern african tropics. In: WASSER, S.K. & LOVETT, J. (Eds) *The biogeographic and ecology of the rain forest of eastern Africa*. Cambridge University Press. Cambridge 341 pp.
- CRONIN, D.T., RIACO, C. & HEARN, G. W. 2013. Survey of Threatened Monkeys in the Itadi River Valley Region, Southeastern Bioko Island, Equatorial Guinea. *African Primates* 8:1-8
- GUINEA, E. 1951. La vegetación de Fernando Poo, Guinea Ecuatorial. Instituto de Estudios Africanos-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 266 pp.
- HALFFTER, G. & EZCURRA, E., 1991. ¿Qué es la Biodiversidad? En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica, pp.3-24. *Acta Zoologica Mexicana* (n.s.). Volumen especial de 1992. G. Halffter compilador. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Mexico D. F. 389 pp.
- HEIKKILA, M., KAILA, L., MUTANEN, M., PEÑA, C. & WAHLBERG, N. 2012. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceeding of Royal Society B* (2012) 279, 1093–1099
- HILL, J. K., COLLINGHAM, Y. C., THOMAS, C. D., BLAKELEY, D. S., FOX, R., MOSS, D. & HUNTLEY, B. 2001. Impacts of landscape structure on butterfly range expansion. *Ecological Letters* 4, 313–321
- HOWARD, P. C., VISKANIC, P., DAVENPORT, T. R. B., KIGENYI, F. W., BALTZER, M., DICKINSON, C. J., LWANGA, J. S., MATTHEWS, R. A. & BALMFORD, A. 1998. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. *Nature*, **394**: 472-475.
- KENDRICK, R.C. 2011. Processes involved in assessing priorities for local level Lepidoptera conservation programmes that aim to achieve global conservation impact. *Journal of Threatened Taxa* 3(1): 1456-1461.
- KOH, L. P., 2007. Impacts of land use change on South-east Asian forest butterflies: a review. *Journal of Applied Ecology*, **44**: 703-713.
- KOH, L. P. & SODHI, N. S., 2004. Importance of reserves, fragments, and parks for butterfly conservation in a tropical urban landscape. *Ecological Applications*, **14**(6): 1695-1708.
- LAWTON J.H., BIGNELL, D. E., BOLTON, B., BLOEMERS, G. F., EGGLETON, P., HAMMOND, P. M., HODDA, M., HOLT, R. D., LARSEN, T. B., MAWDSLEY, N. A., STORK, N. E., SRIVASTAVA D. S. & WATT A. D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72–76
- LARSEN, T. B., 2005. *Butterflies of West Africa*: 595 + 270 pp. Apollo Books, Svendborg.
- LEY 1/1997. Sobre el uso y manejo de los bosques de Guinea Ecuatorial. BOE 18-VII-1997.
- MADDISON, D. R. & SCHULZ, K.S. 2007. *The Tree of Life Web Project*. Disponible en <http://tolweb.org/>. Accedido 25-10-2014.
- MANN, K.H. & LAZIER, J.R.N. 2006. *Dynamics of Marine Ecosystems*. Blackwell Publishing Ltd. 503 pp.

- MARCHIORI, M. O, ROMANOWSKI, H. P. & MENDONÇA, M. de S. JR. 2014. Mariposas en dos ambientes forestales contrastantes en el sur de Brasil (Lepidoptera: Hesperioidea & Papilionoidea). *SHILAP Revista de Lepidopterología* 42 (166): 221-236
- MARGALEF, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*, 3: 36-71.
- MARGULES, C.R. & USHER, M.B. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biological Conservation*, 21: 79-109.
- MARTÍN, I. (en prensa). Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. Aceptado 29-X-2014.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010a. Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010b. Papilionidae, Pieridae and Danainae (Insecta: Lepidoptera) of the Caldera of Lubá. Bioko Island. (Equatorial Guinea). In proceeding: IXth European Congress of Entomology. Budapest 23-27 August, 2010. p 234.
- MARTÍN, I., COBOS, P. & RODRÍGUEZ DE RIVERA, O., 2011. Skipper butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea) of the Caldera de Lubá (Bioko Island, Equatorial Guinea). In Proceeding: *European Congress of Lepidopterology. Luxemburg, 9-14 may 2011*: 63.
- NAVARRO, R.M., CLEMENTE, M., KASIMIS, N., PADRÓN, E., HERNÁNDEZ, E., MARTÍN, E. & GARCÍA, A. 2012. Cartografía de la vegetación de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial) mediante el uso de imágenes LandSat 7 ETM+: particularización del piso afro-montano. *Darwiniana* 50(2): 252-265.
- NYLIN, S. SLOVE, J. & JANZ, N. 2014.- Host plant utilization, host range oscillations and diversification in nymphalid butterflies: a phylogenetic investigation *Evolution. International Journal of Organic Evolution* 68(1): 105–124.
- OBAMA, C. 2006. De la expansión a la recesión: la inoperancia legal en la gestión de los recursos forestales de Guinea Ecuatorial. *Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*. WRN: 166-181.
- OCAÑA, M. 1960. Factores que influyen en la distribución de la vegetación en Fernando Poo. *Anales del Instituto de Estudios Africanos* 55: 67–85.
- OSBORNE, P.L. 2000. *Tropical Ecosystems and Ecological Concepts*. Cambridge University Press. Cambridge. 464 pp.
- PRIETO, C. & MARTÍN, R., 2008. Los Phalangidae (Arachnida: Opiliones) de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología: Córdoba*. pág: 30-31
- QURESHI, A.A, BHAGAT, R.C. & BHAT, D.H. 2014. Diversity of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of Dachigam National Park, Jammu and Kashmir, India. *Journal of Threatened Taxa* 26 6(1): 5389–5392
- ROBBINS, R.K. & OPLER, P.A. 1996. Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. Pages 69-82. In: M.M. REAKA-KUDIA, WILSON, D.E. & WILSON, O. Editors. *Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, Washington D.C., USA

SÁFIÁN S. Z., COLLINS, S. C., KORMOS, B. & SIKLÓSI, A., 2009. African Butterfly Database version 1.0. Disponible en <http://www.abdb-africa.org>. (Accedido el 7 de octubre de 2014).

SAMWAYS, M. J. 1994. *Insect Conservation Biology*. Chapman & Hall. London. 358 pp

SCHULZE C.H., WALTERT M., KESSLER P.J.A., PITOPANG R., SHAHABUDDIN, VEDDELER M., MÜHLENBERG S.R., GRADSTEIN, LEUSCHNER C., STEFFAN-DEWENTER I. & TSCHARNTKE T. 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds and insects. *Ecology Applied* 14: 1321–1333

SPEARMAN, L.A., ORFE, N.A. & WEINTRAUB, J. D. 2000. An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Transactions of the American Entomological Society*, **126** (3-4): 447-475.

TERÁN, M. 1962. *Síntesis geográfica de Fernando Poo*. Instituto de Estudios Africanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 116 pp.

TURLIN, B. 2007. *Butterflies of the World, Part 28: Nymphalidae*, No. 14: The Afrotropical Species of Charaxes, Part 3. Ed: Antiquariat Geock & Evers. 40 Pp.

VANDE WEGHE, G., 2010. *Papillions du Gabon*: 424 pp. Wildlife Conservation Society (WCS). BP7847 Libreville, Gabon.

VIEJO, J.L. 1990. Consideraciones biogeográficas sobre las mariposas de las islas del Golfo de Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP. Revista de Lepidopterología*, 18(71): 239-251.

WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A.V.L. & BROWER, A.V.Z. 2009. Nymphalid butterflies diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society Series B Biological Sciences*, 276: 4295-4302.

WEBER, W. 2001. *African Rain Forest Ecology and Conservation: An Interdisciplinary Perspective*. Yale University Press. 588 Pp.

WHITE, F. 1983. The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO Vegetation Map of Africa (3 Plates, Northwestern Africa, Northeastern Africa and Southern Africa, 1:5,000,000). Paris: UNESCO.

ZHANG, M., CAO, T., JIN, K., REN, Z., GUO, Y., SHI, J., ZHONG, Y., & MA, E. 2008. Estimate divergence times among subfamilies in Nymphalidae. *Chinese Science Bulletin*, vol. 53 (17): 2652-2658.

ZUO, N. GAN, S., CHEN, Y., & HAO, J. 2014. The complete mitochondrial genome of the *Daimio tethys* (Lepidoptera: Hesperioidea: Hesperidae). *Mitochondrial DNA* (0)1-2.

CAPÍTULO 2.



Papilio phorcas congoanus Rothschild, 1896 ♂. Río Riaco, marzo de 2007.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. (en prensa). Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. Aceptado 29-X-2014.

Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).

I. Martín

Resumen.

El presente trabajo recoge de manera cronológica las principales expediciones y recolecciones entomológicas acaecidas en la Isla de Fernando Poo (hoy Isla de Bioko). Se incluyen aquellas que fueron promovidas y financiadas por entidades públicas españolas o de otros países europeos, así como el aporte de material para estudio que realizaron colectores particulares aficionados a la entomología. Se destacan de modo singular las colecciones de mariposas aportadas por Martínez de la Escalera en 1919, Teodoro Vives en 1928 y Bonet y Gil en 1933. Se mencionan las principales publicaciones sobre mariposas diurnas y nocturnas desde 1847 hasta la fecha, resultado alguna de ellas de las expediciones y recolecciones antes mencionadas y otras, las más actuales, de trabajos de compilación de datos, generalistas o de expediciones recientes. La vinculación histórica de España y sus zoólogos a Bioko es muy extensa y, por ello, la colección de ropalóceros depositada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid alberga una enorme cantidad de ejemplares (alrededor de 2000) y con ello de diversidad de especies que actualmente se está estudiando, determinando y relacionando para su inmediata publicación, lo que permitirá incrementar el número de especies de ropalóceros presentes en Bioko.

PALABRAS CLAVE: Lepidópteros afrotropicales, Expediciones Científicas, Fernando Poo, Bioko, Martínez de la Escalera, Teodoro Vives, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Reserva Científica de la Gran Caldera y Tierras Altas del Sur.

Expeditions, collections and studies of Lepidopterology on the Bioko Island (Equatorial Guinea)

Abstract

The present work compiles in chronological order the main expeditions and entomological collections taken in Fernando Poo Island (today Bioko Island). Include those that were promoted and financed by public entities Spanish or other European countries, as well as the contribution of material for study which was provided by private collectors fond of Entomology. In particular, the collections of butterflies provided by Martínez de la Escalera in 1919, Teodoro Vives in 1928 and Bonet y Gil in 1933 stand out from the others. The main publications about butterflies and moths since 1847 until nowadays are mentioned, some of them being the result of the expeditions and collections above said and others, the most current ones, from data compilation works, of general interest or from recent expeditions. The historical linkage between Spain and the Spanish zoologist with Bioko is very extensive and therefore, the butterflies collection in the National Science Museum of Madrid keeps a great quantity of specimen (among 2.000) from several different species that are nowadays being studied, defined and related in order to have them published immediately, which in the end will allow to increase the number of butterflies species present in Bioko.

KEY WORDS: Afrotropical Butterflies, Scientifics Expeditions, Fernando Poo, Bioko, Martínez de la Escalera, Teodoro Vives, Museo Nacional de Ciencias Naturales, Gran Caldera and Southern Highlands Scientific Reserve

Introducción

El origen de los avatares históricos de Bioko se remonta al último tercio del Siglo XV, entre 1469 y 1472 cuando Fernan do Pó, navegante portugués, descubre la Isla y bautiza con el nombre de Ferosa (o Formosa) (RAMÍREZ, 2004). Trescientos años después, el 1 de octubre de 1777, Portugal cede a España la llamada Isla de Fernando Poo junto a la de Annobon, también en el Golfo de Guinea. En abril de 1778 parten de Montevideo (Uruguay) tres embarcaciones al mando del Brigadier Conde de Arjelejo, quien toma posesión de la isla después de fondear en la Bahía de San Carlos (hoy de Lubá) el 24 de octubre de ese mismo año (DE CASTRO, 1999). Ante el posterior abandono de la Isla por parte de España, Inglaterra envió una expedición a Fernando Poo con el propósito de instalarse allí y así, el 26 de octubre de 1827 el Capitán Owen, al mando de una flotilla de cuatro naves, divisa la isla de Bioko y la describe como “*la isla más maravillosa y bonita que pueda conocerse*” (OWEN, 1833). El asentamiento tuvo lugar y fundaron la ciudad de Clarence (en honor al rey de Inglaterra y duque de Clarence), posteriormente llamada por los españoles Santa Isabel hasta la independencia del país en 1968, cuando pasó a llamarse Malabo. La ocupación inglesa finalizó en 1834, sucediéndose entonces en el gobierno de la ciudad diversas compañías privadas británicas hasta que, en 1843, el capitán Juan José Lerena desembarca en la Isla y es investido Comisario Regio. De inmediato destituye del mando a la *West Africa Company*, empresa maderera londinense que ostentaba el gobierno de la Ciudad y de la Isla en conjunto (MARTÍN DEL MOLINO, 1993).

En 1841 la expedición de John Beecroft al Níger hubo de abandonar su intento de remontar el río y se vio obligada refugiarse en Fernando Poo (KALU, 1980) y, al

contar con la presencia de los científicos que acompañaban a tan singular expedición, comenzó a recabarse de modo continuado información sobre la fauna y flora de la Isla, sumando conocimientos a los anteriormente iniciados por los naturalistas que acompañaron a Owen (GRAY, 1831).

En este trabajo pretendemos hacer un breve recorrido por los más destacados estudios, expediciones y publicaciones científicas dedicados a las mariposas de la Isla de Bioko, conocer el “estado del arte” y, además, traer a la memoria a quienes hicieron posible el hoy amplio -aunque aún incompleto- conocimiento de los lepidópteros de esta singular Isla del Golfo de Biafra la cual representa uno de los lugares de mayor diversidad de fauna, incluidas las mariposas, de África (BURGESS *et al.* 2006; BONEBRAKE *et al.* 2010).

Expediciones y recolecciones: Fernando Poo

Durante el último tercio del siglo diecinueve, los territorios del Golfo de Guinea y sus islas (particularmente la Isla de Fernando Poo) fueron profusamente explorados por España y diversos países occidentales (PELLÓN, 1864; IRADIER, 1878) sucediéndose asimismo importantes expediciones geopolíticas, como las realizadas por Ossorio e Iradier en 1884 (IRADIER, 1886) y Ossorio y Montes de Oca en 1885-1886 que, auspiciadas ambas por la Sociedad Española de Africanistas y Colonistas, también tuvieron un marcado carácter recolector (OSSORIO, 1887), incluyendo cierta cantidad de mariposas de la región continental de Río Muni y algunos pocos individuos de Fernando Poo (BOLÍVAR, 1886).

Otras expediciones prospectoras se deben a Emilio Bonelli, quién viajó por el Golfo de Biafra y, según el mismo relató en una conferencia pronunciada en la Sociedad Geográfica de Madrid, quedó impresionado por las selvas y montañas de Bioko (BONELLI, 1888). Años después, en 1895, hace la primera descripción del Lago Loreto, ubicado en Biapá (Concepción) (BONELLI, 1896) y en 1898 exploraría el Pico Santa Isabel -hoy llamado Basilé- descubriendo acuíferos de enorme importancia (ANÓNIMO, 1898). Durante las expediciones mencionadas, Bonelli recolectó diverso material antropológico (cráneos, etc.) que fue depositado en el Museo Etnográfico de Madrid para su estudio (BARRAS, 1929).

Con la llegada de Francisco Newton al Golfo de Guinea, comisionado y financiado por el Museo de Lisboa, surgen las primeras expediciones de carácter exclusivamente científico y no solo como complemento a las exploratorias, geográficas o políticas (GONZÁLEZ, 2002). Después de recolectar en Annobon y Sao Tomé, Newton llega a Fernando Poo en noviembre de 1894, donde permanecerá durante algunos meses estudiando y recolectando su flora y fauna, tanto vertebrados como una buena cantidad de invertebrados, incluyendo una importante colección de mariposas posteriormente estudiadas por AURIVILLIUS (1898, 1909).

Pero fue en los albores del Siglo XX cuando se desarrollaron las hasta entonces más importantes expediciones marcadamente científicas (las cuales aportaron una

ingente cantidad de material entomológico para su estudio), de entre las que cabe destacar por su relevancia las expediciones recolectoras de Martínez de la Escalera y Melquiades Criado en 1901 (CRIADO, 1901; KHEIL, 1905) quienes acompañaron como miembros de la Sociedad Española de Historia Natural a la Comisión de Límites de los Territorios Continentales del Golfo de Biafra, si bien no participaron de ella y pudieron así dedicar su tiempo a la recolección de una importante cantidad de material de estudio, entre ellos una destacada colección de ropalóceros de Fernando Poo (KHEIL, 1905, 1909).

La expedición Leonardo Fea, financiada por el Museo de Génova, se realizó en 1901-1902 y proveyó asimismo de una gran cantidad de ejemplares de ropalóceros, muchos de ellos de Fernando Poo (AURIVILLIUS, 1909). Poco después, la expedición Tessmann al sur de Camerún y Guinea Española (Expedition Günther Tessmann nach Süd-Kamerun und Spanisch-Guinea) tenía lugar en 1904, basada fundamentalmente en la recolección de diverso material de flora y fauna de la región continental (GRUMBERG, 1910), si bien la aportación de material entomológico de Bioko destinado al Museo de Berlín, aunque secundaria, también se produjo y con ello se incrementó el conocimiento de las mariposas nocturnas de la Isla (STRAND, 1912).

Una de las mayores y más ambiciosas expediciones fue, sin duda, la Deutschen Zentral-Afrika Expedition desarrollada entre 1910-1911, pero precedida de una primera desarrollada entre 1907-1908, ambas promovidas y dirigidas por Adolf Friedrich, Duque de Mecklenberg (HERNÁNDEZ, 2010). A su regreso de la primera expedición, que le llevara a recorrer el interior africano desde en lago Victoria al lago Kiwu y de allí descender por el gran río Congo, preparó de inmediato y de modo concienzudo la segunda expedición, pero en esta ocasión acompañado de varios científicos de reconocido prestigio pues, como el mismo anunció, el conocimiento científico de esas selvas era muy escaso. Esta segunda expedición, programada para recorrer las selvas de Camerún y remontar el río Congo, partió de Tenerife y recorrió la costa oeste africana hasta llegar al Golfo de Biafra con intención de recalar en Camerún. Una vez en Biafra, el Duque decidió poner rumbo a Fernando Poo y, según sus propias palabras “*quedamos profundamente impresionados por sus montañas, asomando entre la niebla*” (FRIEDRICH, 1913). Tal fue la sensación que la Isla le provocó que decidió que, al finalizar la campaña de Camerún, los científicos (un botánico y un zoólogo) regresasen a Annobon, Sao Tomé y de nuevo Fernando Poo pues consideraba sus territorios científicamente inexplorados.

Ya entonces el Dr. Arnold Schultze era considerado como un gran conocedor de las selvas africanas pues, durante años, desarrolló su trabajo como oficial de policía en Camerún, al mismo tiempo que se formaba como una gran entomólogo (FRIEDRICH, 1913). Acompañado del Dr. Mildbraed, geógrafo y botánico, Schultze recorrió la isla de Fernando Poo y recolectó una importante colección entomológica, con una significativa representación de los ropalóceros (MILDBREAED, 1913).

Algunos años después, en 1919, la Junta de Ciencias Naturales de Barcelona contrata los servicios de Martínez de la Escalera quién, en esta ocasión, se hace

acompañar de su hijo Fernando y de nuevo recolecta un buen número de ejemplares de vertebrados e invertebrados, tanto del Muni como de Fernando Poo, que envía a Museo de Ciències Naturals de Barcelona (GONZÁLEZ & GOMIS, 2001). En esta ocasión llama la atención la escasa aportación de insectos en general y la prácticamente nula colección de mariposas (GARCÍA *et al.* 2011), si bien una importante cantidad de ropalóceros de Fernando Poo etiquetados por Escalera en 1919 se conservan actualmente en el MNCN de Madrid (MARTÍN *et al.* en prep).

Son muchas las exploraciones y recolecciones entomológicas que se sucedieron a partir de las fechas antes mencionadas, destacando de modo singular las expediciones auspiciadas por diferentes instituciones públicas españolas, como el Instituto de Estudios Africanos, Museos de Ciencias, Centros de Investigación y Universidades. En estas líneas señalaremos las más significativas, bien por sus comunicaciones posteriores sobre las mariposas de Fernando Poo, o bien por el material lepidopterológico recolectado procedente de la Isla de Bioko.

Fue la Dirección General de Marruecos y Colonias quién patrocinó la expedición de los entomólogos Federico Bonet y Juan Gil Collado a Fernando Poo, realizada con un evidente carácter médico (BOLÍVAR, 1933) y a la que dedicaron los mayores esfuerzos en la captura de culícidos. Ambos contaron también con el auspicio del MNCN, del que eran conservadores de la colección de entomología. La colección de ropalóceros de Fernando Poo depositada en el MNCN cuenta con una gran cantidad de ejemplares recolectados entre enero y marzo de 1933 por la expedición Bonet-Gil, sumando en conjunto 714 ejemplares pertenecientes a 112 especies diferentes, muchas de ellas inéditas en la Isla (MARTÍN *et al.* en prep). Este material, así como el proporcionado por los anteriormente citados colectores, no ha sido aún publicado y tan solo cuenta con algunas referencias indirectas (SPEARMAN *et al.* 2000).

Después de la guerra en España, la presencia de diversos científicos y técnicos en Guinea era frecuente, de modo que aquellos también proporcionaron cierto material entomológico para su estudio. Luís Báguena captura varias mariposas que actualmente están depositadas en el MNCN, aportando en conjunto 3 especies, fechadas en 1944.

En 1948, la Dirección General de Marruecos y Colonias, a través del Instituto de Estudios Africanos, promueve una nueva expedición científica a Guinea y sus islas y en ella participan como entomólogos el profesor Ortiz de la Vega y Juan Gómez Menor, siendo ayudante de campo el también zoólogo Joaquín Mateu Sempere (GONZÁLEZ, 2002). Esta expedición no aportó una información relevante sobre los lepidópteros de Fernando Poo, aunque se narró con acierto la casual observación de la migración en África de *Danaus chrysippus* L. (GÓMEZ-MENOR, 1949) y se proporcionó información significativa sobre los vertebrados de Río Muni y, en menor medida, también de Fernando Poo (MATEU, 1949). En el MNCN se conserva una pequeña cantidad de individuos de ropalóceros de Fernando Poo etiquetados sin localidad concreta de recolección -salvo un ejemplar de Santa Isabel- apareciendo Ortiz-Mateu como colectores y todos ellos fechados en 1948, sumando un total de seis especies diferentes (MARTÍN *et al.* en prep).

Una década después, en 1959, el entomólogo Salvador Vicente Peris junto al malacólogo Julio Álvarez, ambos pertenecientes al MNCN, visitan la isla de Annobon, en Guinea Ecuatorial. Esta expedición científica se desarrolla entre junio y julio (COMPTE, 2008) y en el mes de agosto visitan Fernando Poo, donde capturan una pequeña cantidad de ropalóceros, reuniendo en conjunto 16 especies diferentes (MARTÍN *et al.* en prep). En 1961 Salvador Peris regresa a Fernando Poo y otros lugares del Golfo de Biafra, recolectando algunos ejemplares de Nymphalidae de la Isla. Al año siguiente, en 1962, la Sociedad de Ciencias Aranzadi auspicia una nueva expedición científica y realiza una importante aportación de mariposas de la región continental, así como algunos ejemplares de Bioko (DE OLANO & MARCOS, 1993).

Recolectores privados

Es singularmente importante destacar la labor recolectora de un buen número de aficionados a la entomología que, afincados en las entonces provincias españolas de río Muni y Fernando Poo, mantuvieron acuerdos con diferentes Museos a los que proveían de muy diverso material (MALDONADO, 2001).

De este modo, en 1926 José Alonso Martínez, un practicante destinado en Río Muni y afincado en Ebebeyin donde regenta una explotación de palma, vende al Museo ejemplares de distintos grupos, principalmente vertebrados de la región continental (MALDONADO, 2001). Aficionado a la zoología, provee al MNCN de varios ropalóceros procedentes de Fernando Poo, fechados todos ellos en 1926. En total se han contabilizado 33 individuos, pertenecientes a seis especies diferentes (MARTÍN *et al.* en prep).

Queremos y debemos destacar, por su elevado número de ejemplares, la enorme importancia de las donaciones que Teodoro Vives Camino hizo al MNCN. Teodoro Vives nació en Azuqueca de Henares (Guadalajara). Su padre, Pedro Vives, fue el primer jefe de aviación militar de España, motivo por el cual ingresó muy joven en el ejército y pronto fue destinado al batallón expedicionario del Regimiento de Burgos nº 36, que entonces dedicaba sus esfuerzos en recuperar los territorios abandonados tras la batalla de Annual (LOSADA, 2004). En 1926 y después de diversos destinos por el norte de África, se incorporó a la base de hidroaviones El Atalayón y, en diciembre de ese mismo año, partió con el resto de la patrulla Atlántida rumbo a Bata, capital de la entonces provincia de Río Muni, en Guinea Ecuatorial. La expedición sobrevoló una costa desconocida desde el punto de vista de la aeronáutica por lo que a su regreso, en febrero de 1927, recibió el reconocimiento internacional (HERRERA, 1981). Volvió de nuevo a Guinea Ecuatorial, en esta ocasión a Fernando Poo, con el cometido de organizar el aeródromo de Santa Isabel, capital de la Isla. Allí permaneció hasta diciembre de 1928 y fue precisamente durante el desarrollo de este nuevo encargo en su destino africano donde pudo combinar con gran eficacia su trabajo como aviador y su enorme afición a la entomología. Estableció entonces acuerdos de colaboración con el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, al que procuró una enorme colección de insectos, primero de Fernando Poo y posteriormente de la región continental. En total se han contabilizado alrededor de 700 ejemplares de ropalóceros de la Isla, pertenecientes a un centenar de especies diferentes todas ellas fechadas en 1928,

muchas de las cuales no habían sido citadas nunca en Fernando Poo (MARTÍN *et. al.*, en prep). En 1935, su doble y reconocida faceta de aviador y entomólogo le permitió formar parte de la “Expedición Iglesias al Amazonas”, expedición científica de enorme envergadura prevista para el año 1936. Por diversos avatares políticos, esta singular expedición nunca se realizó (LÓPEZ, 2002). Terminada la Guerra Civil española regresó a Bata y Santa Isabel, reorganizando de nuevo sus respectivos aeródromos. De este último viaje a las provincias de Guinea no se ha encontrado material entomológico depositado en el MNCN (PARÍS, com. pers.). En febrero de 1946 falleció en un accidente de avión junto al mecánico y su sobrina Amparo Vives Ramírez, hija de su hermano Francisco, igualmente aviador. Amparo también proporcionó algún ropalócero de Fernando Poo al Museo, aunque en muy escaso número.

Los movimientos independentistas de los guineoespañoles o españoles negros (así se llamaba entonces al habitante oriundo de Guinea, pero español de hecho) propiciaron que España convocara la realización de un referéndum sobre la aprobación del régimen de autonomía de Guinea Ecuatorial, consulta que se celebró en diciembre de 1963 (NGUEMA & BALBOA, 1996). La victoria del sí a la autonomía permitió la constitución de las Diputaciones provinciales de Río Muni y Fernando Poo y, de ésta última, se nombró presidente al bubí Enrique Gori Molubela, quien también fue nombrado procurador de las Cortes españolas (MUAUKUKU, 2000). Enrique Gori, natural de Banapó (Fernando Poó), era uno de los dirigentes bubí moderados en el conjunto de separatistas de la entonces colonia. Participó activamente en la creación del centro de Agrobiología y Entomología de Guinea Española, proyecto frustrado por el dictador Macías tras la independencia del país obtenida el 12 de octubre de 1968. Como complemento a su habitual colaboración con zoólogos españoles (COMPTE, 2008) donó algunos ejemplares de ropalóceros de Fernando Poo capturados por él mismo al MNCN, contabilizándose en las colecciones un total de cinco especies diferentes, si bien no se incluyen datos de localización ni fecha de captura (MARTÍN *et al.* en prep). Lamentablemente, en la primavera de 1969 la férrea dictadura de Macías hizo que le encarcelaran y luego asesinaran, junto con otros muchos opositores moderados (GARCÍA, 1978; MUAUKUKU, 2000).

Expediciones y recolecciones: Bioko

Tras la independencia de España en 1968 y la posterior etapa del dictador Macías, los trabajos de investigación de campo auspiciados por entidades científicas se extinguen y no reaparecerán hasta mediada la década de los ochenta (BOLEKIA, 2003). No obstante, son los recolectores privados quienes, durante este tiempo, proveen de ejemplares a diversos Museos. Diego Sánchez Miyares trabajó como topógrafo en Guinea Ecuatorial durante casi ocho años, en la década de los setenta y ochenta del pasado siglo. Durante ese tiempo reunió, además de una importante colección de diversos vertebrados, un buen número de mariposas de la región continental y otra importante colección, menos numerosa, de Bioko. De las casi veinte especies recolectadas por él mismo entre 1981 y 1985, tres de ellas significaron los primeros registros para la Isla (DE OLANO & MARCOS, 1993). Tras su fallecimiento en 1994,

su colección fue donada íntegramente al Museo de Ciencias Naturales de Álava. En ella constan alrededor de 1.400 ejemplares de invertebrados y 40 de vertebrados, entre los que se hallan cráneos de flamencos, serpientes, felinos y cocodrilos.

Desde los últimos quince años del pasado siglo y hasta la actualidad, los muy diversos e innovadores trabajos de campo en la Isla de Bioko son promovidos y auspiciados por diversas entidades, destacando el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, Agencia Española de Cooperación Internacional, Sociedad Amigos de Doñana, Universidades de Alcalá de Henares, Complutense y Politécnica de Madrid, Universidad de Arcadia (EEUU), etc. (CASTROVIEJO *et al.*, 1994; VELAYOS *et al.*, 2013). No obstante, son muy pocos los trabajos sobre artrópodos en general (PRIETO, 1999) y aún menos sobre mariposas en particular (SPEARMAN *et al.*, 2000; MARTÍN & COBOS, 2010a), especialmente en el sur de la isla. El Sur de Bioko se presenta como un entorno completamente inalterado y, por ello, alberga la mayor diversidad de plantas y animales de la Isla (BUTYNSKI & KOSTER, 1994; ZAFRA *et al.* 2010). En esta región se localiza la Caldera de Lubá (2.261 m), un enorme cráter de casi cinco mil metros de diámetros y más de mil cien de desnivel, la cual representa la única muestra de bosque monzónico de Guinea Ecuatorial y es, junto al cercano Monte Camerún, el lugar más lluvioso de África (CAPEL, 1985; TCHOUTO, 2004). La Gran Caldera Volcánica de Lubá junto a las Tierras Altas del Sur fue declarada Reserva Científica en 1997, no existiendo entonces conocimiento sobre su diversidad biológica (WEBER, 2001). En 2005, la Universidad Politécnica de Madrid y el Plan Nacional de I+D+I (CGL2005-23762-E) auspician una Expedición científica al interior de la Caldera con el objetivo principal puesto en la exploración del territorio y, por ello, se descendió desde el vértice hasta el fondo, recolectándose principalmente invertebrados de las laderas que cierran el cráter (MARTÍN & COBOS, 2010a). En marzo de 2007 se realizó una segunda expedición (CGL2006-27110-E/BOS), en esta ocasión con marcado carácter de muestreo/recolección, recopilándose una importante colección de ejemplares de su interior y pudiéndose así publicar los primeros registros sobre la diversidad de flora (VELAYOS *et al.*, 2013; BARBERÁ *et al.*, 2013) y fauna invertebrada (PRIETO & MARTÍN, 2008; MARTÍN & COBOS, 2010b; MARTÍN *et al.* 2011).

Como hemos comentado en estas líneas, España cuenta con una larga historia naturalista vinculada a Bioko y, dada la elevada cantidad de expediciones realizadas y el importante número de recolectores españoles que donaron o vendieron sus colecciones a diferentes Museos o coleccionistas privados, actualmente se está revisando íntegramente la colección de ropalóceros de Fernando Poo depositada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. El estudio de los aproximadamente dos mil ejemplares custodiados en el MNCN está aportando un incremento notable de las especies de ropalóceros citadas en Bioko, así como un mayor conocimiento sobre su distribución en la Isla (MARTÍN *et al.* en prep).

Publicaciones

Los primeros registros científicos de la fauna de Bioko se remontan a la primera mitad del Siglo XIX cuando, acompañando a las expediciones militares británicas al mando del Capitán Owen, los zoólogos y naturalistas comienzan a publicar sus investigaciones (MARTÍN DEL MOLINO, 1994). GRAY (1831) describe *Chamaleo oweni* y *Potadroma freethi*, siendo éstos los primeros conocimientos sobre la fauna de la entonces Isla de Fernando Poo. A estos registros le suceden muchos otros: cocodrilos (BENNETT, 1835), camaleones (MARTIN, 1838), primates y roedores (WATERHOUSE, 1838, 1841), aves y mamíferos (FRASER, 1841), publicándose también entonces la primera lista de aves de Fernando Poo (FRASER, 1843). *Lucanus downesii* (HOPE, 1833) supone la primera cita de la entomofauna de la Isla, mientras que los primeros registros sobre lepidópteros no llegarían hasta más de una década después (DOUBLEDAY, 1847) siendo *Pieris matuta* y *Pieris phaola* (hoy *Appias epaphia* Cramer y *Appias phaola* Doubleday respectivamente) las primeras especies de mariposas de Bioko en ser comunicadas por la ciencia. Poco después WESTWOOD (1849) publica algunas referencias a las mariposas nocturnas. A estas primeras citas les sucedieron algunas otras en el último tercio de Siglo XIX como las de Ignacio Bolívar quién, con el material aportado por Amado Osorio, menciona *Hypolinum misippus* B. (hoy *Hypolymnas misippus* L.) en Fernando Poo (BOLÍVAR, 1886) o el importante trabajo -de clara referencia para posteriores estudios- *Ropaloea Ætiopica*, donde se incluyen algunas citas de ropalóceros de la Isla, facilitadas por las capturas realizadas por Newton (AURIVILLIUS, 1898).

Pero fue en el primer tercio del Siglo XX cuando los científicos dieron publicidad a los resultados de las expediciones y recolecciones antes aludidas. Así, con los ejemplares recolectados por Martínez de la Escalera en 1901 (no se incluyen los aportados por Melquiades Criado), KHEIL (1905 y 1909) publica importantes trabajos sobre los lepidópteros de Río Muni y Fernando Poo. Se trata, sin duda, del primer compendio de información sobre la diversidad de ropalóceros de la Isla, anotando un total de 50 especies. De modo contemporáneo y basado en las colecciones de la expedición Leonardo Fea, AURIVILLIUS (1909) incrementa las citas de ropalóceros en Bioko. A éstas importantes publicaciones les sucedieron otras menos extensas, con tan solo unas pocas referencias a los lepidópteros de la Isla, tanto diurnos (GRUNBERG, 1910) como nocturnos en general (STRAND, 1912a) y Lasiocampidae en volumen independiente (STRAND, 1912b), Saturnidae (STRAND, 1914), basadas en las capturas de algunos ejemplares durante el desarrollo de la expedición Günther Tessman a Camerún. Parte del material recolectado en esta expedición y otras donaciones del propio Tessman en 1916, ha sido recientemente revisado y se han publicado nuevos trabajos incluyendo algunas especies inéditas en la Isla (LIBERT, 2005).

Como quedó de manifiesto anteriormente, una de las expediciones que contribuyó de un modo más notable al conocimiento de los ropalóceros de Fernando Poo fue la segunda parte de la Deutschen Zentral-Afrika Expedition, desarrollada entre 1910 y 1911. La ya mencionada estancia de zoólogos especialistas en la Isla permitió las recolecciones y, posteriormente, las diversas publicaciones con amplios contenidos

sobre los ropalóceros de Fernando Poo (SCHULTZE, 1915, 1916, 1917, 1920; SCHULTZE & AURIVILLIUS, 1923; AURIVILLIUS, 1925).

Con parte de los ejemplares recolectados por Martínez de la Escalera en 1919 Longinos Navás publica unas anotaciones de los insectos de Fernando Poo, pero no menciona nada sobre las mariposas de la Isla (NAVÁS, 1922) debido, posiblemente, a que buena parte de la colección de ropalóceros se encuentra depositada en el MNCN y está actualmente siendo revisada, aportando hasta el momento alrededor de 60 especies identificadas de entre los más de 200 ejemplares en depósito (MARTÍN *et al.* en prep).

Las expediciones promovidas desde de la Dirección General de Marruecos y Colonias y concebidas con otros objetivos prioritarios como médicos, agrícolas o forestales incrementan solo de modo discreto las comunicaciones sobre mariposas y, por tanto, el conocimiento de los lepidópteros (diurnos y nocturnos) de ambas provincias (BÁGUENA, 1943; GÓMEZ-MENOR, 1949) aunque, como anteriormente se señaló, aportaron una más que elevada cantidad de ropalóceros a las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales. No obstante, precisamente los temas relacionados con la producción agrícola o la conservación de la madera obtenida en las numerosas explotaciones forestales obligaban, como medida necesaria, la investigación sobre las posibles medidas de control de las plagas de insectos que podían mermar la renta obtenida. De este modo surgen notables aportaciones al conocimiento de determinados grupos de lepidópteros causantes de cuantiosos daños en los cultivos, bien defoliando las hojas como *Bunaea alcinoe* Stoll (Saturnidae) (BÁGUENA, 1943) o bien taladrando los tallos, como *Eulophonotus myrmeleon* Fldr. de la familia Cossidae (NOSTI, 1955), etc. Contemporáneamente surgen diversos trabajos que ahondan en el conocimiento con estudios puntuales sobre grupos concretos como Pieridae (BERNARDI, 1953) o bien otros muchos, de ámbito geográfico amplio, pero que citan especies en Bioko (STORACE, 1955; CONDAMIN, 1973).

Afortunadamente, los estudios sobre las mariposas de Bioko o al menos con referencias directas a especies de la Isla, se incrementa significativamente en el último cuarto del pasado Siglo XX y se suceden de manera continuada hasta la fecha. Como ya señalamos, no es objetivo de este trabajo relacionar exhaustivamente la bibliografía existente, pero sí hacer una alusión a la ingente cantidad de documentación científica sobre los ropalóceros de Bioko. Se publica la primera gran guía de las mariposas de África (CARCASSON, 1981) y aparecen frecuentes trabajos específicos sobre familias o géneros, como los estudios sobre *Cymothoe* (BEAURAIN, 1985) o *Graphium* (GAUTHIER, 1984; LARSEN 1994; SMITH & VANE WRIGHT, 2001), subfamilias como Charaxinae (HENNING, 1989; TURLING, 1998) o familias como Heperiidae (WARREN *et al.* 2009). También aparecen trabajos específicamente destinados al conocimiento de la fauna de ropalóceros de Bioko (MARTÍN *et al.* 2011; MARTÍN & COBOS, en prensa), suponiendo en conjunto un gran conocimiento de los ropalóceros de Guinea Ecuatorial y, en particular, los de la Isla de Bioko.

Al mismo tiempo que las diurnas, las mariposas nocturnas son estudiadas con detalle y el número de especies de Bioko se incrementa de modo notable con la aparición de trabajos específicos con Saturnidae (DARGE, 1988), Sphingidae (DARGE,

1989; DE OLANO & MARCOS, 1994), Geometridae (HERBULOT, 1998) o trabajos específicos sobre especies concretas (LODL, 1994, 1996), etc.

Con el incremento paulatino de la información sobre los ropalóceros de Bioko, surge la absoluta necesidad de sintetizarla y agruparla de modo eficaz y manejable. De este modo VIEJO (1984) realiza una actualización de gran parte de la información disponible hasta entonces y elabora una importante compilación de datos y citas publicadas hasta esa fecha de las mariposas diurnas del Golfo de Guinea, mencionando para Bioko un total de 96 especies, cantidad incrementada posteriormente con nuevas especies de Papilionidae, tanto de la isla como del Continente (VIEJO & IBERO, 1990). Tras la consulta de la colección del topógrafo y naturalista Diego Miyares y otros datos relevantes proporcionados por la Sociedad de Ciencias “Aranzadi” DE OLANO & MARCOS (1993) amplían las citas de especies de ropalóceros de la Isla hasta las 132 especies. Puntualizar que ésta Sociedad Científica recolectó en 1962 algunas mariposas de Bioko, entre ellas la primera cita (que no recolección pues la especie ya la capturó Luís Báguena en 1944) de *Papilio lormieri* Distant. Poco después, con la publicación del Catálogo Comentado de los ropalóceros de África ACKERY *et al.* (1995) incluyen nuevas especies en Bioko y elevan la cifra de ropalóceros de la Isla a 211. Pero es en el año 2000 cuando se publica la primera lista comentada de los ropalóceros de la Isla de Bioko (SPEARMAN *et al.*, 2000), incluyéndose algunos nuevos registros procedentes de la revisión parcial de las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, además de una revisión incompleta de diversas comunicaciones sobre las mariposas de la Isla hasta esa fecha. De este modo las especies reconocidas por SPEARMAN *et al.* (2000) para Bioko se elevan hasta 244.

Estas importantes contribuciones señaladas son completadas por destacados trabajos generales sobre lepidópteros ropalóceros afrotropicales (d’ABRERA, 1997, 2004, 2009; LARSEN, 2005; WILLIAMS, 2008; SÀFIÁN *et al.*, 2009; VANDEWEGHE, 2010), así como por algunas revisiones de las colecciones depositadas en diversos Museos (LARSEN 2005; MARTÍN *et al.* en prep) por lo que la riqueza de ropalóceros de Bioko puede verse incrementada de manera evidente.

Por último reseñar que, acorde con el flujo de información actual a través de los medios tecnológicos disponibles, hoy día se suman a éstas y otras muchas publicaciones de detalle o generalistas, los recursos electrónicos. De este modo son muchos los autores que actualizan sus investigaciones y las hacen públicas a través de diferentes Webs si bien, como cabe suponer, la información contenida en las páginas de acceso libre no han sido siempre debidamente revisadas y, por ello, los datos allí incluidos han de tomarse con la debida cautela. Asimismo debemos destacar que, aunque hay cierta literatura popular de carácter divulgativo y no científico que habla en general de fauna de Bioko, incluso pormenorizando en lepidópteros, ésta no ha sido tenida en consideración a la hora de incluirla en la relación de trabajos científicos pues no lo son y, menos aún, en la toma de datos sobre la riqueza o diversidad de ropalóceros de la antigua Fernando Poo.

Conclusiones

Después de dos décadas de importantes comunicaciones sobre los lepidópteros de Fernando Poo, son pocas las publicaciones a partir de 1925 y prácticamente inexistentes acerca de las colecciones cedidas por recolectores privados o, incluso, recolectadas en las expediciones auspiciadas por entidades públicas españolas (Exp. Bonet-Gil, Ortiz-Mateu, etc.). No obstante, las puntuales anotaciones sobre las mariposas de Fernando Poo (o Bioko) son compiladas y tratadas en publicaciones monográficas (VIEJO, 1984; DE OLANO & MARCOS, 1993, 1994; SPEARMAN *et al.* 2000) de modo que el conocimiento de la riqueza y diversidad de los lepidópteros de la Isla son cada día mayores. Como ejemplo de lo anterior baste comentar que en el trabajo de SPEARMAN *et al.* (2000) se anotan para la familia Lycaenidae un total de 52 especies, cantidad que actualmente debe incrementarse en 24 nuevas especies haciendo un total de, al menos, de 76 Lycaenidae en Bioko (MARTÍN, en prep). Para ello se han incorporado registros de diversas publicaciones y expediciones recientes, así como datos inéditos de numerosas expediciones españolas y recolectores privados pues, tal como hemos comentado a lo largo del presente trabajo, sus aportaciones al conocimiento de los lepidópteros de Bioko son extraordinarias.

Como resultado de lo expuesto en este documento podemos aseverar que los lepidópteros de Bioko son bien conocidos pero, al estar la Reserva Científica de la Gran Caldera y Tierras Altas del Sur prácticamente inexplorada, su futuro estudio y prospección científica puede generar un incremento de la riqueza específica y, por tanto, puede aumentar de modo notable la diversidad de especies en la Isla (SPEARMAN *et al.* 2000; MARTÍN & COBOS, en prensa).

Agradecimientos

Quiero mostrar mi mayor agradecimiento al personal de la Biblioteca de la Escuela de Ingenieros Forestales de la Universidad Politécnica de Madrid, cuya ayuda ha resultado imprescindible para acceder a determinados documentos y publicaciones utilizadas y mencionadas en este trabajo. Asimismo, agradecer a Mercedes París, Amparo Blay y Mercedes Hitado la ayuda y facilidades para la consulta de la colección de ropalóceros de Bioko conservada en el Museo de Ciencias Naturales de Madrid, así como a Diana Martín e Ignacio Arizmendi por su constante colaboración en la toma de datos y etiquetado de ejemplares. Al Dr. Antonio Vives por animarme a escribir este trabajo y a Pablo Cobos y resto de participantes en las Expediciones de la UPM a la Caldera de Lubá, por su imprescindible ayuda en la recolección y preparación de las colecciones de mariposas de la Reserva Científica.

Bibliografía

ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I., 1995.- *Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region* : 803 pp. British Museum (Natural History). London.

Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko
(Guinea Ecuatorial).

ANÓNIMO. 1898.- Últimas noticias de Fernando Poo. *Rev. Geogr. Col. Mercant.*, I (II): 201-203. Madrid.

AURIVILLIUS, C.H. 1898.- *Rhopalocera Aethiopica. Die Tagfalter des Aethiopischen Faunengebietes. Eine systematisch-geographische Studie*: 561 pp. Stockholm.

AURIVILLIUS, C. 1909.- Schmetterlinge Gesammelt in Westafrika von Leonardo Fea in den Jahren 1897-1902.- *Annali del Museo Civico di Storia Naturale de Genova*, **44**: 494-530.

AURIVILLIUS, P.O.C. 1925. Lepidoptera. IV. Teil. *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika-Expedition* **1** (18): 1243-1359.

BÁGUENA, L. 1943. Un grave peligro para el yiang-kiang en Fernando Poo, *Bunaea alcinoe* Cramer (Lepidoptera: Saturniidae) sobre *Cananga odorata* Hook (Anonaceae). *Anuario agrícola de los territorios españoles del Golfo de Guinea, Vol 6*: 39-99. Dirección General de Marruecos y Colonias. Madrid. 118 pp.

BARBERÁ, P., M. VELAYOS & C. AEDO 2013.- Annotated checklist and identification keys of the Acalyphoideae (Euphorbiaceae) of Equatorial Guinea (Annobón, Bioko and Río Muni). *Phytotaxa* **140** (1): 1-25 (2013)

BARRAS, F. 1929.- Notas sobre el Golfo de Guinea. Razas-Cultura-Historia. Referencia especial a las posesiones españolas. *Bol. R. Soc. Geogr.*, **69**: 265-293. Madrid.

BEAURAIN, M. 1985.- Note sur les *Cymothoe* de Bioko (Lep., Nymphalidae). *Lambillionea* **85** (11-12); 87-95.

BENNETT, E.T. 1835. Characters of a New Species of Crocodile (*Crocodylus leporhynchus*). *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part III: 128-148

BERNARDI, G. 1953.- Lépidoptères Pieridae recueillis à Fernando-Poo par MM. P.L. Dekeyser, P. Lepesme. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire (A)* **15**: 1437-1440.

BOLEKIA, J. 2003.- Aproximación a la historia de Guinea Ecuatorial. Amarú ediciones. Salamanca. 167 Pp.

BOLÍVAR, I. 1886.- Articulados. En: Ossorio, A. Fernando Poo y el Golfo de Guinea. *Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **15**: 341-348. Madrid.

BOLÍVAR, C. 1933.- Llegada a Santa Isabel (Fernando Poo) de los consocios Juan Gil Collado, Federico Bonet Marco y Luz Trinidad Gutiérrez. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **33**:15. Madrid

BONEBRAKE T. C; L. C. PONISIO; C. L. BOGGS & P. R. EHRLICH. 2010.- More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* **143** (2010) 1831-1841

BONELLI, E. 1888.- Un viaje al Golfo de Guinea. *Bol. Soc. Geogr. Madrid*, **24**: 291-313. Madrid

BONELLI, E. 1896.- Exploraciones en Fernando Poo. *Bol. Soc. Geogr. Madrid*, **38**: 49-56. Madrid.

BURGESS, N.; J.D. HALES; T. H. RICKETTS & E. DINERSTEIS, 2006.- Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* **127**: 383-401.

BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H. 1994. Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea. *Biodiversity and Conservation* 3: 893-909.

CAPEL, J. J., 1985.- El ritmo estacional de las precipitaciones en el continente africano: equinoccios y solsticios.- *Paralelo 37°* (8-9): 149-172.

CARCASSON, R.H. 1981. *Collins handguide to the butterflies of Africa*. Collins, London: i-xix, 1-188

CASTROVIEJO, J., JUSTE, J, CASTELO, R. & PÉREZ DEL VAL, J. 1994. The Spanish co-operation programme in Equatorial Guinea: a ten-years review of research and nature conservation in Bioko. *Biodiversity and Conservation* 3:951-961.

COMPTE, A. 2008.- *In memoriam: Salvador V. Peris-Torres (1922-2007)*. *Graellsia* 64 (1) 143-160.

CONDAMIN, M. 1973.- Monographie du genre *Bicyclus* (Lepidoptera: Satyridae). *Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, 88: 1-324.

CRIADO, M. 1901.- Notas tomadas en mi viaje al Golfo de Guinea. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 1: 354-359. Madrid.

D'ABRERA, B. 1997.- *Butterflies of the Afrotropical Region. Part I: Papilionidae, Pieridae, Acraeidae, Danaidae, Satyridae*. New and revised edition. Hill House Publishers, Melbourne and London. 1997: i-xxiv, 1-263.

D'ABRERA, B. 2004.- *Butterflies of the Afrotropical Region. Part II: Nymphalidae (complete), Libytheidae*. Hill House Publishers, Melbourne and London.

D'ABRERA, B. 2009.- *Butterflies of the Afrotropical Region. Part III: Lycaenidae, Riodinidae*. Hill House Publishers, Melbourne and London.

DARGE, P. 1988.- Trois nouveaux Saturniidae de Bioko (Lepidoptera). *Bulletin de la Société Entomologique de Mulhouse*, pp 41-42.

DARGE, P. 1989.- Sphingidae de Bioko. *Lambillionea* 85 (5/6): 42-43.

DE CASTRO, M.I. 1999.- *Conde de Arjelejo. Noticias, documentos y avisos. Expedición de 1778* Ediciones Ceiba. Documentos de la Colonización 6. Vic (Barcelona). 93 Pp.

DE OLANO, I & MARCOS, J. M., 1993.- Lepidópteros Papilionoidea de Guinea Ecuatorial y sus islas.- *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, **8**: 137-169.

DE OLANO, I & MARCOS, J. M., 1994.- Lepidópteros Sphingidae de Guinea Ecuatorial (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP Revista de Lepidopterología*, 22(86): 127-133.

DOUBLEDAY, E. 1847.- On some undescribed species of Lepidoptera in the Society's Collection.- *Proceedings of the Zoological Society of London*, **15**: 55-61

FRASER, L. 1841.- A letter of Mr. Fraser, naturalist to the Niger expedition. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part IX: 97-128

FRASER, L. 1843.- On some New Species of Birds from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part XI: 3-15

Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko
(Guinea Ecuatorial).

FRIEDRICH, A.- 1913. *From the Congo to the Niger and the Nile; an account of the German Central African expedition of 1910-1911*. Adolf Friedrich Duke of Mecklenburg. Vol 1. London. Duckworth & Co. 241 Pp

GARCÍA, R. 1978.- Guinea-Macías. La Ley del silencio. Plaza & Janés. Espulgas de Llobregat (Barcelona). 316 Pp

GARCÍA, E.; MASÓ, G. & URIBE, F. 2011.- Martínez de la Escalera en las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de Barcelona. La Expedición a Guinea Ecuatorial de 1919. En: MARTÍN, C. & IZQUIERDO, I. (eds). *Al encuentro del naturalista Manuel Martínez de la Escalera (1867-1949)*. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 2011. 694 Pp.

GAUTHIER, A. 1984.- Neue Unterarten und neue Namen in die Gattungen *Papilio Graphium* und *Parnassius*. *Entomologische Zeitschrift*. Frankfurt a.M. 94: 314-320.

GÓMEZ-MENOR, J. 1949.- Algunas características de la fauna entomológica de Guinea Española. *Archivos del Instituto de Estudios Africanos*, año III-nº 8: 7-23. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

GONZÁLEZ, C. 2002.- Expediciones científicas a Guinea Ecuatorial (1873-1968). En: DÍEZ, A. (ed).- *Ciencia y memoria de África*. Actas de las III jornadas sobre Expediciones científicas y africanismo español (1898-1998): 329-337. Universidad de Alcalá de Henares. Madrid.

GONZÁLEZ, A. & GOMIS, A. 2001.- *Los naturalistas españoles en el África Hispana (1860-1936)*. Ed. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Serie Histórica. Madrid. 425 Pp.

GRAY, J. E. 1831.- Description of a new species of *Chamaeleon* discovered by Capt. Owen in Africa. *Zool. Misc.* 1: 7.

GRUNBERG, K. 1910.- Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach S^a d-Kamerun und Spanisch-Guinea. *Sitzungsber. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin*, 10: 469-482.

HENNING, S.F. 1989.- *The Charaxinae Butterflies of Africa*. Fontispiece. Johannesburg. 467 Pp.

HERBULOT, C., 1998.- Lépidopteres Géométrides récoltés par le Dr J.-G. Canu dans l'île de Bioko (ex Fernando Po).- *Lambillionea*, **98** (2): 287.

HERNÁNDEZ, E. 2010.- *Las Islas Canarias en Viajeras de lengua Alemana*. Ed. Peter Lang Internationaler Verlag der Wissenschaften. Band 70. 338 Pp.

HERRERA, E. 1981.- Semblanzas: Teodoro Vives Camino. *Revista de aeronáutica y astronáutica*, 482: 207-208. Ed: Ejército del Aire. Madrid.

HOPE, F.W. 1833.- On the Characters of Several New Genera and Species of Coleopterous Insects. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part I: 61-64

IRADIER, M. 1878.- Fragmentos de un diario de viajes de exploración en la zona de Corisco. *Bol. Soc. Geogr. Madrid*, 4: 253-338. Madrid.

IRADIER, M. 1886.- Exploración en territorios del Golfo de Guinea. *Bol. Soc. Geogr. Madrid*, 21: 25-36. Madrid.

KALU, E.U. 1980.- *The Rise of the British Colonialism in Southern Nigeria*. Smith Town, New York: Exposition. Press, 1980. 265 Pp.

KHEIL, N. M., 1905.- Lepidópteros de la Guinea Española.- *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, I. Memoria 7^a: 161-181

KHEIL, N. M., 1909.- Catálogo sistemático de la fauna de las posesiones españolas del Golfo de Guinea (Lepidópteros).- *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural* I: Memoria 28^a: 483-506.

LARSEN, T.B. 1994.- *Graphium policenes* (Cramer, 1775), *Graphium policenoides* (Holland, 1892) and *Graphium liponesco* (Suffert, 1904) three closely related taxa (Lepidoptera: Papilionidae). *Lambillionea* 94: 148-156.

LARSEN, T. B., 2005.- *Butterflies of West Africa*: 595 + 270 pp. Apollo Books, Svendborg.

LIBERT, M. 2005.- *Révision du genre Telipna Aurivillius (Lepidoptera, Lycaenidae)*. ABRI – *Lambillionea*, 89 p., 13 pl. coul.

LOLD, M. 1994.- *Hypena monikae* n. sp. aus Fernando Poo, eine neue Hypenine aus der Verwandtschaft von *Hypena leucostica* Bethune-Baker 1909 (Lepidoptera: Noctuidae). *Entomologische Zeitschrift*, 104(22): 429-435.

LOLD, M. 1996.- *Hypena (Trichypena) leopardina* sp. n., a new species of Hypeninae from Bioko Island, with remarks on the closely related species of the *Hypena fuscularis*-group (Lepidoptera: Noctuidae). *Beiträge zur Entomologie*, 46(1): 103-108.

LÓPEZ, P. 2002.- *La expedición Iglesias al Amazonas*. Ministerio de Medio Ambiente. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 217 Pp.

LOSADA, J.C. 2004.- *Batallas decisivas de la historia de España*. Ediciones Aguilar. Madrid. 350 Pp.

MALDONADO, J.L. 2001.- Las Expediciones científicas españolas en los Siglos XIX y XX en el Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales. *Asclepio*, Vol. LIII-2-2001.

MARTIN, W. 1838. On some Species of Chamaleon from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part VI: 63-67

MARTÍN DEL MOLINO, A. 1993.- *La ciudad de Clarence*. Ed. Centro Cultural Hispano-Guineano. Madrid-Malabo. 250 Pp.

MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010a.- Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga.

MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010b.- Papilionidae, Pieridae and Danainae (Insecta: Lepidoptera) of the Caldera of Lubá. Bioko Island. (Equatorial Guinea). In proceeding: *IXth European Congress of Entomology*. Budapest 23-27 August, 2010. p 234.

MARTÍN, I., COBOS, P. & RODRÍGUEZ DE RIVERA, O., 2011.- Skipper butterflies (Lepidoptera: Hesperidae) of the Caldera de Lubá (Bioko Island, Equatorial Guinea).- In Proceeding: *European Congress of Lepidopterology. Luxemburg, 9-14 may 2011*: 63.

Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko
(Guinea Ecuatorial).

MARTÍN, I. & COBOS, P. (en prensa).- *Abisara rutherfordii* Hewitson, 1874 en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial): 100 años después (Lepidoptera: Riodinidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. (Revisado y aceptado 30-X-2013).

MATEU, J. 1949.- Algo sobre la fauna de la Guinea Española. *Archivos del Instituto de Estudios Africanos*, año III-nº 8: 92-107. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

MILDBREAED, J. 1913.- Fernando Poo and Annobon. Chapters XXV, XXVI pag 227-262. In: FRIEDRICH, A. *From the Congo to the Niger and the Nile; an account of the German Central African expedition of 1910-1911*. Adolf Friedrich Duke of Mecklenburg. Vol 2. London. 1913. Duckworth & Co. 288 Pp.

MUAKUKU, F. 2000.- *Guinea Ecuatorial: de la esclavitud colonial a la dictadura Nguemista*. Barcelona. Ediciones Carena. 193 Pp.

NAVÁS, L. 1922.- Insectos de Fernando Poo. *Treballs del Museu de Ciències de Barcelona*, Vol 4(3): 109-116.

NGUEMA, F & BALBOA, J.- 1996. La transición de Guinea Ecuatorial. Historia de un fracaso. Ed. Labrys 54. Madrid. 158 Pp.

NOSTI, J. 1955.- *La agricultura en Guinea Española*. Dirección General de Marruecos y Colonias. Madrid. 406 Pp.

OSSORIO, A. 1887.- Fernando Poo y el Golfo de Guinea: apuntes de un viaje. *Anal. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 15: 289-248. Madrid.

OWEN, W.F. 1833.- *Narrative of Voyages to Explore the Shores of Africa, Arabia and Madagascar*. Londres. 1833. 177 Pp.

PELLÓN, J. 1864.- *Memoria descriptiva de la colonia española de Fernando Poo y sus dependencias*. Madrid, José Morales Rodríguez Ed.

PRIETO, C.E. 1999.- 'Nuevos' Opiliones (Arácnida) de la Isla de Bioko, Guinea Ecuatorial. Resumen de la comunicación presentada en las *XVII Jornadas de la Asociación española de Entomología*, Bilbao, 20-23 de setiembre de 1999 (Resúmenes de Conferencias y Comunicaciones).

PRIETO, C. & MARTÍN, R., 2008.- Los Phalangiidae (Arachnida: Opiliones) de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología*: Córdoba. pág: 30-31

RAMÍREZ, J. 2004.- *Objetivo África. Crónica de la Guinea Española en la II Guerra Mundial*. Edita: Jesús Ramírez Copeiro del Villar. Valverde del Camino (Huelva). 382 pp.

SÁFIÁN S. Z., COLLINS, S. C., KORMOS, B. & SIKLÓSI, A., 2009.- African Butterfly Database version 1.0. Disponible en <http://www.abdb-africa.org>. (accedido el 9 de setiembre de 2014)

SCHULTZE, A., 1915.- Weitere neue rhopaloceren aus der ausbeute der II. Inner-Afrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg.- *Archiv. Für Naturgeschichte*, **81**(12): 136-142.

- SCHULTZE, A., 1916.- Weitere neue rhopaloceren aus der ausbeute der II. Inner-Afrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg. Neue Folge.- *Archiv. Für Naturgeschichte*, **82**(3): 34-39.
- SCHULTZE, A., 1917.- Lepidoptera. I. Teil.- *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(12): 511-597.
- SCHULTZE, A., 1920.- Lepidoptera. II. Teil.- *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(14): 639-829.
- SCHULTZE, A. & AURVILLIUS, C., 1923.- Lepidoptera III Teil.- *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(17): 1113-1242.
- SMITH, C.R. & D. VANE WRIGHT 2001.- A review of the afrotropical species of the genus *Graphium* (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionidae). *Bulletin of The Natural History Museum* (Entomology Series) **70** (2): 503-719
- SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D., 2000.- An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea).- *Transactions of the American Entomological Society*, **126** (3-4): 447-475.
- STORACE, L. 1955.- Su alcune Papilionidae africane, con descrizioni di nuove forme (Lepidoptera, Diurna). *Memorie della Societa Entomologica Italiana*, **33**: 120-137.
- STRAND, E. 1912a.- Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach Süd-Kamerun und Spanisch-Guinea. Lepidoptera I und II. *Archiv. Für Naturgeschichte*
- STRAND, E. 1912b.- Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach Süd-Kamerun und Spanisch-Guinea. Lepidoptera III und IV. *Archiv. Für Naturgeschichte*
- STRAND, E. 1914.- Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach Süd-Kamerun und Spanisch-Guinea. Lepidoptera IX. *Archiv. Für Naturgeschichte*.
- TCHOUTO, M. G. P., 2004.- *Plant diversity in a Central African rain forest: implications for biodiversity conservation in Cameroon*. 208 Pp. Tropenbos Cameroon Series 7, Tropenbos International.
- TURLING, B. 1999.- Observations sur les especes inslaire Africaines de la sous-familie des Charaxinae (Lepidoptera-Nymphalidae). *Lambillionea* **99**: 171-182
- VANDE WEGHE, G., 2010.- *Papillions du Gabon*: 424 pp. Wildlife Conservation Society (WCS). BP7847 Libreville, Gabon.
- VELAYOS, M.; CABEZAS, F; BARBERÁ. P.; ESTRELLA, M.; AEDO, C.; MORALES, R.; QUINTANAR, A.; VELAYOS, G. & FERRO, M. 2013.- Preliminary checklist of vascular plants of Bioko Island (Equatorial Guinea) *Botanica Complutensis* **37**: 109-133. 2013
- VIEJO, J.L. 1984.- Contribución al conocimiento de las mariposas del Golfo de Guinea (Lep., Papilionoidea). *Eos, Madrid* **60**: 335-369.
- VIEJO, J.L. & C. IBERO, 1990.- Los Papiliónidos de Guinea Ecuatorial (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP Revta. Lepid.* **18** (72): 295-300.

Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko
(Guinea Ecuatorial).

WARREN, A. D., OGAWA, J. R. & BROWER, A. V. Z., 2009.- Revised classification of the family HesperIIDae (Lepidoptera: Hesperioidea) based on combined molecular and morphological data.- *Systematic Entomology*, **34**: 467-523

WATERHOUSE, G.R. 1838.- On some New Species of Mammalia from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part VI: 57-60

WATERHOUSE, G.R. 1841.- Observations upon some Monkey Skins from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part IX: 71-88

WEBER, W. 2001.- *African Rain Forest Ecology and Conservation: An Interdisciplinary Perspective*. Yale University Press. 588 Pp.

WESTWOOD, J.O. 1849.- Monograph of the large African species of Nocturnal Lepidoptera belonging or allied to the Genus Saturnia. *Proceedings of the Zoological Society of London*, CXCII: 33-60

WILLIAMS, M. C., 2008.- Checklist of Afrotropical Papilionoidea and Hesperoidea; Compiled by Mark C. Williams, 7th ed. Available in: <http://www.atbutterflies.com/index.htm> (accedido 18-agosto-2014).

ZAFRA, N., J. M. LOBO, F. SUZART DE ALBUQUERQUE, F. CABEZAS, T. ESPIGARES, M.A. OLALLA-TÁRRAGA, J. PÉREZ DEL VAL, M. RUEDA, M. VELAYOS & M.A. RODRÍGUEZ 2010.- Deriving species richness, endemism, and threatened species patterns from incomplete distribution data in the Bioko Island, Equatorial Guinea. *Natureza & Conservação* 8(1):1-5, 2010

Ignacio Martín
Unidad de Zoología
Dpto de Sistemas y Recursos Naturales
E.T.S.I. Montes, Forestal y del Medio Natural
Universidad Politécnica de Madrid
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: ignacio.martin@upm.es

(Recibido para publicación / *Received for publication* 4-VII-2014)
(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 29-X-2014)
(Publicado / *Published*)

CAPÍTULO 3.



Pseudacraea semire (Cramer, 1779). Fondo Caldera, marzo de 2007.

CAPÍTULO 3

RESERVA CIENTÍFICA DE LA CALDERA DE LUBÁ.

Introducción

La isla de Bioko (República de Guinea Ecuatorial) de 2017 Km² de superficie, forma parte de un pequeño archipiélago de cuatro islas -Bioko, Sao Tomé, Príncipe y Annobon-, todas ellas de origen volcánico (Fúster, 1954; Ballentine *et al.* 1997), alineadas en dirección Noreste-Suroeste e insertas en el Golfo de Biafra. Este conjunto de pequeñas islas está asentado sobre una diagonal de la dorsal atlántica y se prolonga 2.000 Km hacia mar abierto, hasta la isla de Santa Elena (Figura 1). En la dirección opuesta a este jalonamiento de islas y ya en el continente africano, se extiende la diagonal de la dorsal atlántica hasta la depresión del lago Chad (Tchuimegnie *et al.* 2014).



Figura 1. Jalones de la diagonal volcánica del Golfo de Guinea

En esa línea se alzan el Monte Camerún (4.005 m) y las principales elevaciones de Bioko, el pico Basilé, el pico Biao y la Caldera de Lubá. La analogía de los basaltos de la serie inferior de Bioko -predominantes en la isla- con los de Monte

Camerún, hace suponer que todas estas elevaciones son coetáneas (Feys & Fabre 1953; Exell, 1973).

Las erupciones volcánicas han modelado el edificio de la isla de Bioko, distinguiéndose dos grandes macizos separados por una marcada depresión que apenas alcanza los 1.000 metros de altitud máxima (Figura 2). Esta depresión de Musola-Moka pudo, en sus orígenes, ser un canal marino que separase los dos grandes macizos volcánicos, por lo que ambos hubieran constituido dos islas independientes (Fúster

1954). El macizo situado al Norte es el de mayor tamaño, ocupando dos terceras partes de la isla, incluyendo en él la cota máxima de Bioko, el pico Basilé (3.011 m) (Figura 6). Se trata de un antiguo cráter volcánico sumergido en el que no se distingue un cono principal, pero en el que destacan importantes depresiones, hundimientos y calderas. Estos accidentes posibilitan la formación de algunos pequeños lagos o hundimientos interiores generados en conos adventicios (Báguena 1958; Terán 1962), como el lago Claret o el lago Enaá, o bien depresiones provocadas por hundimientos como la Caldera de Bonyoma, hoy día drenada por el río Tiburones y su principal tributario, el río Lopese, generando entre ambos un vértice elevado por encima de los 2.000 m.

En el extremo meridional de la isla, el gran macizo volcánico de la región sur puede, a su vez, dividirse en dos: el oriental de Biao y el del ensanchamiento occidental de San Carlos, hoy llamado de Lubá. Como sucediese con la depresión de Musola, en este macizo Sur se observa un collado situado alrededor de los 1.300 metros de altura, denominado collado de Belebú por su proximidad a esta pequeña población, que divide las aguas vertientes entre los dos conos meridionales.

El primero de esos conos es el pico Biao (2.009 m). Su origen es vulcaniano con cráter de explosión, mostrándose como un cono de gran regularidad (Terán 1962), en cuyo interior se forma un gran lago (Figura 7). En dirección Nordeste, una gran colada basáltica desciende hasta el collado de Musola donde se encuentra otro cráter, coetáneo al anterior, albergando otro pequeño lago llamado Loreto. Del mismo modo que sucede en el macizo Norte, son frecuentes los conos adventicios como el pico Bocá (1.709 m), el Osilé (1.712 m) -pequeño cráter drenado por el río Míoco- o el pico Abú (1.595 m), etc. Destacan, igualmente, las grandes y profundas cortaduras provocadas por los principales ríos que, en ocasiones, descienden casi verticalmente hasta 300 m de desnivel, como sucede en el espectacular río Iladyi o en las torrenciales aguas del río Moaba (Figura 2).

El cono meridional del macizo Sur está dominado por Caldera de Lubá (2.261 m), antes denominada Caldera de San Carlos. Se trata de un gran cráter de subsistencia, es decir, el borde del cráter se hundió generándose fracturas circulares al vaciarse la chimenea volcánica que lo alimentaba (Fúster 1956; Ateba & Ntepe 1997). La consecuencia inmediata de este hundimiento fue la generación de un enorme cráter circular de alrededor de 1.300 metros de desnivel (Foto 1), hoy día ocupado por una

espesa selva que tapiza, incluso, las laderas más verticales (Martínez 1968; Martín & Cobos 2010). También son frecuentes los conos adventicios, destacando entre ellos el pico Misterio (1.663 m), incluso generándose en algunos de ellos pequeñas lagunas como la de Lombe (962 m) o la laguna Erri (1.760 m).



Figura 2. Isla de Bioko mostrando los dos grandes macizos volcánicos. Fuente: IGN 1980.

Fúster (1956) estima que este volcán era el único presente en la Isla de Bioko y que los volcanes Basilé y Biao se originaron por la emisión lateral y subterránea de las lavas del de San Carlos (Lubá). En esta misma línea argumental Tchoumeignie *et al.* (2014) mantienen la posible existencia de etapas sucesivas en el origen de la línea volcánica continente/islas. No obstante, otros autores consideran las etapas sucesivas en distinto sentido y dudan que el origen de los volcanes principales fuese el apuntado anteriormente, manteniendo la idea de un fenómeno volcánico común a todos ellos (Aka *et al.* 2001).

Con independencia de su origen y a diferencia de lo que sucede en el pico Biao, el cráter de la Gran Caldera de Lubá está drenado por los ríos Olé o Tudela, Riaco y San Antonio, por lo que se forma tan sólo un pequeño lago en su interior (Martínez 1968) siendo, no obstante, de carácter estacional (Martín & Cobos 2010).

Así pues, las importantes lluvias monzónicas, las fuertes pendientes y la configuración radial entorno a los macizos volcánicos, configuran una red fluvial de régimen torrencial y de marcado carácter erosivo lo cual, en conjunto, hace que el paisaje de la joven isla de Bioko sea abrupto, de valles profundos y abarrancados y, además, salpicado por numerosos cráteres que delatan su origen volcánico (Báguena 1958; Ateba & Ntepe 1997).

La roca madre en toda la isla es muy semejante y está formada por lavas basálticas y, al ser el origen de la formación del suelo, explica la gran homogeneidad de éstos en Bioko (Feys & Fabre 1953; Terán 1962). Las pocas diferencias apreciables se fundamentan en la localización pues, mientras en las tierras altas los suelos se originaron por descomposición de la roca madre, en las zonas bajas los suelos son de origen aluvial (Terán 1962; FAO 2003).

Clima

El clima de Bioko, como corresponde por su proximidad con el ecuador, está condicionado por el movimiento de norte a sur del Frente Intertropical, donde convergen las masas de aire cálido procedentes del Sahara, con masas de aire frío procedentes del anticiclón de Santa Elena (Capuz 1961). Este frente de convergencia crea una zona de alta inestabilidad, abundantes precipitaciones y frecuentes fenómenos

tormentosos (Báguena 1958). A estas características debe sumarse su proximidad al continente africano y a fuerte influjo de las corrientes cálidas del Golfo de Guinea (Mann & Lazier 2006). Al mismo tiempo, los vientos alisios del sureste -por efecto del mínimo barométrico del continente y su ya señalada proximidad- resultan de dirección suroeste y cargados de humedad, determinando con ello diferencias de precipitación muy acusadas entre las áreas meridionales y septentrionales de la isla. Así, mientras en Malabo (norte de Bioko) la precipitación media anual se sitúa alrededor de 2.000 mm, en Ureka (sur de la isla) los valores se aproximan a los 10.000 mm, registrándose en 1983 el valor absoluto de 14.451 mm (Capel 1985).

La escasa variación anual del ángulo de incidencia del sol y de la duración del día originan una uniformidad de temperatura durante todo el año, característica de los climas tropicales. De este modo, la oscilación de temperaturas medias anuales en Malabo apenas alcanza los 2° C, siendo el gradiente térmico diario aproximadamente de 10° C. Estas variaciones, posiblemente, sean similares en toda la isla (Capuz 1961).

Vegetación.

En la región destaca un cinturón casi continuo de selva húmeda (pluvisilva), que recorre la franja atlántica africana desde Sierra Leona hasta Gabón, extendiéndose hacia el interior del continente, en lo que se conoce como Región Guineo-Congolesa (White 1983). Dentro de ella se distingue la dorsal de montaña de Camerún, perteneciente al Centro de Endemismo Afrotano, a la que Bioko se adscribe tanto por su altitud como por sus semejanzas florísticas (Exell 1973; Fa 1992; Navarro *et al.* 2012).

Guinea (1949) elabora el primer mapa de vegetación de Bioko, distribuyendo y cuantificando los diferentes tipos de vegetación existentes en la isla. Los datos utilizados en la citada cartografía fueron posteriormente detallados en trabajos sucesivos (Guinea 1951; Ocaña 1960), destacando en todos ellos cifras similares para la superficie ocupada por el bosque monzónico. Sobre la base anterior Clemente *et al.* (2006) elaboran un inventario de las especies arbóreas y posteriormente, mediante el uso de imágenes Landsat 7 ETM+, se actualiza la información y se elabora el mapa actual de la vegetación de Bioko (Navarro *et al.* 2012). Durante el trabajo de campo necesario, los autores mencionados reseñan las dificultades para acceder a determinados enclaves,

Fauna

Los bosques tropicales húmedos representan aproximadamente el 7% de la superficie terrestre y, no obstante, albergan más del 50% de la plantas conocidas (FAO 2003; Hitimana *et al.* 2004). La gran complejidad de su estructura, tanto vertical como horizontal, proviene de la alta variabilidad espacial y de la importante dinámica temporal (Richards 1981; Ricklefs 1987). Del mismo modo que la vegetación, en este tipo de bosque la fauna es asimismo enormemente diversa, dada la gran disponibilidad de hábitat diferentes que el gradiente espacial proporciona junto a la marcada dinámica temporal de los ecosistemas (Butynski & Koster 1994; Dabney *et al.* 1998).

Los primeros registros científicos de la fauna de Bioko se remontan a la primera mitad del Siglo XIX cuando, acompañando a las expediciones militares británicas al mando del Capitán Owen, los zoólogos y naturalistas comienzan a publicar sus investigaciones (Martín del Molino 1994). Gray (1831) describe *Chamaleo oweni* y *Potadroma freethi*, siendo éstos los primeros conocimientos sobre la fauna de la entonces Isla de Fernando Poo. A estos registros le suceden muchos otros: cocodrilos (Bennett 1835), camaleones (Martin 1838), primates y roedores (Waterhouse 1838, 1841), mamíferos (Fraser 1841), publicándose también entonces la primera lista de aves de Fernando Poo (Fraser 1843).

Desde entonces y hasta nuestros días, la variedad y número de estudios y trabajos sobre la fauna de Bioko es incontable pero, pese a esta importante cantidad de trabajos zoológicos desarrollados sobre la Isla, solo algunos grupos faunísticos están bien estudiados, siendo los vertebrados en general los más conocidos (Basilio 1954; Eisentraut 1973), destacando entre ellos los primates (Butynski *et al.* 2009; Cronin *et al.* 2013) y las aves (Basilio 1963; Pérez del Val 1996; Larison *et al.* 2000). Para ambos grupos se han descrito diversas subespecies endémicas de Bioko (Butynski & Koster 1994; Pérez del Val *et al.* 1997). Asimismo y aunque no tan estudiados como los anteriores, otros vertebrados cuentan con importantes aportaciones, como los peces (Castelo 1994; Froese & Pauly 2006; Pezolt *et al.* 2006) o herpetos en general (Mertens 1964; Tomas *et al.* 2000; Wagner *et al.* 2014).

De igual modo, ciertos grupos de invertebrados cuentan con importantes revisiones y un alto conocimiento, como los ortópteros (Bolívar 1886; Descamps 1974; París 1994), los coleópteros (Báguena 1941; Sánchez *et al.* 2000) o los arácnidos

(Charpentier 1995; Prieto 1999; Prieto & Martín 2008). Los lepidópteros diurnos (Ropalóceros) cuentan con numerosos trabajos publicados (Capítulo 2 del presente documento), pero todos los autores coinciden en destacar el escaso conocimiento de determinadas áreas de la isla, principalmente la Reserva Científica de la Caldera de Lubá y, en menor medida, los angostos valles que rodean el pico Basilé (Spearman *et al.* 2000).

La Gran Caldera Volcánica de Lubá.

La Gran Caldera de Lubá (Foto 1) se incluye geográficamente en la única muestra del bosque monzónico (llueve cinco veces más que en el bosque pluvial de zonas bajas) de Guinea Ecuatorial y es, junto al cercano Monte Camerún, el lugar más lluvioso de África (Capel 1985; Tchouto 2004).



Foto 1. Caldera de Lubá, observada desde el vértice geodésico (2.261 m).

Por su situación al sur de la isla y su elevada altitud, en la Caldera de Lubá convergen las masas de aire cálido procedentes del Sahara con masas, en este caso frías, procedentes del anticiclón de Santa Elena generándose, de modo habitual, fenómenos

tormentosos de enorme intensidad (Capuz 1961; observaciones propias). Estas aguas de lluvia que, como se apuntó anteriormente, en la región meridional de Bioko sobrepasan habitualmente los 10 m anuales, han erosionado las laderas de esta caldera volcánica en su cota inferior y con ello han provocado las profundas barrancadas por las que circulan los torrenciales ríos que la drenan (Foto 5 y Figura 4). Al igual que sucede en otras cotas elevadas de la región sur de Bioko, las nieblas son persistentes en la Caldera de Lubá y, únicamente durante los primeros albores diarios, la luz solar incide directamente en el fondo del cráter.

Tal como se menciona en el apartado correspondiente, se trata de un gran cráter de subsistencia cuyo borde se hundió generándose fracturas circulares, de más de 1.300 metros de profundidad, al vaciarse la chimenea volcánica que lo alimentaba (Fúster 1956).



Foto 2. Laderas de gran pendiente, incluso verticales, cierran la Caldera. Las nieblas son persistentes durante todo el año.

Como resultado de este hundimiento hoy día apreciamos un cono invertido de casi 5.000 metros de diámetro exterior y 3.600 metros del interior (Foto 1), lo que

manifiesta la enorme pendiente que, con mucha frecuencia, llega a la verticalidad de las laderas que cierran la Caldera (Foto 2).

El fondo de la Caldera está surcado por profundos y angostos barrancos repletos de una frondosa vegetación, tan densa que la umbría es permanente en ellos. Son frecuentes los desprendimientos y deslizamientos de las laderas más verticales, en ocasiones acompañados de un extraordinario estrépito, audible a distancias considerables (observaciones propias). Los múltiples arroyos que la surcan generan una orografía muy compleja, llegando con frecuencia a formar hoces y escarpes verticales de más de un centenar de metros (Fotos 3 y 4) lo que exige habitualmente el uso de técnicas deportivas para poder transitar por ellos o acceder a determinadas estaciones de muestreo.



Fotos 3 y 4. El fondo de la Caldera es muy complejo y presenta grandes dificultades para transitarlo. La umbría es casi permanente en los valles más profundos, muchos de ellos cerrados en barrancos de escarpes verticales, erosionados por las intensas lluvias monzónicas.

La Caldera está drenada por tres cauces principales los cuales, una vez que han unido sus aguas, generan el torrencial río Tudela (Foto 5). La margen derecha del cráter está surcada por el río Olé, quien recoge las aguas de las laderas meridionales de la Caldera. La mayor superficie de cuenca vertiente la ostenta el río Riaco, encauzando las aguas de la mayor parte del área ocupada por las laderas y fondo de la Caldera. Por la margen izquierda, al pie de las laderas que cierran la Gran Caldera por el sureste, discurre el río San Antonio.

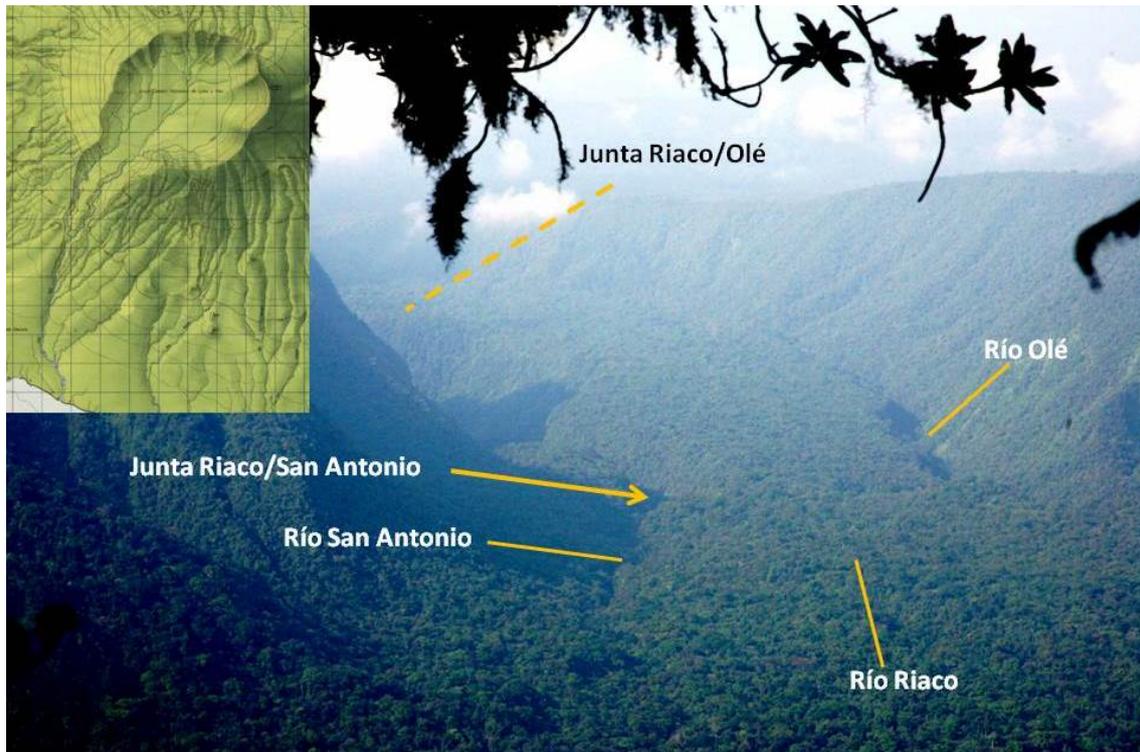


Foto 5 y Figura 4. Sistema fluvial de la Caldera de Lubá.

Estos dos últimos ríos juntan sus aguas a una cota aproximada de 810 msnm ($3^{\circ}20'20''\text{N}/8^{\circ}29'56''\text{E}$) y reciben las aguas del Olé en la cota aproximada de 490 msnm ($3^{\circ}18'50''\text{N}/8^{\circ}28'40''\text{E}$). Desde este punto, llamado localmente Hormiga, el río Tudela desciende vigorosamente hasta el Atlántico (Figura 4).

La Caldera de Lubá en la mitología del pueblo Bubi.

Considerada como antiguo cementerio Bubi, las leyendas y cuentos mitológicos mantienen la creencia, entonces sin contrastar, de la posible ocupación por algún grupo tribal. Los hombrecillos del bosque que nadie ha visto y de los que todos hablan serían, posiblemente, los Pigmeos (Liniger-Goumaz 1988; Creus & Nerín 1999). Nos obstante, las enormes dificultades geográficas que presenta la movilidad por buena parte del fondo de la Caldera, junto a la absoluta inexistencia de vestigios de ocupación humana, nos hace aseverar que ni ahora ni antes ha estado ocupada por el hombre (observaciones propias).

Otra de las más tradicionales leyendas locales se refiere al Dios (Espíritu) *Olé*, la deidad Bubi que ejerce control sobre todos los elementos y que vive en el lago del interior de la “Caldera” (Martín del Molino 1993). Este lago, generado por la pequeña cuenca endorreica presente en el fondo de la Caldera (observaciones propias), es considerado igualmente mitológico pues el Espíritu guerrero *Olé* encarcelaba a los maleantes en él (Creus & Nerín 1999). Su conexión con el mundo exterior se manifiesta en la pequeña laguna *Lombé*, situada en el corazón de los pueblos bubis del sur de Bioko (Figura 2). Posiblemente, los frecuentes manantiales que surgen en las laderas exteriores del cráter e incluso en el fondo del Atlántico (Tchuimegnie *et al.* 2014), han hecho que los pueblos locales atribuyan a *Lombé* (espíritu curandero) el abastecimiento permanente de agua dulce, no siempre disponible durante los meses más secos del año (Capel 1985).

Reserva Científica de la Gran Caldera de Lubá.

La primera figura de protección sobre la Red de Áreas Protegidas de Guinea Ecuatorial, se incluye en la Ley 8/1.988 de 31 de diciembre. En el epígrafe 1 de las Disposiciones Transitorias se establece, entre otras, la Zona Protegida “Sur de la isla Bioko”, cifrando en aproximadamente 60.000 las hectáreas amparadas por esta Ley y definiendo los límites geográficos del área protegida. Posteriormente, con la promulgación de la Ley 3/1.991 reguladora de la materia forestal, se estableció la primera base sobre el ordenamiento legal del uso de los bosques de la República de Guinea Ecuatorial (Obama & Nguema 2005). No obstante, esta primera Ley de Bosques adolecía de normativa relativa al aprovechamiento sostenible de los sistemas forestales, así como las referentes a la conservación de los recursos naturales y la vida silvestre.

Tras la Cumbre de Río sobre Medio Ambiente, celebrada en 1992 y a la que se adhirió Guinea Ecuatorial en 1994, la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales pasó a ser un concepto que, paulatinamente, se integró en las estrategias de desarrollo del país (Obama 2008). Así, el Decreto 97/1997 publicado en el BOE del 12 de agosto, establece el cuerpo normativo aprobado el 18 de febrero de 1997 mediante la Ley 1/1997 sobre Uso y Manejo de los Bosques. Se trata, por tanto, del principal elemento regulador de la biodiversidad y medio ambiente de Guinea

Ecuatorial, integrándose en él todas las zonas declaradas como Áreas Protegidas en la Ley 8/1988 y otros bosques de protección (Obama 2006, 2008). La conservación de los ecosistemas forestales es orientada en el Título III, planteándose en el artículo 56 la necesidad de reglamentar el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres, así como la urgente necesidad de crear el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Esta Ley 1/1997 define, entre las diversas figuras de protección, la de Reserva Científica e incluye en esta categoría el Sur de la isla de Bioko, pero es la Ley 4/2000 sobre Áreas Protegidas la que estableció con concreción las 13 áreas actuales, definiendo explícitamente las dos Reservas Científicas de Guinea Ecuatorial: Playa Nendy y la Caldera de Lubá (Figura 5).

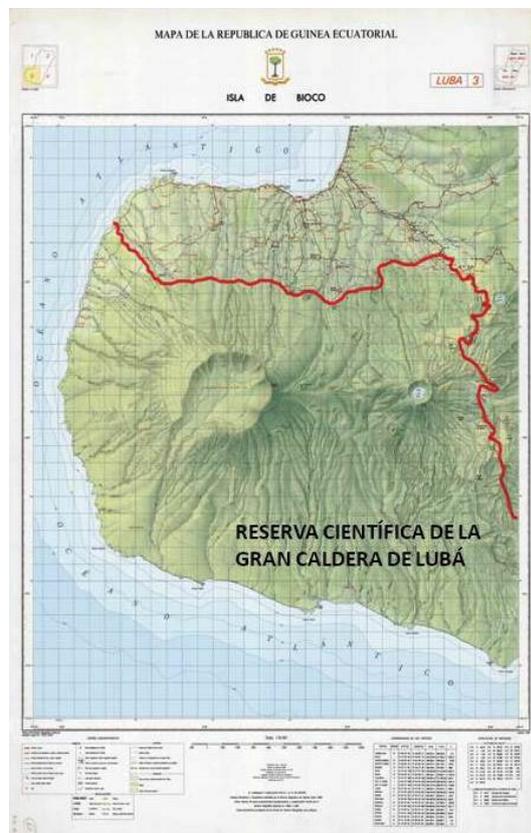


Figura 5. Límites de la Reserva Científica de la Gran Caldera de Lubá establecidos en la Ley 8/1988 y refrendados en las sucesivas normativas legales.

Posteriormente, la Ley 7/2003 de 27 de noviembre sobre Medio Ambiente, establece la obligación de elaborar los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) de cada área protegida, a excepción de las reservas científicas (Obama & Nguema 2005) que mantienen su dependencia de la Ley 1/1997.

Queremos destacar que algunos autores, en sus publicaciones más recientes, se refieren a esta zona protegida como “Reserva Científica de la Gran Caldera y Tierras

Altas del Sur” (Cronin *et al.* 2013), pero esta denominación no tiene aún valor legal alguno (Obama 2008; Nguema com. pers), si bien engloba de manera gráfica todo el área protegida (Figura 5).

Como ya señalamos anteriormente, la isla de Bioko es considerada como una de las zonas geográficas de mayor biodiversidad a nivel mundial (Burgess *et al.* 2006). Asimismo, la gran cantidad de trabajos científicos publicados acerca de esa diversidad revelan un alto grado de endemidad de plantas y animales en la isla (Robbins & Opler 1996). No obstante, la región sur, considerada como el área de mayor riqueza de especies de Bioko (Butynski & Koster 1994; Obama 2006), permanece prácticamente inexplorada (Terán 1962; Navarro *et al.* 2012). Las enormes dificultades que presenta la topografía en las tierras del sur hacen que, de modo habitual, el tránsito por determinados territorios sea extraordinariamente complejo (Terán 1962) ya que son frecuentes las coladas volcánicas, los profundos barrancos por donde discurren las aguas torrenciales, los desniveles verticales, etc. (Fúster 1956; Cronin *et al.* 2013). Es precisamente en esa región geográfica donde se encuadra la Reserva Científica de la Caldera de Lubá.

Si bien el objetivo de este capítulo descriptivo no es otro que el mostrar el área de estudio dentro del ámbito de los objetivos generales del presente documento de tesis doctoral, consideramos útil para su interpretación mencionar que las expediciones científicas realizadas por la Universidad Politécnica de Madrid en los años 2005 y 2007, ambas auspiciadas por el Plan Nacional de I+D+I (CGL2005-23762-E y CGL2006-27110-E/BOS), significaron la obtención de los primeros datos sobre la flora y fauna invertebrada del interior de la Caldera de Lubá (Prieto & Martín 2008; Velayos *et al.* 2013). Detallada información sobre las expediciones mencionadas, así como de la diversidad de capturas y registros obtenidos de los diferentes grupos taxonómicos tanto de flora como de fauna, puede encontrarse en el Anexo I del presente documento (Martín & Cobos 2010).

Por último queremos hacer notar que, al mismo tiempo que escribimos estas líneas, nace una amenaza potencial para conservación de la diversidad de la Caldera de Lubá y las tierras incluidas en el área protegida. La reciente construcción de una

carretera pavimentada que une las pequeñas localidades de Belebú y Ureca (Figura 7), rompe la continuidad del bosque prístino monzónico de la Reserva Científica con una infraestructura lineal -trazada de Norte a Sur- de, a nuestro juicio, innecesarias dimensiones no solo por la anchura del trazado y márgenes de protección sino por significar la aparición de una fácil y cómoda ruta de acceso a los bosques y playas vírgenes del sur de Bioko. Es, bajo estas nuevas circunstancias, cuando más necesario es aseverar que cualquier estrategia de protección del medio natural debe asegurar la salvaguardia de la biodiversidad (Campbell & Reece 2007)

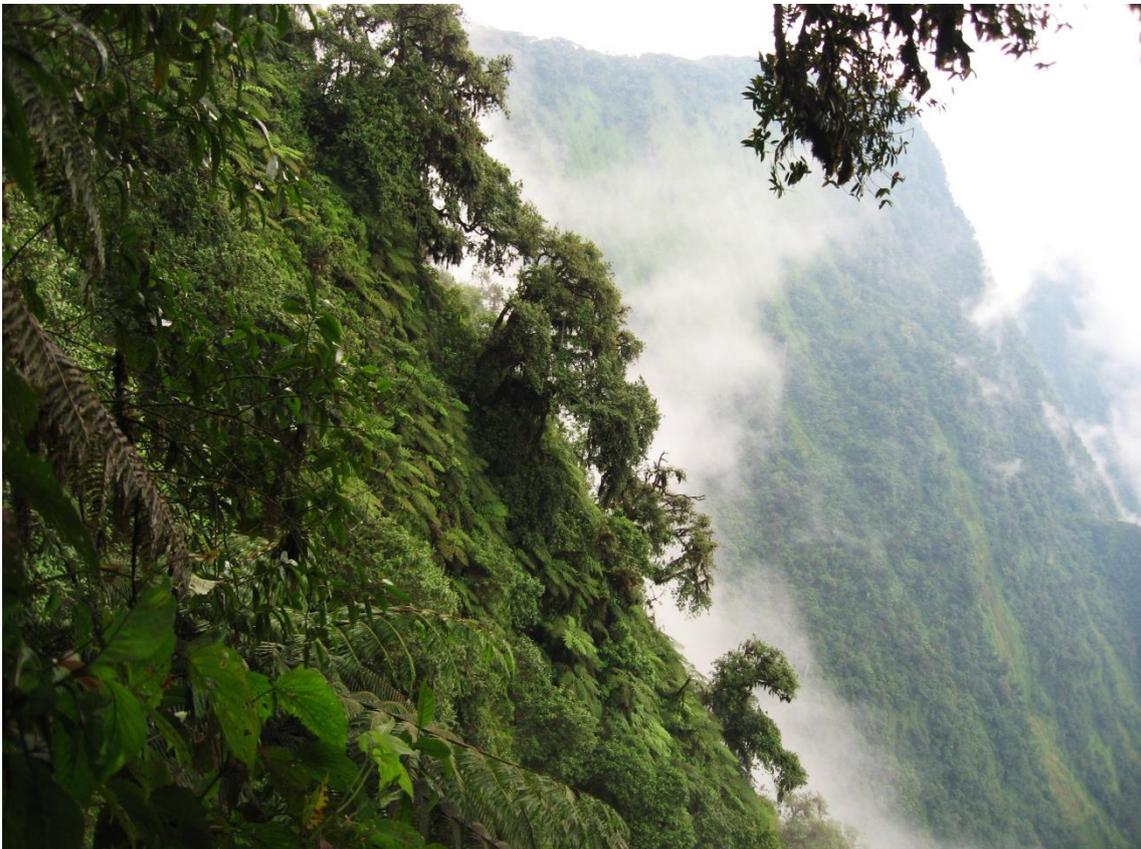


Foto 6. Caldera de Lubá. Imagen tomada durante el descenso desde el vértice geodésico. Diciembre 2005.

BIBLIOGRAFÍA

- ATEBA, B. & NTEPE, N. 1997. Post-eruptive seismic activity of Mount Cameroon (Cameroon), West Africa: a statistical analysis. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 79: 25-45.
- BÁGUENA, L. 1941. Fauna de los coleópteros de los territorios españoles del Golfo de Guinea. I, II, III y IV. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Tomo XXXIX*: 1-2: 67-83; 3-4: 161-179; 5-6: 209-229 y 261-280.
- BÁGUENA, L. 1958. La Guinea antes del hombre (un esbozo de su historia geológica y edafológica). *África*. Año XVI: 263-266.
- BALLENTINE, C.J., LEE D-C. & HALLIDAY, A.N. 1997. Hafnium isotopic studies of the Cameroon line and new HIMU paradoxes. *Chem. Geol.* 139, 111-124.
- BASILIO, A. 1954. La serpiente Pitón. *Guinea Española* 1412: 228-232.
- BASILIO, A. 1963. *Aves de la isla de Fernando Poo*. Cocolsa. Madrid. 202 pp
- BENNETT, E.T. 1835. Characters of a New Species of Crocodile (*Crocodylus leptorhynchus*). *Proceedings of the Zoological Society of London, Part III*: 128-148
- BOLÍVAR, I., 1886.- Articulados: Enumeración y estudio de las colecciones recogidas en su viaje por el Dr. Ossorio.- *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **15**: 341-348.
- BONEBRAKE T. C; PONISIO, L. C.; BOGGS, C. L. & EHRLICH, P. R. 2010. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143 (2010) 1831–1841
- BURGESS, N.; J.D. HALES; T. H. RICKETTS & E. DINERSTEIS, 2006. Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritization across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* 127: 383-401.
- BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H. 1994. Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea. *Biodiversity and Conservation* 3: 893-909.
- BUTYNSKI, T.B., DE JONG, Y.A. & HEARN, G. W. 2009. Body measurements for the monkeys of Bioko Island, Equatorial Guinea. *Primate Conservation* 24:99-105.
- CAMPBELL, N.A. & REECE, J. B. 2007. *Biología*. Editorial Médica Panamericana. 1392 Pp.
- CAPEL, J. J. 1985. El ritmo estacional de las precipitaciones en el continente africano: equinoccios y solsticios. *Paralelo* 37 (8-9): 149-170.
- CAPUZ, R. 1961. *Guía meteorológica de las provincias de Guinea*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 4º, 69 pp+14 lám.
- CASTELO, R. 1994. Biogeographical considerations of fish diversity in Bioko. *Biodiversity and Conservation*, 3(9): 808-827.
- CHARPENTIER, P. 1995. A new species of *Hysterochrates* from Bioko Island, Teil 1 (Araneida: Theraphosidae: Eumenophorinae). *Arachnologisches Magazin*, 3(8): 1-14.
- CLEMENTE, C.; NAVARRO, R.M.; KASIMIS, N.; HERNÁNDEZ-BERMEJO, E., PADRÓN, E., MARTÍN, E., HERNÁNDEZ, R. & GARCÍA, A. 2006. *Evaluation of the harvest of Prunus*

- africana bark on Bioko (Equatorial Guinea): guidelines for a management plan*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Córdoba (España). 186 pp
- CREUS, J. & NERÍN, G. 1999. Estampas y cuentos de la Guinea Española. Madrid. Clan Editorial.
- CRONIN, D.T., RIACO, C. & HEARN, G. W. 2013. Survey of Threatened Monkeys in the Iladyi River Valley Region, Southeastern Bioko Island, Equatorial Guinea. *African Primates* 8:1-8
- DABNEY, K., GRISWOLD, C., KAVANAUGH, D. & UBICK, D. 1988. *Arthropod surveys on Bioko. Equatorial Guinea*. California Academy of Sciences. 163 pp.
- DECRETO 97/1997. Cuerpo normativo de la Ley 7/1997. BOE 12-VIII-1997. Guinea Ecuatorial
- DESCAMPS, H. 1974. Diagnoses et signalisations d'Eumastacoidea (Orthoptera). *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire*, 35(4): 822-862.
- EISENTRAUT, M. 1973. Die Wirbeltierfauna von Fernando Póo und Westkamerun. *Bonner Zoologische Monographien*, 3: 1-428.
- EXELL, A. 1973. Relações florísticas entre as ilhas do Golfo da Guiné e estas com o continente africano. *Garcia de Orta, Serie Botanica* 1: 3-10.
- FA, 1992. Conservación de los ecosistemas forestales en Guinea Ecuatorial. Gland: International Union for Conservation of Nature. IUCN. 234 pp.
- FAO. 2003. *Etude prospective du secteur forestier en Afrique. Rapport sous-regional Afrique de l'ouest*. Banque Africaine de Développement Commission Européenne Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. FOSA. 74pp
- FEYS, R. & FABRE, J. 1953. *International coal deposit map of Africa*. Paris, Assoc. African Geol. Surveys, 47 pp and 1:10, 000, 000 sketch map.
- FRASER, L. 1841. A letter of Mr. Fraser, naturalist to the Niger expedition. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part IX: 97-128
- FRASER, L. 1843. On some New Species of Birds from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part XI: 3-15
- FROESE, R. & PAULY, D. 2006. Fish Base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (01/2006). Accessed 2013-07-21.
- FÚSTER, J.M. 1954. *Estudio petrogenético de los volcanes del Golfo de Guinea*. Instituto de Estudios africanos. Madrid. 155 pp.
- FUSTER, J. M., 1956. Un accidente volcánico excepcional: la Caldera de San Carlos (Fernando Poo). *Archivos IDEA*, 40: 65-74.
- GRAY, J. E. 1831. Description of a new species of *Chamaeleon* discovered by Capt. Owen in Africa. *Zool. Misc.* 1: 7.
- GUINEA, E. 1949. *En el país de los Bubis. Relato ilustrado de mi primer viaje a Fernando Poo*. Instituto de Estudios Africanos-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 287 pp.

- GUINEA, E. 1951. *La vegetación de Fernando Poo, Guinea Ecuatorial*. Instituto de Estudios Africanos-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 266 pp.
- HITIMANA, J. LEGILISHO, J. & THAIRU, J. 2004. Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. *Forest Ecology and Management* 194: 269-277.
- LARISON, B.; SMITH, T.B. & FOTSO, R. 2000. Comparative avian biodiversity of five mountain in northern Cameroon and Bioko. *Ostrich*, 7(1/2): 269-276.
- LEY 8/1988. Reguladora de vida silvestre, caza y áreas protegidas, en Guinea Ecuatorial. BOE 31-XII.1988.
- LEY 3/1991. Reguladora de la materia forestal en Guinea Ecuatorial. BOE 11-VI-1991.
- LEY 1/1997. Sobre el uso y manejo de los bosques de Guinea Ecuatorial. BOE 18-VII-1997.
- LEY 4/2000. Sobre áreas protegidas en Guinea Ecuatorial. BOE 22-V-2000.
- LEY 7/2003. Ley Reguladora del Medio Ambiente de la República de Guinea Ecuatorial. BOE 10-I-2004.
- LINIGE-GOUMAZ, M. 1988. Brève Historie de la Guinée Équatoriale. Paris. L'Harmatan. 203 pp.
- MANN, K.H. & LAZIER, J.R.N. 2006. *Dynamics of Marine Ecosystems*. Blackwell Publishing Ltd. 503 Pp.
- MARTIN, W. 1838. On some Species of Chamaleon from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part VI: 63-67
- MARTÍN DEL MOLINO, A. 1993. *Los Bubis: Ritos y creencias*. Labrys, 54. Madrid. 510 pp.
- MARTÍN DEL MOLINO, A. 1994. *La Ciudad de Clarence*. Centro Cultural Hispano-Guineano. ICD/AECI. Malabo (Guinea Ecuatorial).
- MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010. Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.
- MARTÍNEZ, T. 1968. *Fernando Poo: geografía, historia, paisaje*. La Guinea Española Ediciones. Instituto Claretiano Africanista Santa Isabel. 119 Pp.
- MERTENS, R. 1964. Die Reptilien von Fernando Poo. *Bonner Zoologische Beiträge* 15: 211-238
- NAVARRO, R.M., CLEMENTE, M., KASIMIS, N., PADRÓN, E., HERNÁNDEZ, E., MARTÍN, E. & GARCÍA, A. 2012. Cartografía de la vegetación de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial) mediante el uso de imágenes LandSat 7 ETM+: particularización del piso afromontano. *Darwiniana* 50(2): 252-265.
- OBAMA, C. 2006. De la expansión a la recesión: la inoperancia legal en la gestión de los recursos forestales de Guinea Ecuatorial. *Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*. WRN: 166-181.

- OBAMA, C. 2008. *Las Leyes del sector bosque-medio ambiente de Guinea Ecuatorial: pluralismo y conflictos interinstitucionales*. ANDEGE. Conservación Internacional-USAID. 24 pp.
- OBAMA, C & NGUEMA, J. 2005. *Enfoque de una nueva Ley Reguladora de la Fauna en Guinea Ecuatorial*. INDEFOR-NTEM. Unión Europea 22 pp.
- OCAÑA, M. 1960. Factores que influyen en la distribución de la vegetación en Fernando Poo. *Anales del Instituto de Estudios Africanos* 55: 67-85.
- PARÍS, M. 1994. Catálogo de tipos ortopteroides (Insecta) de Ignacio Bolívar. I: Blattaria, Mantodea, Phasmatodea y Orthoptera (Stenopelmatoidea, Rhaphidophoroidea, Tettigonoidea, Grylloidea, Tetrigoidea). *Eos*, 69: 143-264.
- PÉREZ DEL VAL, J. 1996. Las aves de Bioko. Edilesa. León (España). 239 pp.
- PÉREZ DEL VAL, J. 1999. Geography and geology of Bioko. Gulf Guinea Conservation Group: Bioko. Disponible en: www.gcg.st/bioko/bioko_geo.htm. (Accedido 20-V-2012).
- PÉREZ DEL VAL, J.; CASTOVIEJO, J. & PURROY, F. 1997. Species rejected from and added to the avifauna of Bioko Island. *Biodiversity and Conservation*, 3: 868-892.
- PEZOLD, F., IWAMOTO, T. & HARRISON, I.J. 2006. Multivariate analysis of sicydiines of São Tomé & Príncipe with redescription of *Sicydium brevifile* and *S. bustamantei* (Teleostei: Gobiidae) and a key to West African sicydiines. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 57(34):965-980.
- PRIETO, C.E. 1999. 'Nuevos' Opiliones (Arácnida) de la Isla de Bioko, Guinea Ecuatorial. Resumen de la comunicación presentada en las XVII Jornadas de la Asociación española de Entomología, Bilbao, 20-23 de setiembre de 1999 (Resúmenes de Conferencias y Comunicaciones).
- PRIETO, C. & MARTÍN, R. 2008.- Los Phalangiidae (Arachnida: Opiliones) de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología*: Córdoba. pág: 30-31.
- RICHARDS, P. 1981. *The Tropical Rainforest: An Ecological Study*. Cambridge: Cambridge University Press. 450 pp.
- RICKLEFS, R. E. 1987. Community diversity: relative roles of local and regional processes. *Science* 235: 167-171.
- ROBBINS, R.K. & OPLER, P.A. 1996. Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. Pages 69-82. In: M.M. REAKA-KUDIA, WILSON, D.E. & WILSON, O. Editors. *Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, Washington D.C., USA
- SÁNCHEZ, A.; SANTOS, C. & IZQUIERDO, I. 2000. *An unexplored store of the equatoguinean biodiversity in the Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Pp, 21. En: Abstract of the International Congress of Entomology, Foz de Iguassu.
- SPEARMAN, L.A., ORFE, N.A. & WEINTRAUB, J. D. 2000. An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Transactions of the American Entomological Society*, 126 (3-4): 447-475.

- TCHOUTO, M. G. P. 2004. *Plant diversity in a Central African rain forest: implications for biodiversity conservation in Cameroon*. 208 pp. Tropenbos Cameroon Series 7, Tropenbos International.
- TCHUIMEGNIE, N.B., KAMGANG, P., CHAZOT, G., AGRANIER, A., BELLON, H., NONNOTTE, P. 2014. Age, geochemical characteristics and petrogenesis of Cenozoic intraplate alkaline volcanic rocks in the Bafang region, West Cameroon, *African Earth Sciences* (2014), doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014-10-11>
- TERÁN, M. 1962. *Síntesis geográfica de Fernando Poo*. Instituto de Estudios Africanos. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. 116 pp.
- TOMAS, J; CASTOVIEJO, J. & RAGA, J.A. 2000. *Sea turtles nesting in the South of Bioko Island, Equatorial Guinea, Africa*. Pp. 247-250. En: H.J. Kalb & T. Eibbells (compilers). Proceedings of the Nineth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. U.S. Dep. Comm. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-443, 291 pp.
- VELAYOS, M.; CABEZAS, F; BARBERÁ, P.; ESTRELLA, M.; AEDO, C.; MORALES, R.; QUINTANAR, A.; VELAYOS, G. & FERRO, M. 2013.- Preliminary checklist of vascular plants of Bioko Island (Equatorial Guinea) *Botanica Complutensis* **37**: 109-133. 2013
- WAGNER, P., LEACHÉ, A.D. & FUJITA, M.K. 2014. Description of four new West African forest geckos of the *Hemidactylus fasciatus* Gray, 1842 complex, revealed by coalescent species delimitation. *Bonn Zoological Bulletin* 63 (1): 1–14
- WATERHOUSE, G.R. 1838. On some New Species of Mammalia from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part VI: 57-60
- WATERHOUSE, G.R. 1841. Observations upon some Monkey Skins from Fernando Po. *Proceedings of the Zoological Society of London*, Part IX: 71-88
- WHITE, F. 1983. *The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO Vegetation Map of Africa* (3 Plates, Northwestern Africa, Northeastern Africa and Southern Africa, 1:5,000,000). Paris: UNESCO.

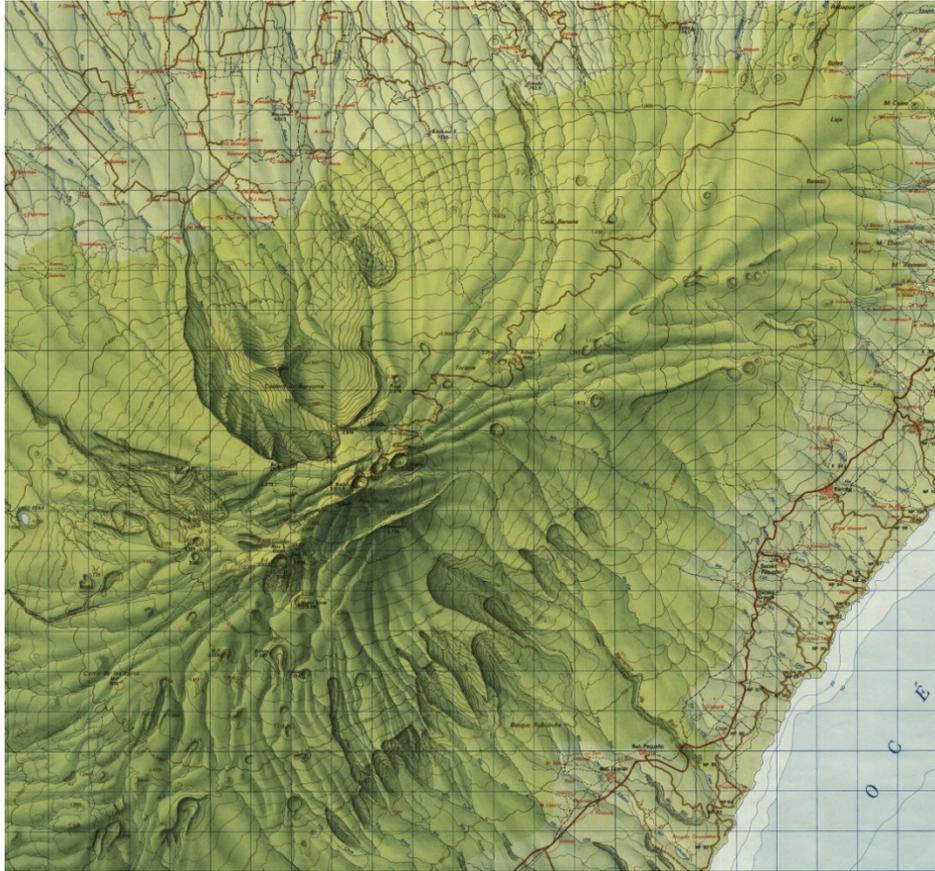


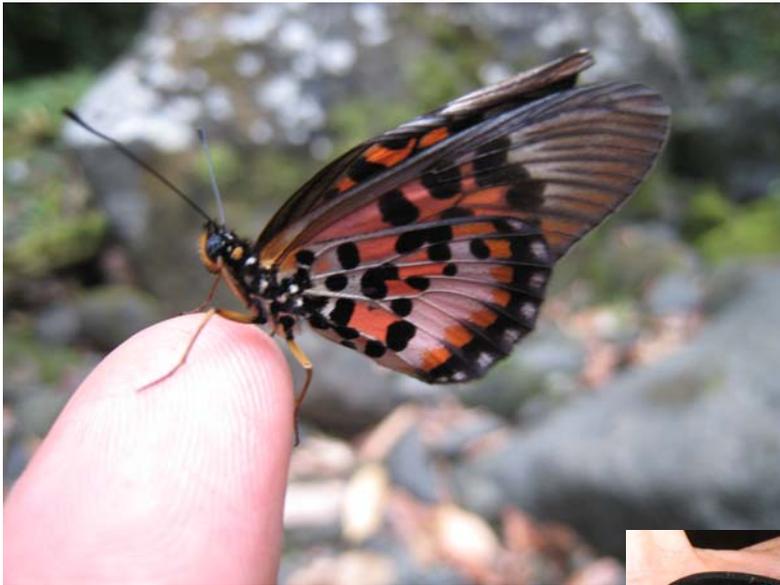
Figura 6. Macizo Norte. Pico Basilé y conos adventicios. Fuente: IGN 1982



Figura 7. Macizo Sur. Caldera de Lubá, lagos Biao y Loreto, coladas volcánicas. Fuente: IGN 1982

CAPÍTULO 4

**LEPIDÓPTEROS ROPALÓCEROS DE LA CALDERA DE LUBÁ.
ISLA DE BOKO (GUINEA ECUATORIAL).
(PAPILIONOIDEA Y HESPERIOIDEA)**



CAPÍTULO 4.1



Papilio phorcas congoanus Rothschild, 1896 y *Papilio menestheus canui* Gauthier, 1984.
Río Riaco, marzo de 2007.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. & COBOS, P. (en prensa). Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá: Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. Aceptado 30-IX-2014.

Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá: Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). (Lepidoptera: Papilionoidea)

I. Martín & P. Cobos

Resumen

En el presente trabajo se presentan los primeros registros de Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae del interior de la Caldera de Lubá, ubicada en el Sur de Bioko. De las 16 especies colectadas pertenecientes a estas familias (8 Papiliónidos, 4 Piéridos y 4 Licénidos) tres de ellas representan las primeras citas para la Isla: *Graphium ucalegon ucalegon* (Hewitson, 1865), *Nepheronia argia argia* (Fabricius, 1775) y *Pentila fidoniodes* Schultze, 1923. La cota altitudinal máxima de capturas fue 1.293 msnm y la mínima a nivel del mar, obteniéndose todas ellas en hábitat de bosque monzónico primario, no perturbado. Se cuestiona la abundancia de *Graphium biokoensis* (Gauthier, 1984) en la Isla de Bioko.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Papilionoidea, Caldera de Lubá, bosque monzónico, Isla de Bioko, Guinea Ecuatorial, *Graphium biokoensis*.

Butterflies of the Caldera de Lubá: Papilionidae, Pieridae and Lycaenidae. Bioko Island (Equatorial Guinea). (Lepidoptera: Papilionoidea)

Abstract

The present work presents the first registers of Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae from the inside of Caldera de Lubá, placed in the south of Bioko. From the 16 species collected belonging to these families (8 papilionids, 4 pierids and 4 lycaenids) three of them represent the first quotes of the Island: *Graphium ucalegon ucalegon* (Hewitson, 1865), *Nepheronia argia argia* (Fabricius, 1775) y *Pentila fidoniodes* Schultze, 1923. The maximum height of the captures was 1.293 m.a.s.l. and the minimum was at sea level, obtaining all of them in the undisturbed habitat of the primary monsoon forest. The abundance of *Graphium biokoensis* (Gauthier, 1984) in the Bioko Island is questioned.

KEY WORDS: Lepidoptera, Papilionoidea, Caldera de Lubá, monsoon forest, Bioko Island, Equatorial Guinea, *Graphium biokoensis*.

Introducción.

Alrededor del 90% de las mariposas diurnas viven en los sistemas tropicales (BONEBRAKE *et al.* 2010), pero el conocimiento general sobre su distribución y ecología aún es escaso, al menos en determinadas áreas geográficas (HILL *et al.* 2001). La Isla de Bioko, considerada como una de las zonas geográficas de mayor biodiversidad a nivel mundial (BURGESS *et al.* 2006), cuenta con una importante cantidad de publicaciones científicas sobre su fauna y acredita una importante cantidad de endemismos (ROBBINS & OPLER, 1996), siendo los lepidópteros un grupo muy estudiado aunque solo parcialmente conocido (SPEARMAN *et al.* 2000). Al mismo tiempo y pese al importante número de publicaciones científicas sobre la diversidad faunística de la Isla, el Sur de Bioko no ha sido prospectado de modo intenso seguramente debido a su paisaje abrupto y en ocasiones casi inaccesible (MARTÍNEZ, 1968; VELAYOS *et al.*, 2013). Por ello, la región Sur se presenta como un entorno completamente inalterado, albergando la mayor diversidad de plantas y animales de la Isla (BUTYNSKI & KOSTER, 1994; ZAFRA-CALVO *et al.* 2010). En esta región se localiza la Caldera de Lubá (2.261 m) declarada Reserva Científica en 1997, no existiendo entonces conocimiento sobre su diversidad biológica (WEBER, 2001). Las expediciones realizadas en 2005 y 2007 por la Universidad Politécnica de Madrid (MARTÍN & COBOS, 2010a) contribuyen al conocimiento de la diversidad biológica en un área no estudiada y en condiciones prístinas, recopilándose en ellas una importante colección de ejemplares de su interior y pudiéndose así publicar los primeros registros sobre la diversidad de flora (BARBERÁ *et al.* 2013; VELAYOS *et al.* 2013) y fauna invertebrada (PRIETO & MARTÍN, 2008; MARTÍN & COBOS, 2010b). En el presente trabajo se muestran los registros de las familias Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae, obtenidos en el interior de la Caldera de Lubá.

La familia Papilionidae es una de las mejor estudiadas de la lepidofauna Afrotropical, si bien algunos géneros se muestran aún poco esclarecidos y sujetos a importantes revisiones (SMITH & VANE-WRIGHT, 2001; HANCOCK, 2006). El género *Graphium* ha sido uno de los taxones que mayor dificultad ha presentado y aún presenta en su nomenclatura y taxonomía (LARSEN, 1994; HANCOCK, 2006). NICULESCU (1991) divide el género en nueve subgéneros estableciendo, entre otros, la nomenclatura de *Graphium* (Arisbe) *policenes*, apoyándose en la descripción de las genitalias. SMITH & VANE-WRIGHT (2001) revisan nuevamente el género y reconocen 39 especies afrotropicales al elevar de rango diversas subespecies, incluyendo a *Graphium biokoensis* (Gauthier, 1984) como nueva especie para Bioko y separándola taxonómicamente de *G. policenes*, si bien son consideradas especies simpátricas por lo que ambas especies pueden, por tanto, estar presentes en Bioko (WILLIAMS, 2008).

Del mismo modo sucede con la familia Pieridae, donde diversos taxones deben ser revisados de modo metódico y la distribución de determinadas especies confirmada (LARSEN, 2005).

En sentido opuesto destaca la familia Lycaenidae, es decir, ésta es una de la familias menos conocidas de la fauna Afrotropical (SÁFIÀN *et al.* 2012), aunque en conjunto representan entre el 30 y 40% de todas las especies de Papilionoidea descritas. No obstante, en los últimos años está siendo objeto de numerosas publicaciones, muchos géneros han sido revisados (LIBERT, 2013, 2014) y se ha profundizado en su faunística y taxonomía (D'ABRERA, 2009; LIBERT, 2011). La utilización de los Lycaenidae como indicadores biológicos hace que los estudios sobre su diversidad y conservación cobren especial interés (NEW, 1993; BELCASTRO & LARSEN, 2006).

Materiales y métodos

El área de estudio se encuadra en la Reserva Científica de la Gran Caldera y Tierras Altas del Sur de Bioko (Fig. 1), representando la única muestra de bosque monzónico de Guinea Ecuatorial. En la localidad de Ureka (incluida en la RCGCTAS) las precipitaciones anuales medias son de 10.150 mm, registrándose el valor máximo absoluto de 14.451 mm en 1983 (JUSTE & FA, 1994). En esta región sur se encuentran el Pico Biao (2.009 m) y la Caldera de Lubá (2.261 m). En este último volcán se abre un espectacular cráter de 5 km de diámetro, con desniveles de más de 1.400 m originados por el hundimiento de la antigua cumbre (FUSTER, 1956). Este cráter de laderas prácticamente verticales (TERÁN, 1962; MARTÍN & COBOS, 2010a), está drenado por el río Olé o Tudela por lo que se forma tan sólo un pequeño lago en su interior. El interior de la Caldera es un terreno extraordinariamente complejo, encerrado por paredes verticales repletas de selva y surcado por profundos y angostos barrancos (MARTÍNEZ, 1968) lo que justifica el estado prístino de su hábitat, inalterado y sin influencia humana en su evolución.

El trabajo de campo se realizó en diciembre de 2005 y marzo de 2007, contabilizándose un total de 26 jornadas de muestreo. Todas las capturas se obtuvieron, en hábitat de bosque monzónico primario, no perturbado. La altitud máxima de los registros fue de 1293 msnm y la mínima a nivel del mar. En la (Fig. 2) se muestran las ubicaciones de las capturas, localizadas en las siguientes coordenadas:

1. Fondo Caldera: 3° 31' N/8° 31' E (Altitud 1.293 msnm)
2. Campamento Ureca-Fondo Caldera 3° 27' N/8° 31' E (Altitud 1.066 msnm)
3. Campamento Ureka: 3° 21' 34''N/8° 30' E (Altitud 916 msnm)
4. Río San Antonio y Poza Verónica 3° 20' N/8° 29' E (Altitud 899 msnm)
5. Pizarras: 3° 21' N/8° 29'E (Altitud 875 msnm)
6. Camp. UPM y Río Riaco: 3° 20'N/8° 29'E (Altitud 876 msnm)

7. Camp. UPM/Camp. Hormiga 3° 19' N/ 8° 28'E (Altitud 713 msnm)
8. Campamento Hormiga: 3° 18' N/ 8° 28'E (Altitud 585 msnm)
9. Chapa Herminio: 3° 17'N/8° 27'E (Altitud 374 msnm)
10. Moraca: 3° 15'N/8° 28'E (Altitud nivel mar)

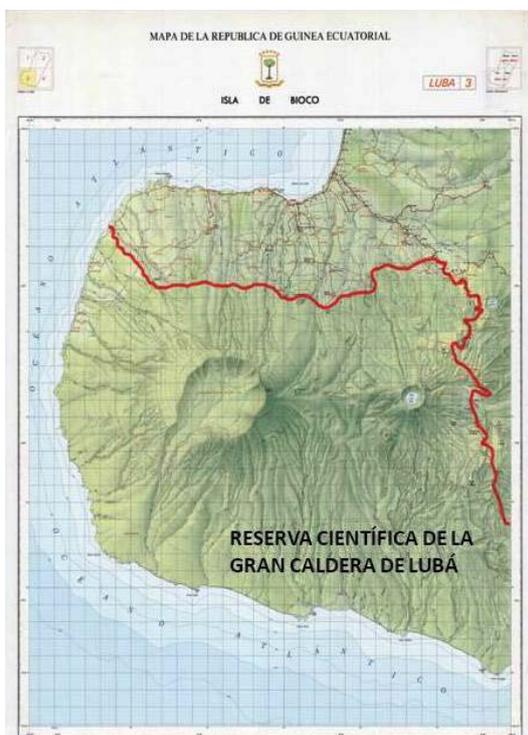


Figura 1: Área de estudio

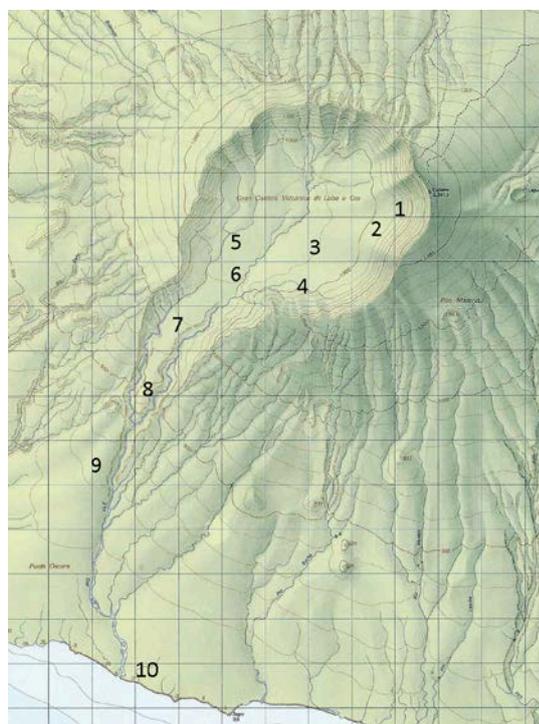


Figura 2: Zonas de captura

Para la identificación de ciertos taxones se ha estudiado la genitalia en diversos ejemplares, de modo que su determinación sea absolutamente precisa. En algunas especies se han comparado las genitalias de nuestras capturas con las obtenidas de los ejemplares de la colección de ropalóceros de Fernando Poo (Bioko) depositadas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, actualmente en estudio (MARTÍN *et al.* en prep)

Resultados

Del total de 69 especies de ropalóceros registradas para el interior de la Caldera de Lubá, 8 son Papilionoidae, 4 pertenecen a Pieridae y 4 a Lycaenidae, representando en conjunto alrededor del 23% del total. Todos los registros fueron colectados por la Expediciones Científicas-UPM a la Caldera de Lubá (Exp. UPM 2005 y Exp. UPM 2007)

Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá: Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). (Lepidoptera: Papilionoidea)

Familia Papilionidae Latreille, [1802]
Subfamilia Papilioninae Latreille, [1802]

Papilio dardanus Brown, 1776

Moraca, XII-2005, 1&& (Exp-UPM 2005 leg); Campamento UPM, XII-2005, 1&& (Exp-UPM 2005 leg); Río Riaco, 8-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Campamento UPM, 8-III-2007, 1& y 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 9-III-2007, 1& y 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Pizarras, 12-III-2007, 1& (Exp-UPM 2007 leg); Campamento Ureka, 12-III-2007, 1& (Exp-UPM 2007 leg); Fondo Caldera, 15-III-2007, 3&& y 1& (Exp-UPM 2007 leg); Junta río Riaco, 16-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Papilio menestheus canui Gauthier, 1984

Moraca, 6-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Campamento Hormiga, 7-III-2007, 2& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 9-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 16-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Papilio phorcas congoanus Rothschild, 1896

Campamento Hormiga, 7-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 9-III-2007, 4&& (Exp-UPM 2007 leg); Fondo Caldera, 15-III-2007, 4&& y 1& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 16-III-2007, 1& y 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Papilio charopus charopus Westwood, 1843

Moraca, XII-2005, 1&& (Exp-UPM 2005 leg).

Papilio fernandus Fruhstorfer, 1903

Campamento UPM, 8-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 16-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Graphium ucalegon ucalegon (Hewitson, 1865)

Río Riaco, 9-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Graphium polícenes polícenes (Cramer, 1775)

Moraca, XII-2005, 4&& y 1& (Exp-UPM 2005 leg); Moraca, 6-III-2007, 1& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 9-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Graphium leonidas leonidas (Fabricius, 1793)

Moraca, XII-2005, 1&& (Exp-UPM 2005 leg); Campamento Hormiga, 7-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 9-III-2007, 3&& (Exp-UPM 2007 leg); Río Riaco, 16-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Familia Pieridae Swainson, 1820

Subfamilia Pierinae Duponchel, 1835

Nepheronia argia argia (Fabricius, 1775)

Río Riaco, 15-XII-2005, 1&& (Exp-UPM 2005 leg); Pizarras, 12-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg); Campamento Ureka, 12-III-2007, 1& (Exp-UPM 2007 leg).

Appias sabina sabina (Felder & Felder, [1865])

Moraca, 6-III-2007, 3&& (Exp-UPM 2007 leg).

Leptosia marginea (Mabille, 1890)

Río Riaco, 9-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Leptosia nupta (Butler, 1873)

Campamento UPM-Campamento Hormiga, 18-III-2007 (Exp-UPM 2007 leg).

Familia Lycaenidae Leach, 1815

Sufamilia Polyommatae Swainson, 1827

Leptotes pirithous (Linnaeus, 1767)

Moraca, 6-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Subfamilia Lipteninae (Röber, 1892)

Larinopoda lagyra (Hewitson, 1866)

Río Riaco, 15-XII-2005, 1&& (Exp-UPM 2005leg).

Pentila rotha Hewitson, 1873

Chapa Herminio, 19-III-2007, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Pentila fidonioides Schultze, 1923

Campamento Hormiga, 7-III-2007, 1&, 1&& (Exp-UPM 2007 leg).

Discusión.

P. phorcas ha sido citado en Bioko en una única ocasión (SCHULTZE, 1917) en la localidad de San Carlos (Lubá), anotando la subespecie *bardamu*. Nuestros registros representan la primera cita documentada de *P. phorcas congoanus* para la Isla (MARTÍN & COBOS, 2010b), si bien existen tres capturas en Rébola (I-1933, Bonet-

Gil leg) que no han sido publicadas (MARTÍN *et al.* en prep). *Papilio fernandus* es citada por vez primera en Bioko por KHEIL (1905) como *Papilio cyproeofila* var. *fernandus* Fruhstorfer. Posteriormente la especie es citada en la localidad de San Carlos-Musola como *P. cyproeofila insularis* Butler (SCHULTZE, 1917). Basados en esta última referencia, SPEARMAN *et al.* (2000) citan *Papilio cyproeofila fernandus* en Bioko, si bien *P. fernandus* y *P. cyproeofila* actualmente son taxones diferentes (D'ABRERA, 1997) y tan solo *P. fernandus* aparece actualmente citada como tal en la Isla (VANDE WEGHE, 2010) por lo que la presencia en Bioko de *P. cyproeofila* debe ser confirmada. *Graphium ucalegon ucalegon* ha sido recolectado en Kogo, Miwala, (DE OLANO & MARCOS, 1993) y Alén (ACKERY *et al.* 1995) localidades de la región continental de Río Muni, pero no existen citas en Bioko por lo que nuestros registros representan los primeros datos de la presencia de la especie tanto en la Reserva Científica como en la Isla. El hábitat de ocupación de la especie es preferentemente el bosque denso o las riberas fluviales (VANDE WEGHE, 2010), lo que coincide con nuestros registros. Los datos publicados sobre la presencia de *Graphium leonidas* (SPEARMAN *et al.* 2000) corresponden con las 8 capturas realizadas en Biapá (Concepción) en febrero de 1933 (Bonet-Gil leg), ampliándose con nuestros datos el área de ocupación de la especie al Sur de Bioko y así como añadiendo nuevos datos sobre su distribución altitudinal en bosque monzónico. *Graphium polícenes* se cita por vez primera en Bioko por SCHULTZE (1917) y desde entonces son varias las localidades de la Isla donde ha sido recolectada la especie (SPEARMAN *et al.* 2000; MARTÍN & COBOS 2010b), estando presente también en las localidades de Ngaba y Afansok el continente (DE OLANO & MARCOS, 1993). Resulta singularmente importante destacar que en los trabajos de revisión sobre el género *Graphium* la especie *G. biokoensis* ha sido sistemáticamente revisada con ejemplares procedentes de Camerún y Gabón (SMITH & VANE-WRIGHT, 2001). Como hemos señalado, una vez estudiada la genitalia de los diversos ejemplares capturados por nosotros en ambas Expediciones (UPM 2005 y 2007), han resultado pertenecer inequívocamente a la especie *Graphium polícenes polícenes* (Cramer, 1775). Asimismo, hemos podido revisar íntegramente la colección de ropalóceros depositada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid y estudiar la genitalia de varios individuos elegidos al azar, resultando ser igualmente *G. polícenes polícenes* (MARTÍN *et al.* en prep), por lo que consideramos que la distribución de ambos taxones debe ser revisada, como ya apuntó HANCOCK (2006).

Appias epaphia epaphia es citada por vez primera en Bioko por DOUBLEDAY (1847) como *Pieris matuta*. La especie es citada de nuevo por SCHULTZE (1917) con ejemplares capturados en Santa Isabel, la actual Malabo, siendo esta la única localidad apuntada también por SPEARMAN *et al.* (2000), pero existen citas en el Lago Loreto (hoy Biao) (BERNARDI, 1953), así como diversas capturas en Lubá (antes San Carlos), Basilé, Basupú, Biapá, etc. (MARTÍN *et al.* en prep.), por lo que su distribución en la Isla debe ser generalizada. BACELAR (1948) cita *L. alcesta f nupta* Butler en Bioko con ejemplares capturados en Lago Biao, Basilé y Moka, pero posteriormente es

considerada como especie nueva bajo el nombre de *Leptosia nupta* (Butler, 1843) (BERNARDI, 1953). *L. marginea* (Mabille) es citada en Bioko por SPEARMAN *et al* (2000), señalando las localidades de Malabo y Basilé. Además de la nueva cita del presente trabajo, la especie ha sido colectada también en Botonós en 1933 (Bonet-Gil, leg.) (MARTÍN *et al.* en prep.). No se conocen citas de machos de *Nepheronia argia argia* en Bioko, por lo que los datos presentados en este trabajo representan los primeros registros en la Isla. No obstante y aunque no figura la especie en la revisión de SPEARMAN *et al* (2000), ha sido citada una hembra en la localidad de Basupú (BERNARDI, 1967) como *N. a. argia* mrf *aurantiaca*. Asimismo, hemos tenido acceso a un ejemplar macho depositado en el MNCN (Botonós I-1933, Bonet-Gil, leg) lo que confirma nuestros registros. La especie también está presente en la región continental de Rio Muni (KHEIL, 1905), así como en Camerún y Gabón (VANDE WEGHE, 2010).

Bioko cuenta con alrededor de 77 especies de Lycaenidae presentes en su fauna (MARTÍN *et al.* en prep) ocupando los diversos hábitat disponibles, desde bosque monzónico hasta áreas antropizadas (TERBLANCHE *et al.* 2003) si bien este número puede estar algo subestimado pues muchos licénidos requieren métodos de captura específicos, ya sea por congregarse en puntos elevados como los machos de algunos Lipteninae (SÁFIAN *et al.* 2012) o por tener tendencia a concentrarse en las proximidades de determinadas especies de hormiga (HEATH & CLAASSENS, 2003; FIEDLER, 2012), por lo que el número de capturas por nosotros obtenido en el interior de la Reserva Científica puede estar igualmente subestimado, lo que justificaría en sí mismo el bajo número de especies registradas en el área de estudio. No obstante y como hemos señalado, esta familia mantiene un hábitat de ocupación muy variado ocupando áreas desde bosque primario a zonas degradadas, zonas de praderas y pastos, humedales, etc., por lo que las prospecciones en zonas exclusivamente forestales pueden explicar un número reducido de especies (VAN SOMEREN, 1974; D'ABRERA, 2009; FIEDLER, 2012). El registro de *Pentila fidonioides* representa la primera cita de la especie en Bioko, estando no obstante presente en áreas cercanas a la Isla, como el sur de Camerún (SCHULTZE & AURIVILLIUS, 1923) y en el norte de Gabón (VANDE WEGHE, 2010). En todos los casos se trata de una especie de hábitos forestales (STEMPFER & BENNETT, 1961). Hasta la fecha de elaboración de este trabajo, *Leptotes pirithous* solo ha sido citada en Bioko en la localidad de Santa Isabel (hoy Malabo) (SCHULTZE & AURIVILLIUS, 1923) por lo que nuestros datos confirman la presencia de la especie 90 años después de su primera y hasta ahora única cita. No obstante, se trata de una especie sumamente común en países próximos como Camerún (LIBERT, 2011) y presenta una amplia distribución geográfica en continua expansión, habiendo colonizado recientemente las Islas Canarias, donde es considerada especie invasora (WIEMERS *et al.* 2013).

Agradecimientos

Nuestro mayor agradecimiento y reconocimiento al Dr. Antonio Vives, quien ha realizado todas las genitalias necesarias para la determinación de algunas especies

citadas en el presente trabajo. Asimismo, los autores agradecen de modo singular a Mercedes París, Conservadora de la Colección Entomológica del MNCN y todo su equipo de colaboradores, por su inestimable ayuda al facilitar el trabajo de revisión de la colección de mariposas de Fernando Poo. Agradecemos a todos los participantes de ambas Expediciones por su colaboración en las capturas en campo. Debemos señalar que las Expediciones de la Universidad Politécnica de Madrid realizadas en 2005 y 2007 a la Caldera de Lubá, se realizaron con el patrocinio del Programa Nacional de I+D+I (CGL2005-23762-E y CGL2006-27110-E/BOS).

BIBLIOGRAFÍA

ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I., 1995.- *Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region* : 803 pp. British Museum (Natural History). London.

BACELAR, A., 1948.- Lepidopteros de África, principalmente das Colónias Portuguesas. *Archivos do Museu Bocage*, **19**: 165-207.

BARBERÁ, P., M. VELAYOS & C. AEDO 2013.- Annotated checklist and identification keys of the Acalyphoideae (Euphorbiaceae) of Equatorial Guinea (Annobón, Bioko and Río Muni). *Phytotaxa* 140 (1): 1–25 (2013)

BELCASTRO, C. & LARSEN, T.B. 2006.- *Butterflies as an indicator group for the conservation value of the Gola Forests in Sierra Leona. Report to the Gola Forest Conservation Concesion Project*. Royal Society for the Protection of Birds and Conservation Society of Sierra Leona, Freetown, 71 pp. Disponible en <http://abdb-africa.org/user> (accedido: 16-agosto-2014)

BERNARDI, G. 1953.- Lépidoptères Pieridae recueillis à Fernando-Poo par MM. P.L. Dekeyser, P. Lepesme. *Bulletin de l'Institut Français d'Afrique Noire (A)* **15**: 1437-1440.

BERNARDI, G. 1967.- Biogéographie, subspeciación et polymorfismo chez *Nepheronia argia* Fabricius (Lepidoptera: Pieridae). *Compte Rendu Sommaire des Séances. Société de Biogéographie*. Paris No. 395: 79 (75-87).

BONEBRAKE T. C; L. C. PONISIO; C. L. BOGGS & P. R. EHRLICH. 2010.- More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143 (2010) 1831–1841

BURGESS, N.; J.D. HALES; T. H. RICKETTS & E. DINERSTEIS, 2006.- Factoring species, non species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* 127: 383-401.

BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H., 1994.- Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea. *Biodiversity and Conservation* 3: 893-909.

- D'ABRERA, B. 1997. *Butterflies of the Afrotropical Region. Part I: Papilionidae, Pieridae, Acraeidae, Danaidae, Satyridae*. New and revised edition. Hill House Publishers, Melbourne and London. 1997: i-xxiv, 1-263.
- D'ABRERA, B., 2009.- *Butterflies of the Afrotropical Region. Part III: Lycaenidae, Riodinidae*: 880 pp. Hill House Publishers, Melbourne and London.
- DE OLANO, I & MARCOS, J. M., 1993.- Lepidópteros Papilionoidea de Guinea Ecuatorial y sus islas.- *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, **8**: 137-169.
- DOUBLEDAY, E., 1847.- On some undescribed species of Lepidoptera in the Society's Collection.- *Proceedings of the Zoological Society of London*, **15**: 55-61
- FIEDLER, K. 2012.- The Host Genera of Ant-Parasitic Lycaenidae Butterflies: A Review Hindawi Publishing Corporation Psyche. Volume 2012, Article ID 153975, 10 pages
- FUSTER J. M., 1956.- Un accidente volcánico excepcional: la Caldera de San Carlos (Fernando Poo). *Archivos IDEA* 40: 65-74.
- HANCOCK, D.L. 2006.- Notes on the Afrotropical species of *Graphium* Scopoli (Lepidoptera: Papilionidae). *Metamorphosis* 17 (1): 6-19.
- HEATH, A. & A. J. M. CLAASSENS 2003.- Ant-association among Southern African Lycaenidae. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 57(1): 1-16
- HILL, J. K; C. D. THOMAS, R. FOX, M. G. TELFER, S. G. WILLIS, J. ASHER & B. HUNTLEY. 2001.- Responses of butterflies to twentieth century climate warming: implications for future ranges. *Proc. R. Soc. Lond. B* 22 vol. 269 (1505): 2163-2171.
- JUSTE, J. B. & FA, J. E., 1994.- Biodiversity conservation in the Gulf of Guinea islands: taking stock and preparing action.- *Biodiversity and Conservation*, **3**: 757-758.
- KHEIL, N. M., 1905.- Lepidópteros de la Guinea Española.- *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, **I** (7ª): 161-182.
- LARSEN, T.B. 1994.- *Graphium polices* (Cramer, 1775), *Graphium policenoides* (Holland, 1892) and *Graphium liponesco* (Suffert, 1904) three closely related taxa (Lepidoptera: Papilionidae). *Lambillionea* 94: 148-156.
- LARSEN, T. B., 2005.- *Butterflies of West Africa*: 595 + 270 pp. Apollo Books, Svendborg.
- LIBERT, M. 2011.- Note sur le genre *Leptotes* Scudder, 1876 (Lepidoptera, Lycaenidae). *Lambillionea*, **111** (1): 53-66.
- LIBERT (M.), 2013.- *Révision du genre Aphanes Hübner (Lepidoptera, Lycaenidae)*. M. Libert éd., 100 p., 13 pl. coul
- LIBERT (M.), 2014.- Nouveaux taxons du genre *Euptera* Staudinger, 1891 (Lepidoptera, Nymphalidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **119** (1): 79-90

Lepidópteros Ropalóceros de la Caldera de Lubá: Papilionidae, Pieridae y Lycaenidae. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). (Lepidoptera: Papilionoidea)

MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010a.- Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.

MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010b.- Papilionidae, Pieridae and Danainae (Insecta: Lepidoptera) of the Caldera of Lubá. Bioko Island. (Equatorial Guinea).- In *Proceeding IXth European Congress of Entomology*. Budapest 23-27 August, 2010: 234.

MARTÍNEZ, T., 1968.- *Fernando Poo: geografía, historia, paisaje*. La Guinea Española Ediciones. Instituto Claretiano Africanista Santa Isabel. 119 pp.

NEW, T.R. 1993.- *Conservation Biology of Lycaenidae*. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission No.8. IUCN, Gland, Switzerland.

NICULESCU, E.V. 1991.- Le genre *Graphium* Scopoli, 1777 morphologie, taxonomie et classification (Lepidoptera: Papilionidae). *Shilap Revista de Lepidopterologia* 19 No. 73: 9-29.

PRIETO, C. & MARTÍN, R., 2008.- Los Phalangiidae (Arachnida: Opiliones) de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología*: 30-31. Córdoba.

ROBBINS, R.K., & P.A. OPLER, 1996.- Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. Pages 69-82. In: M.M. REAKA-KUDIA, D.E. WILSON & O. WILSON, editors. *Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, Washington D.C., USA

SÁFIÁN, SZ., T. B. LARSEN, S. C. COLLINS, G. CSONTOS & K. ADUSE-POKU, 2012.- Results of the butterfly and moth inventory in Ghana I. (Lepidoptera: Lycaenidae). *Folia Entomologica Hungarica*, vol 73: 53-75.

SMITH, C.R. & D. VANE WRIGHT 2001.- A review of the afrotropical species of the genus *Graphium* (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionidae). *Bulletin of The Natural History Museum (Entomology Series)* **70** (2): 503-719

STEMPFER, H. & N. BENNETT 1961.- Révision du genre *Pentila* Westwood (Lep. Lycaenidae). *Bulletin de L'Institut Français d'Afrique Noire* T. XXIII, sér. A, n° 4.

SCHULTZE, A., 1917.- Lepidoptera. I. Teil.- *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(12): 511-597.

SCHULTZE, A. & AURIVILLIUS, C., 1923.- Lepidoptera III Teil.- *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(17): 1113-1242.

SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D., 2000.- An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea).- *Transactions of the American Entomological Society*, **126** (3-4): 447-475.

TERÁN, M. 1962.- *Síntesis Geográfica de Fernando Poo*. 201 pp. Instituto de Estudios africanos e Instituto Juan Sebastián Elcano, CSIC, Madrid.

TERBLANCHE, R.T., T.L. MORGENTHAL & S.S. CILLIERS 2003.- The vegetation of three localities of the threatened butterfly species *Chrysoritis aureus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Koedoe* 46 (1): 73-90.

VAN SOMEREN, V.G.L. 1974.- List of foodplants of some east african rhopalocera, with notes on the early stages of some lycaenidae. *Journal of the Lepidopterists' Society* 28(4): 315-331.

VANDE WEGHE, G., 2010.- *Papillions du Gabon*: 424 pp. Wildlife Conservation Society (WCS). Libreville.

VELAYOS, M.; CABEZAS, F; BARBERÁ. P.; ESTRELLA, M.; AEDO, C.; MORALES, R.; QUINTANAR, A.; VELAYOS, G. & FERRO, M. 2013.- Preliminary checklist of vascular plants of Bioko Island (Equatorial Guinea) *Botanica Complutensis* 37: 109-133. 2013

WEBER, W. 2001.- *African Rain Forest Ecology and Conservation: An Interdisciplinary Perspective*. Yale University Press. 588 pp.

WIEMERS, M., B. ACOSTA-FERNÁNDEZ & T.B. LARSEN 2013.- On the recent invasión of the Canary Islands by two butterfly species, with the first record of *Leptotes pirithous* (Linnaeus, 1767) from Gran Canaria, Spain (Lepidoptera: Lycaenidae). *SHILAP Revta. lepid.*, 41(161): 95-104.

WILLIAMS, M. C., 2008.- Checklist of Afrotropical Papilionoidea and Hesperoidea; Compiled by Mark C. Williams, 7th ed. Disponible en: <http://www.atbutterflies.com/index.htm> (accedido 18-agosto-2014).

ZAFRA-CALVO, N., J. M. LOBO, F. SUZART DE ALBUQUERQUE, F. CABEZAS, T. ESPIGARES, M.A. OLALLA-TÁRRAGA, J. PÉREZ DEL VAL, M. RUEDA, M. VELAYOS & M.A. RODRÍGUEZ 2010.- Deriving species richness, endemism, and threatened species patterns from incomplete distribution data in the Bioko Island, Equatorial Guinea. *Natureza & Conservação* 8(1):1-5, 2010

I. M.*, P. C.
Unidad de Zoología
E.T.S.I. Montes, Forestal y del Medio Natural
Departamento de Sistemas y Recursos Naturales
Universidad Politécnica de Madrid
Avenida Ramiro de Maeztu, s/n
E-28040. Madrid
ESPAÑA / SPAIN

*E-mail: ignacio.martin@upm.es

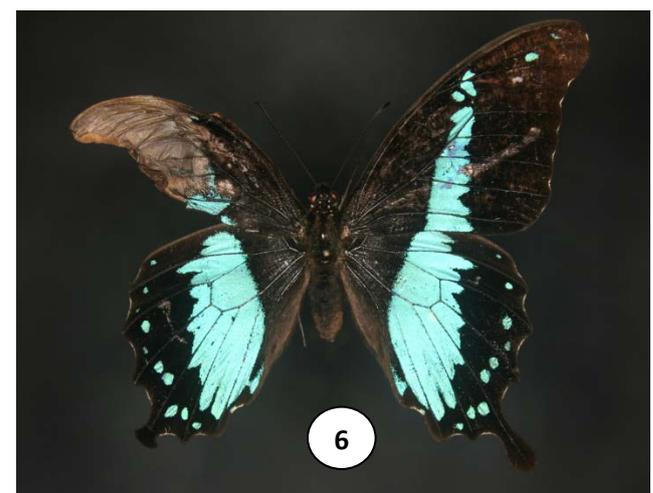
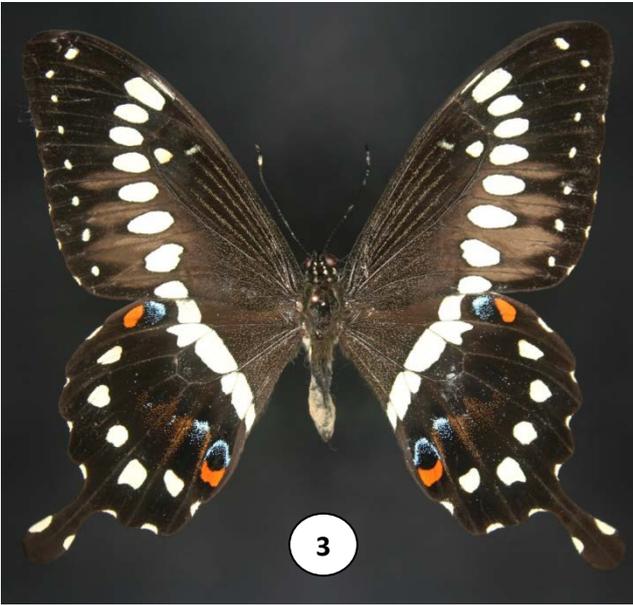
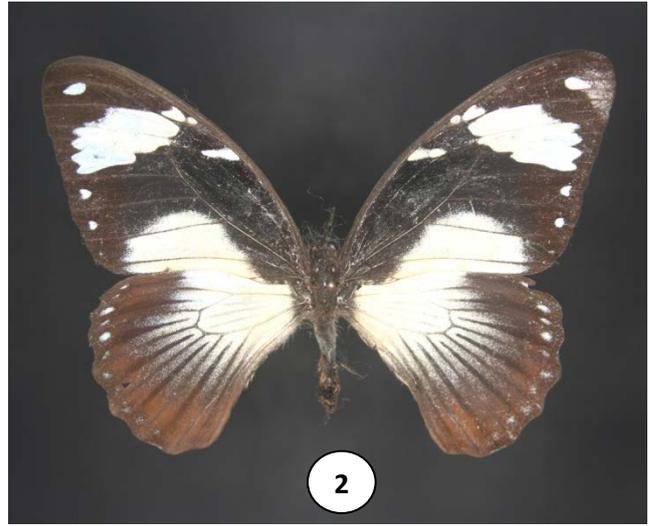
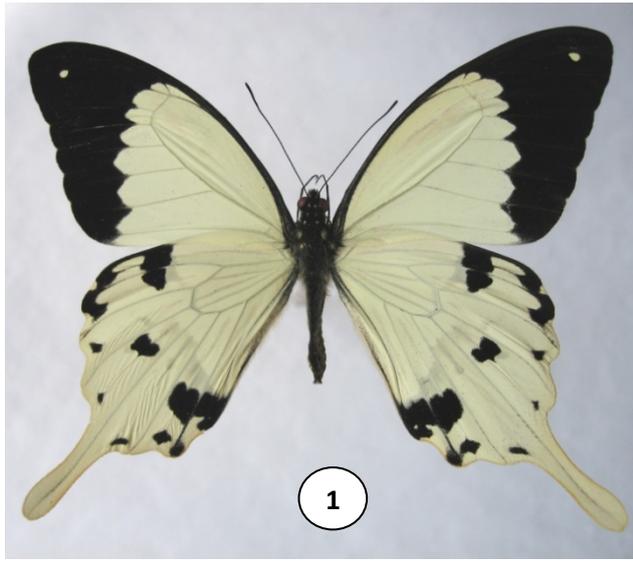
E-mail: pablo.cobos@upm.es

*Autor para la correspondencia / *Corresponding autor*

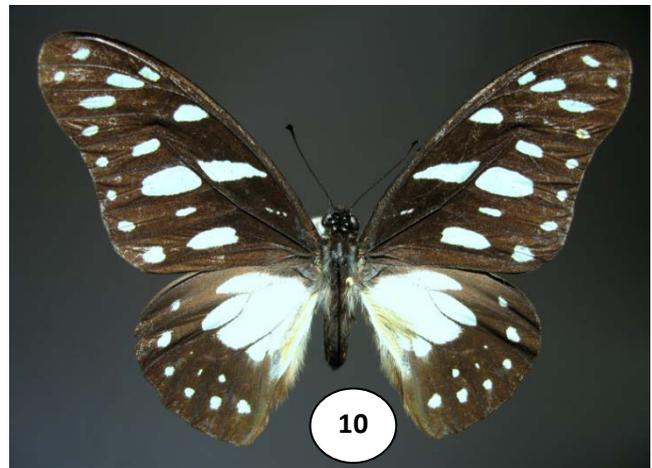
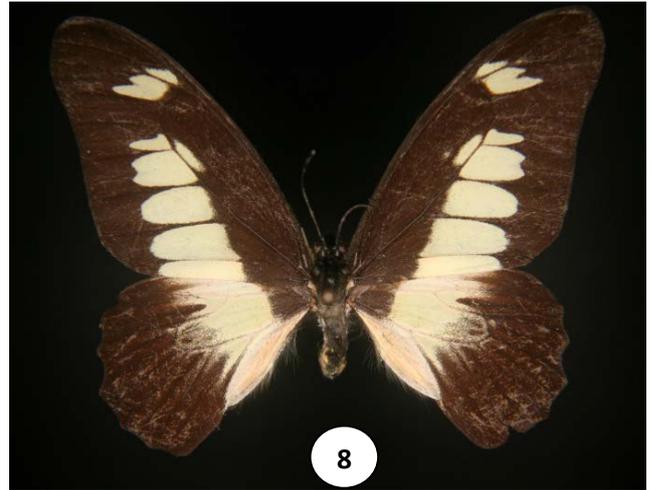
(Recibido para publicación / *Received for publication* 4-II-2014)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 30-IX-2014

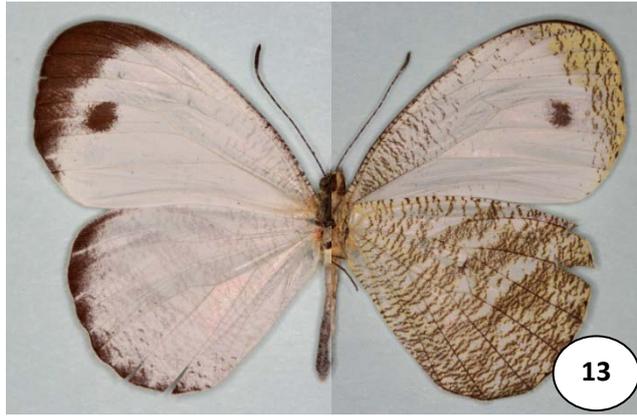
(Publicado / *Published*)



Figs. 1-6.- 1. *Papilio dardanus* Brown, 1776 macho; 2. *Papilio dardanus* Brown, 1776 hembra. 3. *Papilio menestheus canui* Gauthier, 1984 macho; 4. *Papilio menestheus canui* Gauthier, 1984 hembra. 5. *Papilio phorcas congoanus* Rothschild, 1896. 6. *Papilio charopus charopus* Westwood, 1843



Figs. 7-12.- 7. *Papilio fernandus* Fruhstorfer, 1903. 8. *Graphium ucalegon ucalegon* (Hewitson, 1865). 9. *Graphium policeses policeses* (Cramer, 1775). 10. *Graphium leonidas leonidas* (Fabricius, 1793). 11. *Nephronia argia argia* (Fabricius, 1775) macho. 12. *Appias sabina sabina* (Felder & Felder, [1865])



Figs. 13-19.- 13. *Leptosia marginea* (Mabille, 1890) (reverso y verso). 14. *Leptosia nupta* (Butler, 1873). 15. *Leptotes pirithous* (Linnaeus, 1767) (reverso y verso). 16. *Larinopoda lagyra* (Hewitson, 1866) (reverso y verso). 17. *Pentila rotha* Hewitson, 1873 (reverso y verso). 18. *Pentila fidonioides* Schultze, 1923 (reverso y verso).

CAPÍTULO 4.2



Acraea abdera abdera Hewitson, 1852. Río Riaco, marzo de 2007.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. (en prensa). Lepidópteros Ninfálidos de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). (Papilionoidea: Nymphalidae). *Shilap Revista de Lepidopterología*. Aceptado 24-XI-2014.

Lepidópteros Ninfálidos de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). (Papilionoidea: Nymphalidae)

I. Martín

Resumen

En el presente trabajo se presentan los primeros registros de ropalóceros Nymphalidae de la Caldera de Lubá (Isla de Bioko). Siete de las 46 especies mostradas, *Cymothoe althea*, *Cymothoe consanguis*, *Cymothoe capella*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo* y *Bicyclus neustetteri* representan las primeras citas para Bioko. De estas especies solo *Lachnoptera*, *Amauris* y *C. capella* aparecen citadas en la región continental, pero para el resto también suponen las primeras citas para Guinea Ecuatorial. Se usaron diversas medidas de riqueza y diversidad (Margalef, Simpson, Shannon-Weaver), mostrando todos ellos altos valores.

PALABRAS CLAVE: Nymphalidae afrotropicales, Caldera de Lubá, riqueza de especies, estimas de diversidad, curvas de acumulación, Bioko.

Nymphalid butterflies of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea). (Papilionoidea: Nymphalidae)

Abstract

The present work shows the first records of butterflies Nymphalidae of the Caldera de Lubá (Bioko Island). Seven from the 46 species showed, *Cymothoe althea*, *Cymothoe consanguis*, *Cymothoe capella*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo* and *Bicyclus neustetteri*, represent the first cites of Bioko. From these six species only *Lachnoptera*, *Amauris* and *C. capella* are cited in Continental Region, but for others also represent the first cites of Equatorial Guinea. Several measures of richness and diversity were used (Margalef, Simpson, Shannon-Weaver), showing all high values.

KEY WORDS: Afrotropical Nymphalidae, Caldera de Lubá, species richness, diversity estimations, accumulation curves, Bioko.

Introducción

El origen, la diversificación y la taxonomía de la familia Nymphalidae está siendo revisada en los últimos años, tanto desde el punto de vista evolutivo (ZHANG *et al.* 2008) como filogenético (FREITAS & BROWN, 2004) y sistemático (WAHLBERG, *et al.* 2003). Está consensuado que la familia Nymphalidae mantiene un origen común

con las otras cuatro familias de Papilionoidea, todas ellas originadas y diversificadas en el Terciario (VANE-WRIGHT, 2004). Actualmente se incluye en esta familia una importante diversidad de subfamilias, muchas de ellas consideradas hasta fechas recientes como familias independientes -Satyridae, Acreidae, etc.-, pero diversos estudios evolutivos y filogenéticos del grupo han evidenciado su pertenencia a los ninfálidos (BROWER, 2000; ZHANG *et al.* 2008; WAHLBERG *et al.* 2009). La clasificación de las subfamilias elaborada por ACKERY *et al.* (1999), seguida desde entonces por muchos autores, se ha mantenido vigente hasta fechas recientes y han sido pocos los cambios realizados (BROWER, 2000), generalmente solo implicando a determinados géneros (*Calinaga*, *Phyciodes*, etc.) (WAHLBERG *et al.* 2003). En la presente década, los más recientes estudios sobre la familia han determinado algunas variaciones significativas en su organización en subfamilias (WAHLBERG *et al.* 2005), siendo comúnmente aceptada la clasificación presentada por MADDISON & SCHULZ (2007) y seguida en los trabajos generalistas actuales (WILLIAMS, 2008; SÁFIÁN *et al.* 2009), con algunas pequeñas modificaciones posteriores en los niveles inferiores (NYLIN *et al.* 2014). Así pues, esta será la clasificación seguida en este trabajo.

Aproximadamente la tercera parte de los ropalóceros del mundo pertenecen a los Nymphalidae (ZHANG *et al.* 2008), es decir, más de 6.000 especies de mariposas están incluidas en esta familia de las que alrededor de 1.500 viven en África subsahariana, ocupando por tanto la región afrotropical (ACKERY *et al.* 1995; WILLIAMS, 2008). El Oeste del continente cuenta con cerca de 600 especies de ninfálidos (LARSEN, 2005; TURLIN, 2007) de las cuales aproximadamente 140 están citadas en Bioko (MARTÍN *et al.* en prep).

La Isla de Bioko es considerada como una de las zonas geográficas de mayor biodiversidad a nivel mundial (BURGESS *et al.* 2006) lo cual, sumado a que alrededor del 90% de las mariposas diurnas conocidas viven en los sistemas tropicales (LARSEN, 1995; BONEBRAKE *et al.* 2010), hace de esta Isla del Golfo de Biafra un lugar de extraordinaria diversidad de lepidópteros ropalóceros (SPEARMAN *et al.* 2000), particularmente de la familia Nymphalidae (HENNING, 1988; TURLIN, 1999; LARSEN, 2005; TURLIN, 2007), aun cuando la región sur, considerada como el área de mayor riqueza de especies de Bioko (BUTYNSKI & KOSTER, 1994; OBAMA, 2006), permanece prácticamente inexplorada (NAVARRO *et al.* 2012). Así pues, entendiendo la diversidad de una comunidad como una expresión del reparto de recursos y energía, su estudio es una de las aproximaciones más útiles en el análisis comparado y una herramienta básica para su conservación (HALFFTER & EZCURRA, 1992). Por ello, tal como apunta SAMWAYS (1994) existe una auténtica necesidad de identificar áreas de máxima diversidad de insectos ('Hot Spots') y centros de endemismo o rareza.

Diversidad y riqueza son conceptos tradicionalmente unidos y, en la actualidad, es sumamente común asimilar el concepto diversidad -en sentido estricto- a una función de relación entre la riqueza y la abundancia relativa de sus elementos, en nuestro caso especies de ropalóceros de la familia Nymphalidae (HEYWOOD, 1994). Para medirla existen diferentes funciones e índices y aunque hoy día hay más de 60 índices que ayudan a cuantificar la diversidad, los más frecuentemente usados son dos o tres: Shannon-Weaver, Simpson, Margalef, etc. Todos miden similares unidades, tratando de encontrar el ajuste entre riqueza y abundancia relativa de los elementos individuales (MORENO, 2001). No obstante y en caso de querer comparar localidades, su uso es mucho menos frecuente y el número de especies (Riqueza) ha pasado a ser el parámetro comúnmente utilizado (GOTELLI & COLWELL, 2001). Así pues, partiremos del uso de "Especie" como medida de diversidad debido a tres factores primordiales: la riqueza

(*S*) ya refleja distintos aspectos de biodiversidad, es decir, es un estimador sencillo de diversidad, denominada “diversidad alfa” (WHITTAKER, 1972); el significado de especie está ya consensuado y, al menos para los lepidópteros, en general las especies son detectables, cuantificables y hay suficiente información sobre su número (MORENO *et al.* 2011). De este modo, si entendemos la diversidad alfa como el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes especies dentro de un hábitat particular, entonces un simple conteo de *S* sería suficiente para describir esa diversidad sin necesidad de evaluar el peso o valor de cada especie dentro de la comunidad (MARGALEF, 1958), pero lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de diversidad (NUÑEZ, 1991; MORENO, 2001; MORENO *et al.* 2011).

Por otra parte, es evidente que resulta imposible registrar la totalidad de especies en un inventario, más aún al tratarse de mariposas en sistemas tropicales (GOTELLI & COLWELL, 2001) al ser éstos los lugares de mayor diversidad de ropalóceros del planeta (BONEBRAKE *et al.* 2010). Para este tipo de trabajos las funciones de acumulación de especies resultan efectivas para predecir las especies esperadas que se obtendrían con un tamaño mayor de muestreo (VANE-WRIGHT *et al.* 1991). Son usadas, por tanto, para dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación. Estas funciones son habitualmente aplicadas en estudios con diversos grupos, tanto invertebrados (JIMÉNEZ-VALVERDE & HORTAL, 2003; ZAMORA *et al.* 2011) como vertebrados (GONZÁLEZ-OREJA, 2010; MARTÍN *et al.* 2014). Este análisis permite identificar la diversidad biológica máxima en un determinado territorio, lo que es un requisito primordial para la conservación (VANE-WRIGHT *et al.* 1991; Scott, 1997).

En el presente trabajo se muestran los ropalóceros de la familia Nymphalidae recolectados en el interior de la Caldera de Lubá durante las expediciones realizadas en 2005 y 2007 por la Universidad Politécnica de Madrid, así como los resultados de la aplicación de índices de diversidad de distinto orden y la elaboración de curvas de acumulación de especies.

Materiales y Métodos

El área de estudio se encuadra en la Reserva Científica de la Gran Caldera y Tierras Altas del Sur de Bioko (Figura 1), representando la única muestra de bosque monzónico de Guinea Ecuatorial (NAVARRO *et al.* 2012). En la Caldera Volcánica de Lubá se abre un espectacular cráter de 5 km de diámetro, con desniveles de más de 1.400 m originados por el hundimiento de la antigua cumbre (FUSTER, 1956), constituyendo por ello un terreno extraordinariamente complejo, encerrado por paredes verticales repletas de selva y surcado por profundos y angostos barrancos (MARTÍNEZ, 1968; MARTÍN & COBOS, 2010). Estas condiciones justifican el estado prístino de su hábitat, inalterado y sin influencia humana en su evolución.

El trabajo de campo se realizó en diciembre de 2005 y marzo de 2007, contabilizándose un total de 26 jornadas de muestreo. Todas las capturas se obtuvieron, en hábitat de bosque monzónico primario, no perturbado. La altitud máxima de los registros fue de 1293 msnm y la mínima a nivel del mar. En la Figura 2 se muestran las ubicaciones de las capturas, localizadas por sus correspondientes coordenadas y altitud.

Para la aplicación de índices de diversidad se usó el cálculo conceptual de diversidad alfa (WHITTAKER, 1972) ya que trabajamos en ambiente prístino -y por

tanto no intervenido- de bosque monzónico continuo, pudiendo así hablar de Riqueza (S) como medida de diversidad (RICOTTA, 2005). De este modo, se aplican métodos basados en la cuantificación del número de especies (riqueza específica) y otros basados en la estructura de la comunidad, tanto fundamentados en la dominancia como en la equidad.

Para medir la Riqueza empleamos el Índice de diversidad de Margalef (D_{Mg}), expresado mediante la relación: $D_{Mg}=S-1/\ln N$, donde S es el número total de especies (riqueza específica) y N el número total de individuos. Este índice supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, de modo que el índice varía en función del tamaño de la muestra, considerándose la comunidad de escasa diversidad con valores inferiores a 2 y como muy diversa a partir del valor 5 (MARGALEF, 1958).

El índice de Simpson ($\lambda=\sum p_i^2$) es en realidad un estimador de dominancia tipo “lambda” que, por definición, se opone a la diversidad. Por ello, a mayor valor de este índice menor será la diversidad. La expresión de la Diversidad es:

$$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

donde D representa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a la misma especie, P_i representa la abundancia relativa de la especie i , es decir, n_i/N , siendo N = número total de ejemplares o población total. La mínima diversidad viene dada por un índice de valor 1, absoluta dominancia de una especie. De igual modo, índices de valores de “lambda” (λ) muy pequeños implican comunidades muy diversas. Por último destacar que los valores de este índice son sensibles a las abundancias de una o varias de las especies más frecuentes de la comunidad y puede ser considerado como una medida de la concentración dominante (NUÑEZ, 1991).

Posiblemente el índice de equidad de Shannon-Weaver es uno de los más usados en biología (BAEV & PENEV, 1995; MORENO *et al.* 2011) ya que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Se representa mediante la expresión $H'=-\sum p_i \ln p_i$. En definitiva, este índice mide el grado de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra (MAGURRAN, 1998) asumiendo, por tanto, que todas las especies están representadas en la muestra y los individuos son seleccionados al azar. Adquiere valores entre cero cuando solo hay una especie y el logaritmo de S cuando todas las especies presentan el mismo número de individuos (MORENO, 2001).

Como ya señalamos, el uso de curvas de acumulación de especies se muestra como una herramienta muy efectiva para estimar el número de especies esperado a partir de un muestreo. En el caso de invertebrados esos valores extrapolados, es decir la riqueza esperada, pueden ser usados como medida de la diversidad alfa, evitando así los sesgos que se establecen en los inevitables submuestreos cuando se trabaja con insectos (ESPINOSA, 2003; BECK & SCHWANGHART, 2010). Los modelos y expresiones matemáticas comúnmente utilizados son los modelos lineales o los métodos no paramétricos. Los primeros son usados cuando se asume un tipo de distribución estadística (matemática) conocida (JOST, 2010), mientras que los segundos se ajustan a funciones no-paramétricas en sentido estadístico, pues no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no los ajustan a un modelo determinado, requiriendo únicamente datos de presencia/ausencia (MORENO, 2001).

Modelos lineales

La ecuación de De Clench, adaptada de la ecuación original de Michaelis-Menten (MM Means), es un modelo comúnmente utilizado y ha demostrado un buen ajuste a los inventarios con ropalóceros (SOBERÓN & LLORENTE, 1993) y heteróceros (RICKETTS *et al.* 2004). No obstante, esta ecuación está recomendada para zonas de muestreo amplias y con protocolos que demandan cambios en la intensidad del esfuerzo de muestreo en campo (JIMÉNEZ-VALVERDE & HORTAL, 2003), de modo que se pueda asumir un patrón de ajuste de los datos (MORENO, 2001; MORENO *et al.* 2011) al contar con un gran tamaño de muestras y asumiendo, por tanto, que la riqueza total será el número de especies halladas tras un esfuerzo de muestreo infinito (MAGURRAN, 2007). Debemos destacar que este tipo de modelos han resultado eficaces para dimensionar el esfuerzo en los trabajos de muestreo (COLWELL *et al.* 2004; JOST, 2010). Su expresión matemática recomendada es: $S_n = an/1+bn$, donde a representa la tasa de crecimiento de nuevas especies y b es un parámetro relacionado con la forma de la curva, siendo n el número acumulativo de muestras. Aunque este tipo de modelos no son recomendados para las características de nuestros registros, usaremos su aplicación como medida del esfuerzo necesario para completar el inventario hasta el límite señalado por los estimadores que mejor se ajusten a nuestros datos (MORENO & HALFFTER, 2001).

Modelos no paramétricos.

Cuando no disponemos de datos del número de individuos pues no conocemos cómo se comporta la distribución de los individuos por especie, las funciones que mejor se ajustan están basadas en modelos no-paramétricos (MORENO, 2001; BECK & SCHWANGHART, 2010; GONZÁLEZ-OREJA *et al.* 2010). Entre los modelos no paramétricos, los estimadores utilizados en el presente trabajo son Jacknife 1 y 2 (MORENO, 2001) y Chao2 (CHAO, 1984). Para todos ellos L representa el número de especies “únicas”, que ocurren solamente en una muestra; M es el número de especies que ocurren exactamente en dos muestras y m el número de muestras.

Jacknife 1 o de primer orden (cuya expresión es $J_1 = S+L(m-1)/m$) se basa en el número de especies de una muestra y reduce el sesgo de los valores estimados. Ha demostrado un buen ajuste como límite inferior en la estimación de especies potenciales (GONZÁLEZ-OREJA *et al.* 2010). Jacknife 2 o de segundo orden ($J_2 = S+L(2m-3)/m - M(m-2)^2/m(m-1)$) se basa en el número de especies que ocurren en una muestra así como en el número de ellas que lo hacen en exactamente dos (PALMER, 1990). Dentro de este tipo de estimadores Chao 2 es el más riguroso y menos sesgado de todos (MORENO & HALFFTER, 2001; GONZÁLEZ-OREJA *et al.* 2010) y estima el número de especies esperadas, considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en, al menos, dos muestras) (CHAO, 2005) y su expresión matemática es $Chao_2 = S+L^2/2M$. Este tipo de expresiones se pueden ajustar en cualquier programa estadístico (Statistica 12 o similar) con un procedimiento de regresión no lineal definida por el usuario (SOBERÓN & LLORENTE, 1993). Eliminamos el posible efecto del orden en que se añaden las muestras a la curva de acumulación mediante el remuestreo aleatorio de las unidades de muestreo, usando para ello 100 aleatorizaciones mediante el programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2006).

En todos los casos, para la elaboración de las funciones de acumulación de especies establecemos cada zona de muestreo -descritas en la figura 2- como unidades válidas para cuantificar el esfuerzo empleado en el inventario y construir, a partir de este dato, las correspondientes curvas de acumulación (MORENO & HALFFTER, 2001).

En la Tabla 1 se muestra el número de capturas por especie.

Resultados

Del total de 70 especies registradas para el interior de la Caldera de Lubá, 46 son Nymphalidae, representando en conjunto alrededor del 65% del total. Las capturas se reparten en 8 subfamilias, siendo 9 Nymphalinae, 1 Charaxinae, 14 Limenitinae, 1 Cyrestinae, 2 Biblidinae, 9 Heliconiinae, 4 Danainae y 6 Satyrinae. Todos los registros fueron colectados por la Expediciones Científicas-UPM a la Caldera de Lubá (Exp. UPM 2005 y Exp. UPM 2007).

Familia Nymphalidae

Subfamilia Nymphalinae

Hypolimnas anthedon (Doubleday, 1845)

Campamento UPM, 1&&, XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Río San Antonio, 1&&, 13-III-2007 (Exp. UPM leg.); Río Riaco, 16-III-2007, 1&& (Exp. UPM leg.)

Hypolimnas misippus (Linnaeus, 1764)

Moraca, 1&&, 6-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Hypolimnas salmacis insularis Schultze, 1920

Río Riaco, 1&&, 15-XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Río Riaco, 1&, 9-III-2007 (Exp. UPM leg.); Campamento Ureka, 1&&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.); Pizarras, 1&&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Protogoniomorpha parhassus (Drury, 1782)

Campamento Hormiga-Campamento UPM, 1&&, 8-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Precis milonia Felder & Felder, 1867

Río Riaco, XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Poza Verónica, 16-III-2007 (Exp. UPM leg.); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 18-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Precis sinuata Plötz, 1880

Río Riaco, XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Campamento Ureka, 13-XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Río Riaco, 9-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Kallimoides rumia (Doubleday, 1849)

Pizarras, 1&&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.); Río Riaco, 2&&, 16-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Antanartia delius guineensis Howarth, 1966

Río Riaco, XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Río San Antonio, 13-III-2007 (Exp. UPM leg.); Río Riaco, 16-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Antanartia dimorphica mortoni Howarth, 1966

Moraca, 1&&, XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.)

Subfamilia Charaxinae

Charaxes fulvescens marialuisae Canu, 1989

Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&&, 18-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Subfamilia Limenitinae

Cymothoe althea (Cramer, 1776)

Campamento Ureka-Fondo Caldera, 1&, 17-III-2007 (Exp. UPM leg)

Cymothoe beckeri (Herrich-Schaeffer, 1858)

Río San Antonio, 1&, 13-III-2007 (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera, 1&, 15-III-2007 (Exp. UPM leg)

Cymothoe capella (Ward, 1871)

Río San Antonio, 3&&, 13-III-2007 (Exp. UPM leg)

Cymothoe consanguis Aurivillius, 1896

Chapa Herminio, 1&& y 1&, 7-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Cymothoe oemilius fernandina Hall, 1929

Pizarras, 1&& y 1&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera, 3&&, 15-III-2007 (Exp. UPM leg)

Cymothoe owassae Schultze, 1916

Fondo Caldera, 1&& y 1&, 15-III-2007 (Exp. UPM leg)

Cymothoe caenis (Drury, 1773)

Pizarras, 1&&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Catuna critea canui (Drury, 1773)

Campamento UPM, 8&&, 14-XII-2005 (Exp. UPM 2005 leg.); Campamento Ureka-Fondo Caldera, 1&, 14-III-2007 (Exp. UPM leg.); Poza Verónica, 1&, 16-III-2007 (Exp. UPM leg.)

Euphaedra canui Hecq, 1987

Río San Antonio, 1&, 11-III-2007 (Exp. UPM leg)

Pseudacraea eurytus (Linnaeus, 1758)

Pizarras, 1&& y 1&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&&, 18-III-2007 (Exp. UPM leg)

Pseudacraea lucretia (Cramer, [1775])

Campamento Ureka, 1&, 12-III-2007 (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera, 1&&, 15-III-2007 (Exp. UPM leg.); Río Riaco, 3&, 16-III-2007 (Exp. UPM leg)

Pseudacraea semire (Cramer, 1779)

Campamento Hormiga-Campamento UPM, 8-III-2007 (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera, 15-III-2007, 3i (Exp. UPM leg.); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 18-III-2007, (Exp. UPM leg)

Euriphene incerta biokensis Hecq, 1994

Chapa Herminio, 1&&, 7-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM, 1&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río San Antonio, 2&, 11-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Pizarras, 2&& y 1&, 12-III-2007, (Exp. UPM *leg.*)

Euriphene canui Hecq, 1987

Campamento UPM, 1&& y 1&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Subfamilia Cyrestinae

Cyrestis camillus camillus (Fabricius, 1781)

Río Riaco, 9-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Subfamilia Biblidinae

Eurytela hiarbas (Drury, 1782)

Río San Antonio, 1&& y 1&, 11-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río San Antonio, 1&, 13-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Mesoxantha ethosea ethoseoides Rebel, 1914

Río Riaco, 1&&, 15-XII-2005 (Exp. UPM 2005 *leg.*)

Subfamilia Heliconiinae

Lachnoptera anticlia (Hübner, 1819)

Río Riaco, 1&&, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea lycoa Godart, 1819

Chapa Herminio, 1&&, 7-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Pizarras, 1&, 12-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&& y 1&, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Chapa Herminio, 1&&, 19-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea umbra macarioides (Aurivillius, 1893)

Río Riaco, 1&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea peneleos peneleos Ward, 1871

Campamento UPM-Río Riaco, 1&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea circeis (Drury, 1782)

Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea pharsalus pharsalus Ward, 1871

Campamento UPM-Río Riaco, 1&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea abdera abdera Hewitson, 1852

Río Riaco, 1&&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Acraea epaea insulana Ackery, 1995

Campamento UPM, 1&&, XII-2005 (Exp. UPM 2005 *leg.*); Chapa Herminio, 1&, 7-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento Ureka, 1&&, 12-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Fondo Caldera, 3&& y 1&, 15-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&, 18-III-2007, (Exp. UPM *leg.*)

Acraea excisa (Butler, 1874)

Río Riaco, 1&, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Subfamilia Danainae

Amauris echeria fernandina Schultze, 1914

Río Riaco, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Amauris inferna moka Talbot, 1940

Moraca, 3i, 6-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río Riaco, 4i, 9-III-2007, (Exp. UPM *leg.*); Fondo Caldera, 2i, 15-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río Riaco, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 3i, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Amauris niavius niavius (Linnaeus, 1758)

Campamento UPM, 1&&, XII-2005 (Exp. UPM2005 *leg.*); Fondo Caldera, 1&&, 15-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 2&&, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Amauris vashti (Butler, 1869)

Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Subfamilia Satyrinae

Bicyclus golo (Aurivillius, 1893)

Campamento UPM, 2&&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río San Antonio, 1&&, 11-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento Ureka, 1&&, 11-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Fondo Caldera, 2&&, 14-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Fondo Caldera, 1&&, 15-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Bicyclus neustetteri (Rebel, 1914)

Campamento UPM, 1&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Río Riaco, 1&& y 2&, 8-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Pizarras, 1&& y 1&, 12-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río San Antonio, 1&&, 13-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento Ureka-Fondo Caldera, 1&, 14-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Río Riaco, 1&& y 3&, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Poza Verónica, 1&, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&&, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Bicyclus dorothea concolor Condamin & Fox, 1964

Moraca, 2&& y 1&, 6-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Bicyclus ignobilis eurini Condamin & Fox, 1963

Río Riaco, 2&, 15-XII-2005 (Exp. UPM2005 *leg.*); Campamento Ureka-Fondo Caldera, 1&&, 14-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Poza Verónica, 1&, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Bicyclus hewitsoni (Doumet, 1861)

Río Riaco, XII-2005 (Exp. UPM *leg.*); Río San Antonio, 11-III-2007 (Exp. UPM *leg.*); Poza Verónica, 16-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Bicyclus sciathis (Hewitson, 1866)

Campamento UPM-Campamento Hormiga, 1&, 18-III-2007 (Exp. UPM *leg.*)

Estimación de la diversidad

De la aplicación de los índices de diversidad alfa obtenemos los siguientes resultados:

Índice de Margalef: $D_{Mg} = 8,781321612$.

N	S	$Mg = S - 1 / \ln N$
150	46	8,781321612

Para valores inferiores a 2 se considera una comunidad poco diversa. Por el contrario son significativos valores superiores a 5, interpretados como comunidades de alta diversidad.

Índice de Simpson: $\lambda = 0,041333333$.

N	$\lambda = \sum (n_i/N)^2$	$D = 1/\lambda$
150	0,041333333	24,1935484

Como ya señalamos, en realidad se trata de un indicador de dominancia y, por tanto, se opone al de Diversidad. De este modo, es común hallar el complementario de λ mediante la expresión $D_S = 1 - \lambda$, en nuestro caso resultando un valor de $D_S = 0,958666667$. No obstante es más frecuente el uso de la expresión opuesta a λ , es decir, $D_S = 1/\lambda$. Mediante esta expresión, la Diversidad alcanza su mayor valor cuanto menor sea el valor de "lambda", mientras la mínima diversidad viene dada por un índice de valor 1.

Índice de Shannon-Weaver: $H' = 3,480556217$

N	$\sum P_i \ln P_i$
150	-3,480556217

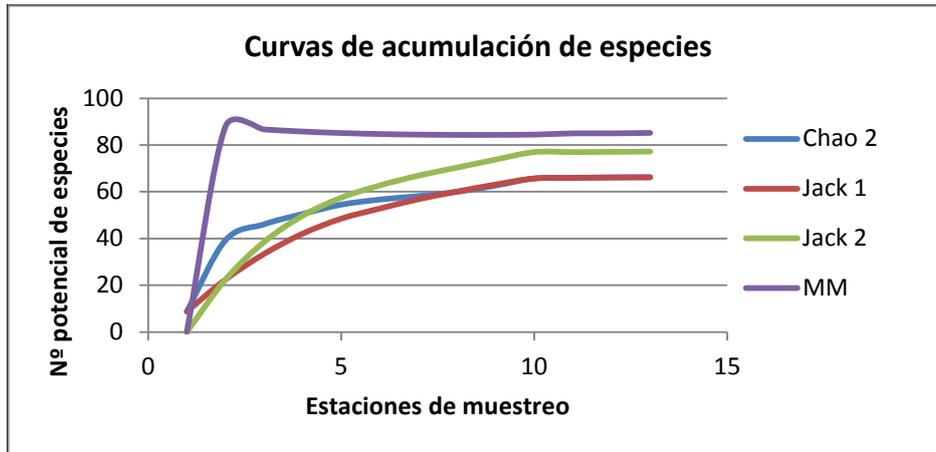
Funciones de acumulación de especies

La aplicación de los modelos referidos en materiales y métodos arroja los siguientes resultados (Tabla 2) de las especies esperadas al aumentar el esfuerzo de los muestreos, es decir, las especies potencialmente presentes en la zona de estudio (Figura 3):

Modelo lineal

MM (Clench): Valor promedio 84,35 especies. Este modelo establece alrededor de 160 estaciones de muestreo para completar el inventario hasta alcanzar el 95% de las especies esperadas.

Figura 3.



Modelos no paramétricos

Chao2: arroja un valor del límite superior de 102,55 y un límite inferior de 52,44, con un promedio de 65,7 especies esperadas.

Jacknife 1: se ajusta de manera exacta a los valores anteriores, promediando 65,7 especies potenciales.

Jacknife 2: promedio 76,99 especies.

De la gráfica y valores anteriores basados en los modelos no paramétricos, se promedia una riqueza esperada de 69,46 especies de lepidópteros ninfálidos potencialmente presentes en la Caldera de Lubá. Con estos datos potenciales, las especies registradas en nuestros muestreos (46) elevan la tasa de capturas aproximadamente a un significativo 66% del total esperado.

Discusión

Siete especies de Nymphalidae mostradas en el presente trabajo, *Cymothoe althea*, *Cymothoe consanguis*, *Cymothoe capella*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo* y *Bicyclus neustetteri* representan las primeras citas para Bioko (Fotos 1-16). De estas siete especies solo *Lachnoptera*, *Amauris* y *C. capella* aparecen citadas en la región continental (KHEIL, 1909), pero para el resto también suponen las primeras citas para Guinea Ecuatorial.

La UICN incluye, en la Lista Roja, a tres especies de las citadas en el presente trabajo, todas ellas bajo el epígrafe de Preocupación menor (LC) (LARSEN, 2011). *Amauris echeria fernandina* mantiene poblaciones estables en todo su área de distribución, si bien algunas subespecies pueden estar localmente amenazadas. *Cymothoe caenis* y *Cymothoe consanguis* son especies perfectamente adaptadas al bosque monzónico y, en conjunto, no están amenazadas aun cuando sus efectivos poblacionales suelen ser escasos (LARSEN, 2011).

De los resultados obtenidos tras la aplicación de los diferentes índices de diversidad, podemos inferir importantes conclusiones. Valores superiores a 5 en la

aplicación del índice de riqueza de Margalef reflejan alta diversidad de especies (MAGURRAN, 1998) resultando en nuestro caso un valor aproximado de 8,8. Este indicador puede, por sí mismo, orientarnos acerca de la riqueza específica de los ninfálidos de la Caldera de Lubá, al tiempo que nos revela una comunidad muy diversa. El cálculo de la lambda (λ) de Simpson arroja un valor muy bajo (0.041) y, como ya vimos, al tratarse de un indicador de dominancia la diversidad se halla precisamente por el valor inverso de λ , resultando por tanto una comunidad de gran diversidad ($D=24,19$) (NUÑEZ, 1991). En relación al índice de equidad de Shannon-Weaver (H') MARGALEF (1972) demostró que los valores de este índice oscilan entre 1.5 y 3.5 y, en muy raras ocasiones, rebasan la cifra de 4.5. De esto podemos inferir que nuestros datos, con valores de H' aproximadamente 3.5, denotan una estructura equitativa y una comunidad de muy alta diversidad. No obstante, en la Tabla 1 se puede observar cierta desproporción en el número de capturas, con una mayor abundancia de unas pocas especies frente a otras. Este aparente desequilibrio es fácilmente explicable por la mayor capturabilidad de algunas especies (TURLIN, 2007).

Como acabamos de señalar, la zona de muestreo se enclava en un único tipo de hábitat lo cual, por sí mismo, puede justificar un número de especies relativamente bajo en relación al número de especies total de Nymphalidae de Bioko (SPEARMAN *et al.* 2000; MARTÍN *et al.* en prep). No obstante, en el caso del presente trabajo la proporción hallada entre las especies inventariadas y las potenciales quedó establecida en un significativo 69%. Estos datos son parejos y coherentes con los índices de diversidad basados en la riqueza que acabamos de exponer (MAGURRAN, 1998; LONGINO *et al.* 2002).

En la actualidad no hay un método objetivo que se use como criterio para predecir cuándo un inventario ha alcanzado un número casi completo de especies (>95%) y, salvando aquellos muestreos en los que se logre el número de especies aportado por la asíntota de la curva (prácticamente inalcanzable en inventarios de invertebrados), solo se han establecido límites arbitrarios generalmente basados en proporciones entre los registros reales y los estimados por las curvas (JIMÉNEZ-VALVERDE & HORTAL, 2003; BECK & SCHWANGHART, 2010), o bien asumir como valor la pendiente de la curva en cada momento, es decir, la tasa de entrada de nuevas especies. En todo caso, para valores alrededor del 70% de las especies potencialmente presentes, las curvas de estimas en modelos no paramétricos se hacen estables y, por tanto, podemos considerar nuestro muestreo como representativo (MORENO & HALFFTER, 2001; JIMÉNEZ-VALVERDE *et al.* 2006; WILLIAMS, 2008).

Actualmente se estima que la familia Nymphalidae cuenta con alrededor de 140 especies en Bioko (MARTÍN *et al.* en prep.) recogiendo, obviamente, todos los ambientes presentes en la isla, incluidos los urbanos, agrícolas, bosques degradados, etc. Nuestros registros, obtenidos exclusivamente en hábitat de pluvisilva monzónica representan alrededor del 33% de las especies de citadas para el conjunto de Bioko, aun cuando la superficie muestreada ha significado escasamente un 1,3% de la superficie de la Isla. El sur de Bioko permanece prácticamente inexplorado (MARTÍN & COBOS, 2010; NAVARRO *et al.* 2012), por lo que nuevos trabajos de muestreo podrán, sin duda, aportar nuevas especies. Obviamente si aumenta la muestra -otros trabajos de recolección- los índices variarán su valor pues todos ellos tienden a aumentar con el tamaño de la muestra (MORENO, 2001; GONZÁLEZ-OREJA *et al.* 2010; MORENO *et al.* 2011).

Agradecimientos

Quiero mostrar mi especial agradecimiento a Pablo Cobos y Pedro Paniagua por su ayuda en la recolección y preparación de los ejemplares. Asimismo mi gratitud a Ignacio Arizmendi por su activa colaboración en la elaboración de las curvas de acumulación, lo que sin duda ha supuesto un notable aporte a este trabajo. Ambas Expediciones de la Universidad Politécnica de Madrid realizadas en 2005 y 2007 a la Caldera de Lubá, se realizaron con el patrocinio del Programa Nacional de I+D+I (CGL2005-23762-E y CGL2006-27110-E/BOS).

Bibliografía

ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I., 1995.- *Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region* : 803 pp. British Museum (Natural History). London.

ACKERY, P. R., DE JONG, R. & VANE-WRIGHT, R. I. 1999.- The butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. In: KRISTENSEN, N.P. (ed.) *Handbook of Zoology* 4 (35): 263-300. De Gruyter, Berlin.

BAEV, P. V. & PENEV, L. D. 1995.- *BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis*. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

BECK, J. & SCHWANGHART, W. 2010.- Comparing measures of species diversity from incomplete inventories: an update. *Methods in Ecology & Evolution* 1: 38-44.

BONEBRAKE T., PONISIO, C., BOGGS, C. L. & EHRlich, P. R. 2010.- More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143 (2010) 1831–1841

BROWER, A.V.Z. (2000): Phylogenetic relationships among the Nymphalidae (Lepidoptera), inferred from partial sequences of the wingless gene. *Proceedings of the Royal Society of London (B)* 267: 1201-1211.

BURGESS, N. HALES J.D. RICKETTS, T. H. & DINERSTEIS, E. 2006.- Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* 127: 383-401.

BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H. 1994. Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea. *Biodiversity and Conservation* 3: 893-909

CHAO, A. 1984.- Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265–270.

CHAO, A. 2005.- Species richness estimation. In: *Encyclopedia of Statistical Sciences: 7909–7916* (BALAKRISHNAN, N., READ, C.B. & VIDAKOVIC, B. Eds). Wiley, New York.

COLWELL, R. K., 2006.- *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>. (Accedido 3-10-2014)

COLWELL, R. K., MAO, C. X. & CHANG, J. 2004.- Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717–2727.

- ESPINOSA, T. 2003.- ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos de ciencia y cultura* 52: 53-56.
- FREITAS, A. V. L. & BROWN, K. S. 2004.- Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). *Systematic Biology* 53: 363-383
- FUSTER J. M. 1956.- Un accidente volcánico excepcional: la Caldera de San Carlos (Fernando Poo). *Archivos IDEA* 40: 65-74.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001.- Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
- GONZÁLEZ-OREJA, J. A., DE LA FUENTE, A. A., HERNÁNDEZ, L., BUZO, D. & BONACHE, C., 2010.- Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 31-45.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A. & HORTAL, J. 2003.- Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, vol 8: 151-161.
- HALFFTER, G. & EZCURRA, E., 1991.- ¿Qué es la Biodiversidad?. En: *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*, pp.3-24. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*. Volumen especial de 1992. G. Halffter compilador. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Mexico D. F. 389 pp
- HARVEY, D. J. 1991.- Higher classification of the Nymphalidae. In: NIJHOUT, H.F. The Development and Evolution of Butterfly Wing Patterns. Smithsonian Institution Press, Washington D.C. Pp. 255-273
- HAYWOOD, V.H. 1994.- The measurement of biodiversity and the politics of implementation. In: FOREY, P.L., HUMPHRIES C.J. & VANE-WRIGHT R.I. (Eds): *Systematic and Conservation Evaluation*, 15-22. Oxford. 438 Pp.
- HENNING, S. 1988.- *The Charaxinae butterflies of Africa*. Ed. Frandsen. Horsens. Dinamarca. 457 Pp.
- JIMÉNEZ-VLAVERDE, A. & HORTAL, J. 2003.- Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. Vol. 8: 151-161
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., JIMÉNEZ MENDOZA, S., MARTÍN CANO, J. & MUNGUIRA, M. L., 2006.- Comparing relative model fit of several species-accumulation functions to local Papilionoidea and Hesperioidea butterfly inventories of Mediterranean habitats. *Biodiversity and Conservation*, 15: 177-190.
- JOST, L. 2010.- The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2: 207-232.
- KHEIL, N. M., 1909.- Catálogo sistemático de la fauna de las posesiones españolas del Golfo de Guinea (Lepidópteros). *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural* I, Memoria 1(28): 483-506.
- LARSEN, T. B., 2005.- *Butterflies of West Africa*. Apollo Books. Svendborg. 595 Pp.

- LARSEN, T.B. 2011.- The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <http://www.iucnredlist.org> (Downloaded on 16 September 2014).
- LONGINO, J. T., CODDINGTON, J. & COLWELL, R. K. 2002.- The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83: 689–702.
- MADDISON, D. R. & SCHULZ, K.S. 2007.- The Tree of Life Web Project. Disponible en <http://tolweb.org/>. Accedido 25-04-2014.
- MARGALEF, R. 1958.- Information theory in ecology. *General Systematics*, 3: 36-71.
- MARGALEF, R. 1972.- Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44: 211-235.
- MAGURRAN, A. E. 1998.- *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 Pp.
- MAGURRAN, A. E. 2007.- Species abundance distributions over time. *Ecology Letters*, 10: 347–354.
- MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010.- Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.
- MARTÍN, I., ARREDONDO, A. & VÉLEZ, Y. 2014.- *Anfibios y reptiles del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 171 pp.
- MARTÍNEZ, T. 1968.- *Fernando Poo: geografía, historia, paisaje*. La Guinea Española Ediciones. Instituto Claretiano Africanista Santa Isabel. 119 pp.
- MORENO, C.E. 2001.- *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 1. Zaragoza, 84 Pp
- MORENO, C.E. & HALFTER, G. 2001.- On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38: 487-490
- MORENO, C.E., BARRAGÁN, F., PINEDA, E. & PAVÓN, N. 2011.- Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.
- NAVARRO, R.M., CLEMENTE, M., KASIMIS, N., PADRÓN, E., HERNÁNDEZ, E., MARTÍN, E. & GARCÍA, A. 2012.- Cartografía de la vegetación de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial) mediante el uso de imágenes LandSat 7 ETM+: particularización del piso afro-montano. *Darwiniana* 50(2): 252-265.
- NUÑEZ, E. 1991.- Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica* Vol. 1(1): 87-93.
- NYLIN, S. SLOVE, J. & JANZ, N. 2014.- Host plant utilization, host range oscillations and diversification in nymphalid butterflies: a phylogenetic investigation Evolution. *International Journal of Organic Evolution* 68(1): 105–124.
- OBAMA, C. 2006.- *De la expansión a la recesión: la inoperancia legal en la gestión de los recursos forestales de Guinea Ecuatorial*. En: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. WRN. Pp 166-181.

- PALMER, M. W. 1990.- The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, **71**: 1195-1198.
- TURLIN, B. 1999.- Observations sur les especes insulaires africaines de la sous-famille des Charaxinae (Lepidoptera: Nymphalidae). *Lambillionea*, 49: 171-182.
- TURLIN, B. 2007.- Butterflies of the World, Part 28: Nymphalidae, No. 14: The Afrotropical Species of Charaxes, Part 3. Ed: Antiquariat Geock & Evers. 40 Pp.
- RICKETTS, T.H.; DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 2002.- Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation* 103: 361-370.
- RICOTTA, C. 2005.- Through the jungle of biological diversity. *Acta Biotheoretica* 53: 29-38.
- SÁFIÁN S. Z., COLLINS, S. C., KORMOS, B. & SIKLÓSI, A., 2009.- African Butterfly Database version 1.0. Disponible en <http://www.abdb-africa.org>. (Accedido el 7 de octubre de 2014).
- SAMWAYS, M. J. 1994.- *Insect Conservation Biology*. Chapman & Hall. London. 358 Pp.
- SOBERÓN, J & LLORENTE, J. 1993.- The use os species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488.
- SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D. 2000. An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Transactions of the American Entomological Society* **126** (3-4): 447-475.
- VANE-WRIGHT R, HUMPHRIES, C. & WILLIAMS, P. 1991.- What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation* 55: 235-254.
- VANE-WRIGHT, R. I. (2003): Evidence and identity in butterfly systematics. In: BOGGS, C. L. WATT, W. B. & EHRLICH, P .R. (eds) *Butterflies: Ecology and Evolution Taking Flight*. University of Chicago Press, Chicago. Pp. 477-513
- WAHLBERG, N., WEINGARTNER, E. & NYLIN, S. 2003.- Towards a better understanding of the higher systematics of Nymphalidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Mol. Phylogenet. Evol.* 28, 473-484.
- WAHLBERG, N., BRABY, M. F. BROWER, A. V. Z. DE JONG, R. LEE, M.M. NYLIN, S. PIERCE, N. ESPERLING, F. VILA, R., WARREN, A. D. & ZAKHAROV. E. 2005.- Synergistic effects of combining morphological and molecular data in resolving the phylogeny of butterflies and skippers. *Proceedings of the Royal Society Series B* 272:1577-1586.
- WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A.V.L. & BROWER, A.V.Z. 2009.- Nymphalid butterflies diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proceedings of the Royal Society Series B Biological Sciences*, 276: 4295-4302.
- WHITTAKER, R.H. 1972.- Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.

WILLIAMS, M. C., 2008.- Checklist of Afrotropical Papilionoidea and Hesperoidea; Compiled by Mark C. Williams, 7th ed. Disponible en: <http://www.atbutterflies.com/index.htm> (accedido 18-agosto-2014).

WILLIAMS, M. R. 2008.- Assessing diversity of diurnal Lepidoptera in habitat fragments: testing the efficiency of strip transects. *Environmental Entomology*, 37: 1313–1322.

ZAMORA, C.; PARRA, E. & JAQUE, E. 2011.- Patrones de distribución de los geométridos de la Región del Biobío, Chile: Una aproximación para su conservación. *Revista Chilena de Historia Natural* vol.84 (4): 465-480

ZHANG, M., CAO, T., JIN, K., REN, Z., GUO, Y., SHI, J., ZHONG, Y., & MA, E. 2008.- Estimate divergence times among subfamilies in Nymphalidae. *Chinese Science Bulletin*, vol. 53 (17): 2652-2658.

Ignacio Martín
Unidad de Zoología
Dpto de Sistemas y Recursos Naturales
E.T.S.I. Montes, Forestal y del Medio Natural
Universidad Politécnica de Madrid
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: ignacio.martin@upm.es

(Recibido para publicación / Received for publication 2-X-2014)
(Revisado y aceptado / Revised and accepted 24-XI-2014)
(Publicado / Published)

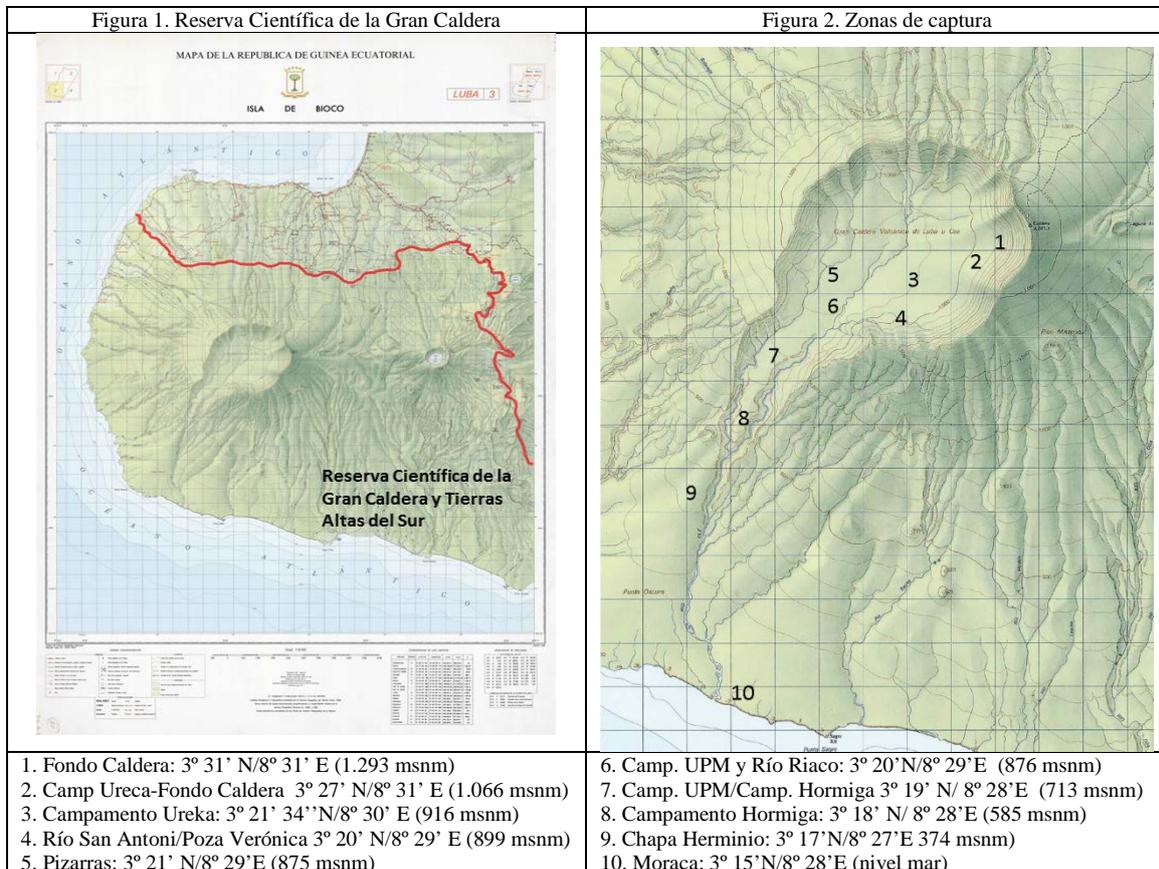


TABLA 1. Lepidópteros Nymphalidae de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial)

FAMILIA/SUBFAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NRB	NEC	Red List
Family Nymphalidae Swainson, 1827				
Subf. Nymphalinae Rafinesque, 1815	<i>Hypolimnas anthedon</i> (Doubleday, 1845)		3	
	<i>Hypolimnas misippus</i> (Linnaeus, 1764)		1	
	<i>Hypolimnas salmacis insularis</i> Schultze, 1920		4	
	<i>Protogoniomorpha parhassus</i> (Drury, 1782)		1	
	<i>Precis milonia</i> Felder & Felder, 1867		3	
	<i>Precis sinuata</i> Plötz, 1880		3	
	<i>Kallimoides rumia</i> (Doubleday, 1849)		3	
	<i>Antanartia delius guineensis</i> Howarth, 1966		3	
	<i>Antanartia dimorphica mortoni</i> Howarth, 1966		1	
Subf. Charaxinae Guenée, 1865	<i>Charaxes fulvescens marialuisae</i> Canu, 1989		1	
Subf. Limenitinae Behr, 1864	<i>Cymothoe athea</i> (Cramer, 1776)		1	
	<i>Cymothoe beckeri</i> (Herrich-Schaeffer, 1858)		2	
	<i>Cymothoe capella</i> (Ward, 1871)		3	
	<i>Cymothoe consanguis</i> Aurivillius, 1896		2	LC
	<i>Cymothoe oemilius fernandina</i> Hall, 1929		5	
	<i>Cymothoe owassae</i> Schultze, 1916		2	
	<i>Cymothoe caenis</i> (Drury, 1773)		1	LC
	<i>Catuna critea canui</i> (Drury, 1773)		10	
	<i>Euphaedra canui</i> Hecq, 1987		1	
	<i>Pseudacraea eurytus</i> (Linnaeus, 1758)		3	
	<i>Pseudacraea lucretia</i> (Cramer, [1775])		5	
	<i>Pseudacraea semire</i> (Cramer, 1779)		5	
	<i>Euriphene incerta biokensis</i> Hecq, 1994		7	
	<i>Euriphene canui</i> Hecq, 1987		2	
Subf. Cyrestinae Guenée, 1865	<i>Cyrestis camillus camillus</i> (Fabricius, 1781)		1	
Subf. Biblidinae Boisduval, 1833	<i>Eurytela hiarbas</i> (Drury, 1782)		3	
	<i>Mesoxantha ethosea ethoseoides</i> Rebel, 1914		1	
Subf. Heliconiinae Swainson, 1822	<i>Lachnoptera anticlia</i> (Hübner, 1819)		1	
	<i>Acraea lycoa</i> Godart, 1819		5	
	<i>Acraea umbra macarioides</i> (Aurivillius, 1893)		1	
	<i>Acraea peneleos peneleos</i> Ward, 1871		1	
	<i>Acraea circeis</i> (Drury, 1782)		1	
	<i>Acraea abdera abdera</i> Hewitson, 1852		1	
	<i>Acraea pharsalus pharsalus</i> Ward, 1871		1	
	<i>Acraea epaea insulana</i> Ackery, 1995		8	

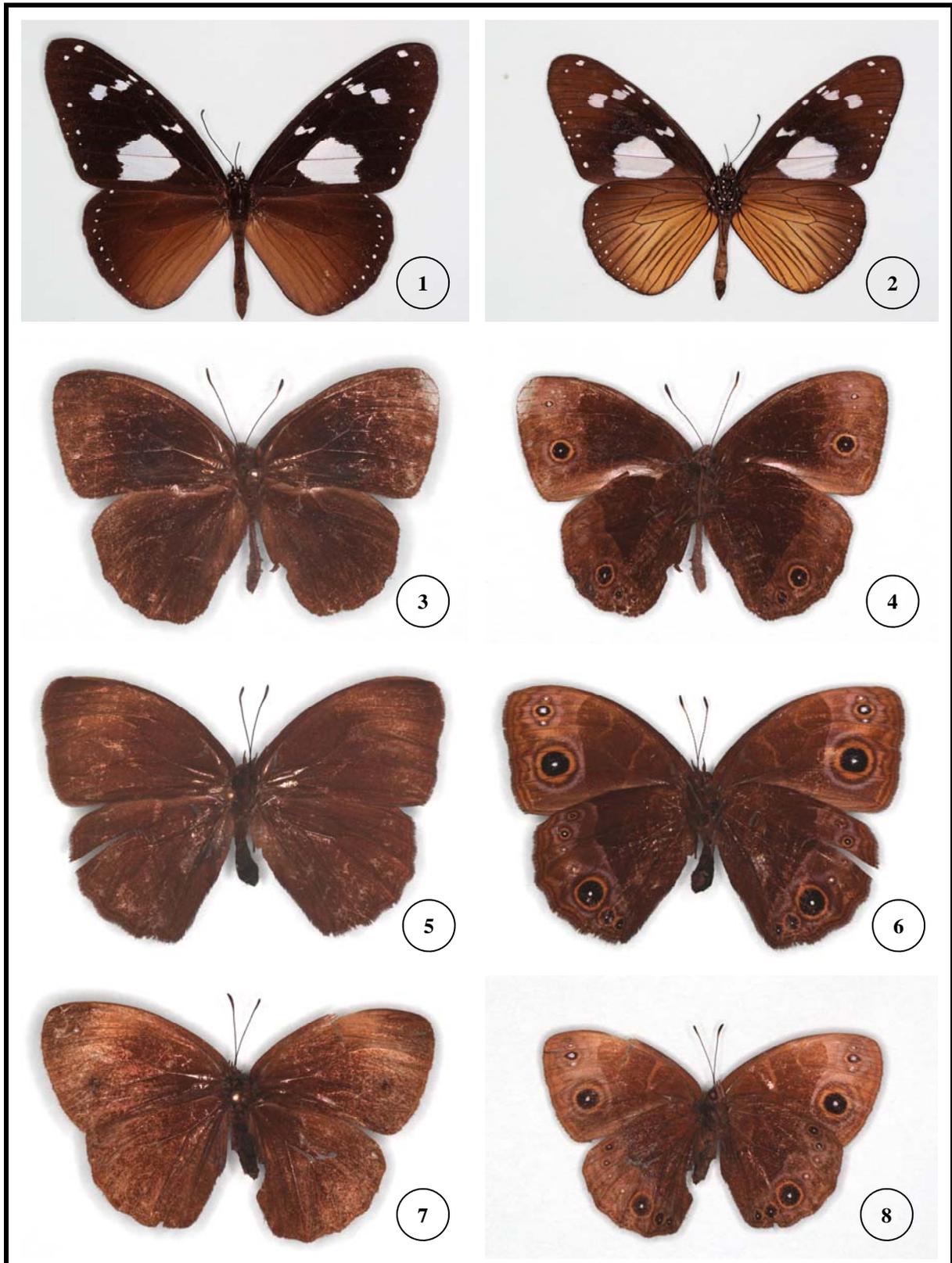
Lepidópteros Ninfálidos de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).
(Papilionoidea: Nymphalidae)

	<i>Acraea excisa</i> (Butler, 1874)		1
Subf. Danainae Boisduval, 1833	<i>Amauris echeria fernandina</i> Schultze, 1914		2 LC
	<i>Amauris inferna moka</i> Talbot, 1940		14
	<i>Amauris niavius niavius</i> (Linnaeus, 1758)		4
	<i>Amauris vashti</i> (Butler, 1869)	NRB	1
Subf. Satyrinae Boisduval, 1833	<i>Bicyclus golo</i> (Aurivillius, 1893)	NRB	7
	<i>Bicyclus dorothea concolor</i> Condamin & Fox, 1964		14
	<i>Bicyclus neustetteri</i> (Rebel, 1914)	NRB	3
	<i>Bicyclus ignobilis eurini</i> Condamin & Fox, 1963		4
	<i>Bicyclus hewitsoni</i> (Doumet, 1861)		3
	<i>Bicyclus sciathis</i> (Hewitson, 1866)		1

NRB (Nuevo Registro para Bioko). NEC (Número ejemplares colectados). Red List UICN: LC, Preocupación Menor

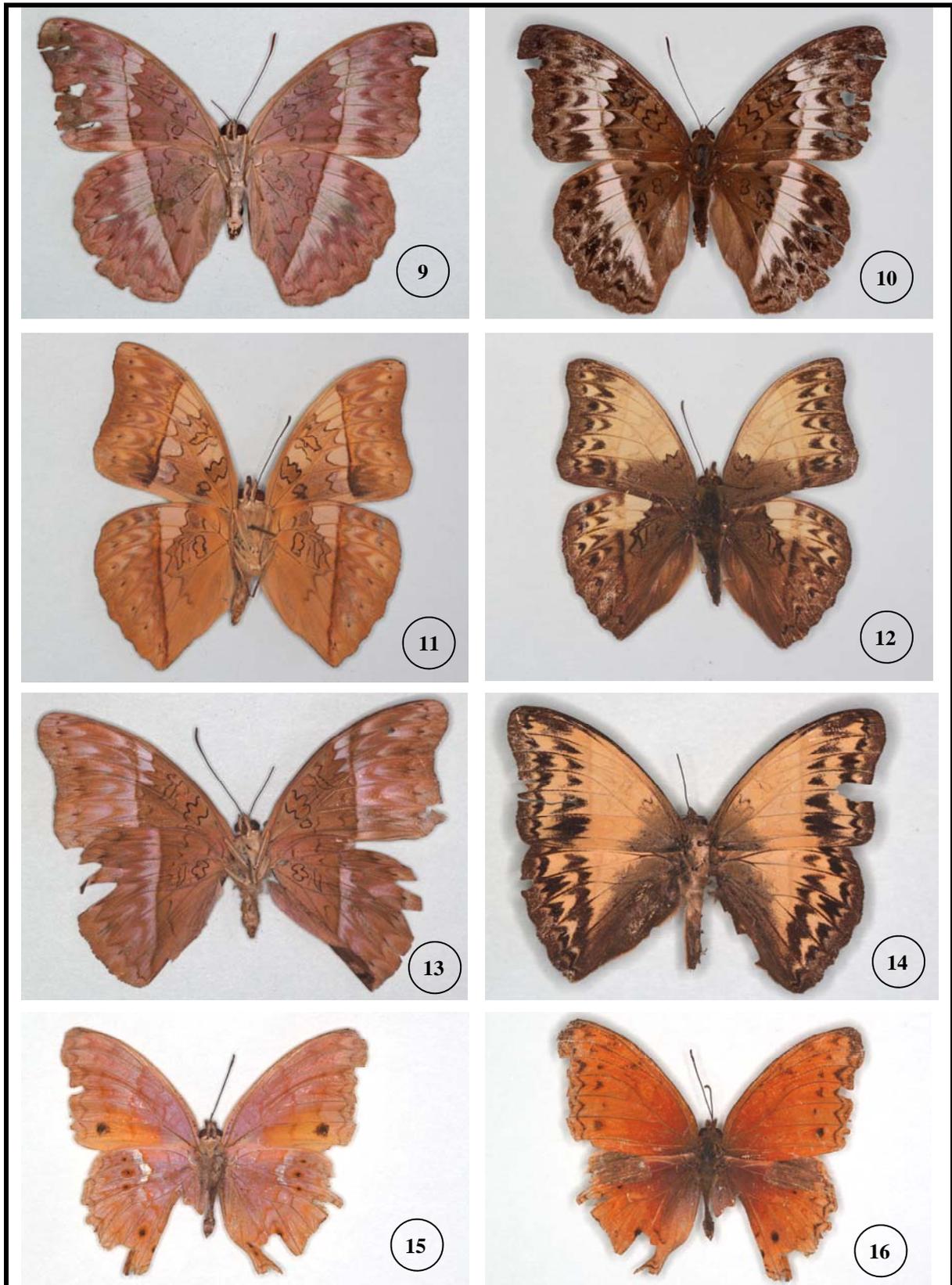
TABLA 2. Resumen de los resultados obtenidos mediante la aplicación de modelos de funciones de acumulación de especies

Samples	Individuals	S(est)	Chao 2 Mean	Jacknife 1 Mean	Jacknife 2 Mean	MMMeans
1	14,9	8,6	8,77	8,77	0	0
2	29,8	15,67	39,24	22,44	22,44	87,87
3	44,7	21,53	46,08	33,39	38,5	86,68
4	59,6	26,44	50,52	42,07	49,75	85,78
5	74,5	30,62	54,5	48,51	57,46	85,14
6	89,4	34,22	56,68	52,83	62,72	84,71
7	104,3	37,38	58,15	56,82	66,92	84,45
8	119,2	40,18	59,97	60,11	70,36	84,34
9	134,1	42,7	62,67	63,11	73,8	84,35
10	150	46	65,7	65,7	76,99	84,47



Nuevas citas para Bioko

Figs. 1-8.- 1. *Amauris vasthi* (Butler, 1869) reverso. 2. *Amauris vasthi* (Butler, 1869) verso. 3. *Bicyclus golo* (Aurivillius, 1893) macho reverso. 4. *Bicyclus golo* (Aurivillius, 1893) macho verso. 5. *Bicyclus neustetteri* (Rebel, 1914) macho reverso. 6. *Bicyclus neustetteri* (Rebel, 1914) macho verso. 7. *Bicyclus neustetteri* (Rebel, 1914) hembra reverso. 8. *Bicyclus neustetteri* (Rebel, 1914) hembra verso.



Nuevas citas para Bioko.

Figs. 9-16– 9. *Cymothoe althea* (Cramer, 1776) hembra verso; 10. *Cymothoe althea* (Cramer, 1776) hembra reverso. 11. *Cymothoe capella* (Ward, 1871) macho verso; 12. *Cymothoe capella* (Ward, 1871) macho reverso. 13. *Cymothoe consanguis* Aurivillius, 1896 macho verso; 14. *Cymothoe consanguis* Aurivillius, 1896 hembra reverso. 15. *Lachnoptera anticlia* (Hübner, 1819) macho verso; 16. *Lachnoptera anticlia* Hübner, 1819) macho reverso.

CAPÍTULO 4.3



Abisara rutherfordii Hewitson, 1874. Fondo Caldera, marzo 2007.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. & COBOS, P. 2014. *Abisara rutherfordii* Hewitson, 1874 en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial): 100 años después. (Lepidoptera: Riodinidae). SHILAP *Revista de Lepidopterología* 42(167): 423-428.

Abisara rutherfordii Hewitson, 1874 en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial): 100 años después (Lepidoptera: Riodinidae)

I. Martín & P. Cobos

Resumen

En el presente trabajo se confirma la presencia de *Abisara rutherfordii* Hewitson, 1874 en la isla de Bioko, registrada 100 años después de la única cita existente. La especie se capturó en la Caldera de Lubá, suponiendo el segundo registro de Riodinidae en el sur de la isla de Bioko. La zona de estudio no ha sido prospectada antes, por lo que todas las especies allí encontradas representan las primeras citas para el interior de la Reserva Científica de la Gran Caldera de Lubá. El trabajo de campo se realizó en marzo de 2007, con un total de 16 días de trabajo. Todos los datos, tal como hemos mencionado, se han obtenido en bosque monzónico primario, no modificado y en condiciones prístinas.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, Riodinidae, *Abisara rutherfordii*, Caldera de Lubá, Isla de Bioko, Guinea Ecuatorial.

Abisara rutherfordii Hewitson, 1874 in Bioko Island (Equatorial Guinea): 100 years later (Lepidoptera: Riodinidae)

Abstract

In the present work is confirmed the presence of *Abisara rutherfordii* Hewitson, 1874 in the Bioko Island, recorded 100 years after the only existing appointment to date. The specie shown are those found in the Caldera de Lubá being the second records of Riodinidae in the south area of Bioko Island. The prospected area has not been studied before; therefore all the species found represent the first records of the inside of the Scientific Reserve of Gran Caldera de Lubá. The field work was done in March 2007, in a total number of 16 working days. All the records, as already mentioned, were taken in the primary monsoon forest habitat, undisturbed and under pristine conditions.

KEY WORDS: Lepidoptera, Riodinidae, *Abisara rutherfordii*, Caldera de Lubá, Bioko Island, Equatorial Guinea.

Introducción

En los últimos años la familia Riodinidae está siendo profusamente estudiada (BRIDGES, 1994; CAMPBELL & PIERCE, 2000; LAMAS, 2001; HALL & HARVEY, 2002; HALL & CALLAGHAN, 2003; CALLAGHAN, 2009; RODRÍGUEZ *et al.*, 2010). CAMPBELL *et al.* (2000) acreditan la relación monofilética del grupo, basándose en estudios moleculares, añadiendo así un nuevo e importante conocimiento de su filogenia. Más recientemente, el género *Abisara* Felder & Felder, 1860 ha sido revisado (CALLAGHAN, 2003), estableciéndose un total de 10 especies africanas y reduciendo de este modo los taxones presentados por ACKERY *et al.* (1995) que elevaban la cifra hasta las 13 especies. Asimismo, las subespecies de *A. rutherfordii* Hewitson, 1874 se limitan a dos: *A. rutherfordii* (incluyendo la forma *herwigii* Dewitz, 1886) presente en Camerún, Gabón y determinadas localidades de Ni-

geria (CALLAGHAN, 2003; WILLIAMS, 2008) y *A. r. cyclops* Riley, 1932, localizada en el este del Congo y desde Uganda a Tanzania (CALLAGHAN, 2003; LARSEN, 2005). *Abisara rutherfordii* se cita por primera y única vez en Bioko en la localidad de Bococo (SCHULZE & AURIVILLIUS, 1923), situada al suroeste de la isla. Desde esa fecha hasta la actualidad no existen registros publicados de su presencia en la isla (SPEARMAN *et al.*, 2000), aún cuando han sido muy intensos los trabajos sobre la diversidad de Lepidoptera de Guinea Ecuatorial, incluyendo Bioko (BACELAR, 1948; VIEJO, 1990; VIEJO & IBERO, 1990; DE OLANO & MARCOS, 1993; HERBULOT, 1998; SPEARMAN *et al.*, 2000), revisándose asimismo colecciones y archivos custodiados en diversos Museos y centros de investigación (VIEJO, 1984; SÁFIÁN *et al.*, 2009). En el presente trabajo se confirma la presencia de *Abisara rutherfordii* en Bioko, siendo los primeros resultados de capturas después de 100 años sin citas en la isla. Asimismo, representan los primeros registros de la especie en el bosque monzónico primario de Bioko, añadiendo una nueva familia a los Papilionoidea de la Caldera de Lubá (Martín & Cobos en preparación). Debemos mencionar que los primeros datos sobre la fauna invertebrada de la Reserva Científica de la Gran Caldera de Lubá, han sido obtenidos en las Expediciones científicas desarrolladas en los años 2005 y 2007 por la Universidad Politécnica de Madrid (PRIETO & MARTÍN, 2008; MARTÍN & COBOS, 2010a, 2010b; MARTÍN *et al.*, 2011). Ambas expediciones se corresponden con proyectos de concurrencia competitiva del Plan Nacional de I+D+I, CGL2005-23762-E y CGL2006-27110-E/BOS.

Materiales y métodos

La isla de Bioko (República de Guinea Ecuatorial) forma parte de un archipiélago de cuatro islas, todas ellas de origen volcánico, alineadas en dirección noreste-suroeste e insertas en el Golfo de Biafra. En la región destaca un cinturón casi continuo de selva húmeda (pluvilsilva), que recorre la franja atlántica africana desde Sierra Leona hasta Gabón, extendiéndose hacia el interior del continente, en lo que se conoce como Región Guineo-Congoleza. Dentro de ella se distingue la dorsal de montaña de Camerún, perteneciente al Centro de Endemismo Afromontano, al que Bioko debe adscribirse por su altitud y semejanzas florísticas (BÁGUENA, 1958; JONES, 1994; AKA *et al.*, 2001; BURGESS *et al.*, 2006), puesto que la isla comparte con las montañas camerunenses, al menos, 130 especies vegetales exclusivas de esas regiones. El sur de Bioko se presenta como un entorno completamente inalterado y, por ello, alberga la mayor diversidad de plantas y animales de la Isla (BUTYNSKI & KOSTER, 1994).

En Ureka (sur de Bioko) las precipitaciones anuales medias son de 10.150 mm, registrándose el valor máximo absoluto de 14.451 mm en 1983 (JUSTE & FA, 1994). En esta región sur se encuentran el Pico Biao (2.009 m) y la Caldera de Lubá (2.261 m) (Fig. 1). En este último volcán se abre un espectacular cráter de 5 km de diámetro, con desniveles de más de 1.400 m originados por el hundimiento de la antigua cumbre (FUSTER, 1956; MARTÍNEZ, 1968). Este cráter de laderas verticales repletas de selva, está drenado por el río Olé o Tudela por lo que se forma tan sólo un pequeño lago en su interior. La Caldera de Lubá representa la única muestra de bosque monzónico de Guinea Ecuatorial y es, junto al Monte Camerún, el lugar más lluvioso de África (CAPEL, 1985; TCHOUTO, 2004).

El trabajo de campo se realizó en marzo de 2007, contabilizándose un total de 16 jornadas. Todas las capturas se obtuvieron, como ya se señaló, en hábitat de bosque monzónico primario, no perturbado.

Resultados

Se colectaron un total de cinco ejemplares, todos ellos capturados durante los períodos diarios de vuelo de la especie, principalmente durante las dos primeras horas de luz después de amanecer. La cota altitudinal en la que fueron detectados los ejemplares osciló entre los 1.089 y 1.744 m (Fig. 3), todas ellas coincidentes con arbolado denso y espeso sotobosque, independientemente de la pendiente del terreno. Sólo se realizaron capturas sobre individuos macho (Fig. 2.), no detectándose hembras en nuestros muestreos.

Discusión

VIEJO (1984) y DE OLANO & MARCOS (1993), revisan las mariposas diurnas de Guinea Ecuatorial, tanto la región continental (Río Muni) como las principales islas (Bioko, Pagalu, Elobey, Ngande), no encontrando cita alguna de *Abisara rutherfordii*. Tampoco en fechas anteriores a 1920 la especie fue citada en la isla Bioko (DOUBLEDAY, 1847; BOLÍVAR, 1886; AURIVILLIUS, 1898, 1909; KHEIL, 1905, 1909, 1910; STRAND, 1913a, 1913b, 1914; SCHULTZE, 1915, 1916, 1917), lo que hace suponer que su presencia es muy escasa. En este sentido debemos señalar que, del total de 546 lepidópteros diurnos capturados durante nuestros trabajos de campo, sólo escasamente el 1% corresponde a *A. rutherfordii* (MARTÍN & COBOS, 2010b), lo que puede ayudar a comprender la escasa presencia de la especie en el área de estudio. Otro factor relevante que, unido a la complejidad del terreno, puede contribuir a justificar la ausencia de datos a lo largo de Bioko es, tal como indica CALLAGHAN (2003), la dificultad en la captura de las especies del género *Abisara* debido a su comportamiento huidizo.

La Caldera de Lubá es un terreno extraordinariamente complejo, encerrado por paredes verticales repletas de selva y constituido por profundos y angostos barrancos (MARTÍNEZ, 1968), motivo por el cual nunca ha sido prospectada con anterioridad, lo que justifica la ausencia absoluta de datos sobre la fauna invertebrada de su interior (PRIETO & MARTÍN, 2008; MARTÍN & COBOS, 2010a). No obstante, como ya se ha señalado, tampoco hay citas de *A. rutherfordii* en otros lugares de Bioko, aun cuando la especie podría presentar una distribución extensa a lo largo de diversos hábitat de la isla dada su variada dieta en plantas nutricias (LARSEN, 2005; VANDE WEGHE, 2010), habiendo sido ampliamente registrada en Camerún y Gabón (CALLAGHAN, 2003; STORK *et al.*, 2003; WILLIAMS, 2008; VANDE WEGHE, 2010), países geográficamente muy próximos, así como a lo largo de numerosos enclaves del continente africano (SAFIÁN *et al.*, 2009).

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Pedro Paniagua por su ayuda en la captura de ejemplares y a Óscar Rodríguez de Rivera e Isabel Angulo por su colaboración en la preparación de las colecciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I., 1995.– *Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region*: xi + 803 pp. CSIRO, East Melbourne.
- AKA, F., KUSAKABE, M., NAGA, K. & TANYILEKE, G., 2001.– Noble gas isotopic composition and water/gas chemistry of soda springs from the islands of Bioko, São Tomé and Annobon, along with Cameroon Volcanic Line, West Africa.– *Applied Geochemistry*, **16**: 323-338.
- AURIVILLIUS, C., 1898.– *Rhopalocera Aethiopica. Die Tagfalter des Aethiopischen Faunengebietes. Eine systematisch-geographische Studie*: 561 pp. Stockholm.
- AURIVILLIUS, C., 1909.– Schmetterlinge Gesammelt in Westafrika von Leonardo Fea in den Jahren 1897-1902.– *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, **44**: 494-530.
- BACELAR, A., 1948.– Lepidopteros de África, principalmente das Colónias Portuguesas.– *Archivos do Museu do Boga*, **19**: 165-207.
- BÁGUENA, L., 1958.– La Guinea antes del hombre (un esbozo de su historia geológica y edafológica).– *África*, **16**: 263-266.
- BOLÍVAR, I., 1886.– Articulados: Enumeración y estudio de las colecciones recogidas en su viaje por el Dr. Osorio.– *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, **15**: 341-348.
- BRIDGES, CH., 1994.– *Catalogue of the family group, genus group and species group- names of the Riodinidae & Lycaenidae of the world*: 73. Urbana, Illinois.
- BURGESS, N., HALES, J. D., RICKETTS, T. H. & DINERSTEIS, E., 2006.– Factoring species, non species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands.– *Biological Conservation*, **127**: 383-401.

- BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H., 1994.– Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea.– *Biodiversity and Conservation*, **3**: 893-909.
- CALLAGHAN, C. J., 2003.– A revision of the African species of the genus *Abisara* Felder & Felder (Lepidoptera: Riodinidae).– *Metamorphosis*, **14**(4):118-164.
- CALLAGHAN, C. J., 2009.– The riodinid butterflies of Vietnam (Lepidoptera).– *Journal of the Lepidopterists' Society*, **63**: 61-82.
- CAMPBELL, D. L. & PIERCE, N. E., 2000.– Relationships of the Riodinidae (Lepidoptera) and phylogenetic placement with respect to other butterfly families: implications for the evolution of ant association?.– *In* C. BOGGS, W. WATT & P. EHRlich (eds.). *Ecology and evolution taking flight: butterflies as model study systems*: 739 pp. University of Chicago, Chicago
- CAMPBELL, D. L., BROWER, A. V. Z. & PIERCE, N. E., 2000.– Molecular Evolution of the *Wingless* Gene and Its Implications for the Phylogenetic Placement of the Butterfly Family Riodinidae (Lepidoptera: Papilionoidea).– *Molecular Biology and Evolution*, **17**: 684-696.
- CAPEL, J. J., 1985.– El ritmo estacional de las precipitaciones en el continente africano: equinoccios y solsticios.– *Paralelo 37º* (8-9): 149-172.
- DE OLANO, I. & MARCOS, J. M., 1993.– Lepidópteros Papilionoidea de Guinea Ecuatorial y sus islas.– *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, **8**: 137-169.
- DOUBLEDAY, E., 1847.– On some undescribed species of Lepidoptera in the Society's Collection.– *Proceedings of the Zoological Society of London*, **15**: 55-61
- FUSTER, J. M., 1956.– Un accidente volcánico excepcional: la Caldera de San Carlos (Fernando Poo).– *Archivos IDEA*, **40**: 65-74.
- HALL, J. P. W. & HARVEY, D. J., 2002.– A survey of the androconial organs in the Riodinidae (Lepidoptera).– *Zoological Journal of the Linnean Society*, **136**: 171-197.
- HALL, J. P. W. & CALLAGHAN, C., 2003.– A Revision of the new butterfly genus *Pseudotinea* (Lep: Riod.).– *Journal of Natural History*, **137**: 821-837.
- HERBULOT, C., 1998.– Lépidoptères Géométrides récoltés par le Dr J.-G. Canu dans l'île de Bioko (ex Fernando Po).– *Lambillionea*, **98**(2): 287.
- JONES, P. J., 1994.– Biodiversity in the Gulf of Guinea: an overview.– *Biodiversity and Conservation*, **3**: 772-784.
- JUSTE, J. B. & FA, J. E., 1994.– Biodiversity conservation in the Gulf of Guinea islands: taking stock and preparing action.– *Biodiversity and Conservation*, **3**: 757-758.
- KHEIL, N. M., 1905.– Lepidópteros de la Guinea Española (primera parte).– *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, **1**(7): 161-182.
- KHEIL, N. M., 1909.– Lepidópteros de la Guinea Española (segunda parte).– *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, **1**(28): 483-506.
- KHEIL, N. M., 1910.– Catálogo sistemático de la fauna de las posesiones españolas del Golfo de Guinea (Lepidópteros).– *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, **1**: 545-549.
- LAMAS, G., 2001.– Los Riodinidae, Lycaenidae y Hesperidae americanos descritos por J. Röber (Lepidoptera).– *Revista Peruana de Entomología*, **42**: 41-48.
- LARSEN, T. B., 2005.– *Butterflies of West Africa*: 595 + 270 pp. Apollo Books, Svendborg.
- MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010a.– Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).– *In* E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga.
- MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010b.– Papilionidae, Pieridae and Danainae (Insecta: Lepidoptera) of the Caldera of Lubá, Bioko Island. (Equatorial Guinea).– *Proceeding: IXth European Congress of Entomology*: 234.
- MARTÍN, I., COBOS, P. & RODRÍGUEZ DE RIVERA, O., 2011.– Skipper butterflies (Lepidoptera: Hesperidae) of the Caldera de Lubá (Bioko Island, Equatorial Guinea).– *Proceeding European Congress of Lepidopterology*: 63.
- MARTÍNEZ, T., 1968.– *Fernando Poo: geografía, historia, paisaje*: 119 pp. La Guinea Española Ediciones. Instituto Claretiano Africanista Santa Isabel.
- PRIETO, C. & MARTÍN, R., 2008.– Los Phalangiidae (Arachnida: Opiliones) de la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).– *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología*: 30-31. Córdoba.
- RILEY, N. D., 1932.– Revisional notes on the genera *Abisara* and *Saribia* (Lep. Riodinidae), with descriptions of new species and subspecies.– *Novitates Zoologicae*, **37**:181-188.
- RODRÍGUEZ, G., CONSTANTINO, L. M., & SALAZAR, J. A., 2010.– Estudio sobre las especies colombianas de

- Anteros Hübner, [1819] (Lepidoptera: Riodinidae).– *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, **14**(1): 221-251
- SÁFIÁN S. Z., COLLINS, S. C., KORMOS, B. & SIKLÓSI, A., 2009.– African Butterfly Database version 1.0. Disponible en <http://www.abdb-africa.org>. (accedido el 17 de septiembre de 2013)
- SCHULTZE, A., 1915.– Weitere neue rhopaloceren aus der ausbeute der II. Inner-Afrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg.– *Archiv Für Naturgeschichte*, **81**(12): 136-142.
- SCHULTZE, A., 1916.– Weitere neue rhopaloceren aus der ausbeute der II. Inner-Afrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg. Neue Folge.– *Archiv Für Naturgeschichte*, **82**(3): 34-39.
- SCHULTZE, A., 1917.– Lepidoptera. I. Teil.– *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(12): 511-597.
- SCHULTZE, A., 1920.– Lepidoptera. II. Teil.– *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(14): 639-829.
- SCHULTZE, A. & AURVILLIUS, C., 1923.– Lepidoptera III Teil.– *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(17): 1113-1242.
- SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D., 2000.– An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea).– *Transactions of the American Entomological Society (Philadelphia)*, **126**(3-4): 447-475.
- STORK, N. E., SRIVASTAVA, D. S., WATT, A. D. & LARSEN, T. B., 2003.– Butterfly diversity and silvicultural practice in lowland rainforests of Cameroon.– *Biodiversity and Conservation*, **12**: 387-410.
- STRAND, E., 1913a.– Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach SΔd-Kamerun und Spanisch-Guinea. Lepidoptera. V.– *Archiv für Naturgeschichte*, **A.2**: 10-26.
- STRAND, E., 1913b.– Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach SΔd-Kamerun und Spanisch-Guinea. Lepidoptera. VI.– *Archiv für Naturgeschichte*, **A.7**: 138-151.
- STRAND, E., 1914.– Zoologische Ergebnisse der Expedition des Herrn G. Tessmann nach SΔd-Kamerun und Spanisch-Guinea. Lepidoptera. IX.– *Archiv für Naturgeschichte*, **A.80**(2): 84-93.
- VANDE WEGHE, G., 2010.– *Papillions du Gabon*: 424 pp. Wildlife Conservation Society (WCS), Libreville.
- TCHOUTO, M. G. P., 2004.– *Plant diversity in a Central African rain forest: implications for biodiversity conservation in Cameroon*: 208 pp. Tropenbos Cameroon Series 7, Tropenbos International, Wageningen.
- VIEJO, J. L., 1984.– Contribución al conocimiento de las mariposas del Golfo de Guinea (Lep., Papilionoidea).– *Eos*, **60**: 335-369.
- VIEJO, J. L. & IBERO C., 1990.– Los Papiliónidos de Guinea Ecuatorial (Insecta: Lepidoptera).– *SHILAP Revista de lepidopterología*, **18**(72): 295-300.
- WILLIAMS, M. C., 2008.– *Checklist of Afrotropical Papilionoidea and Hesperoidea*; Compiled by Mark C. Williams, 7th ed. Disponible en <http://www.atbutterflies.com/index.htm> (accedido el 17 de septiembre de 2013).

I. M., P. C.*

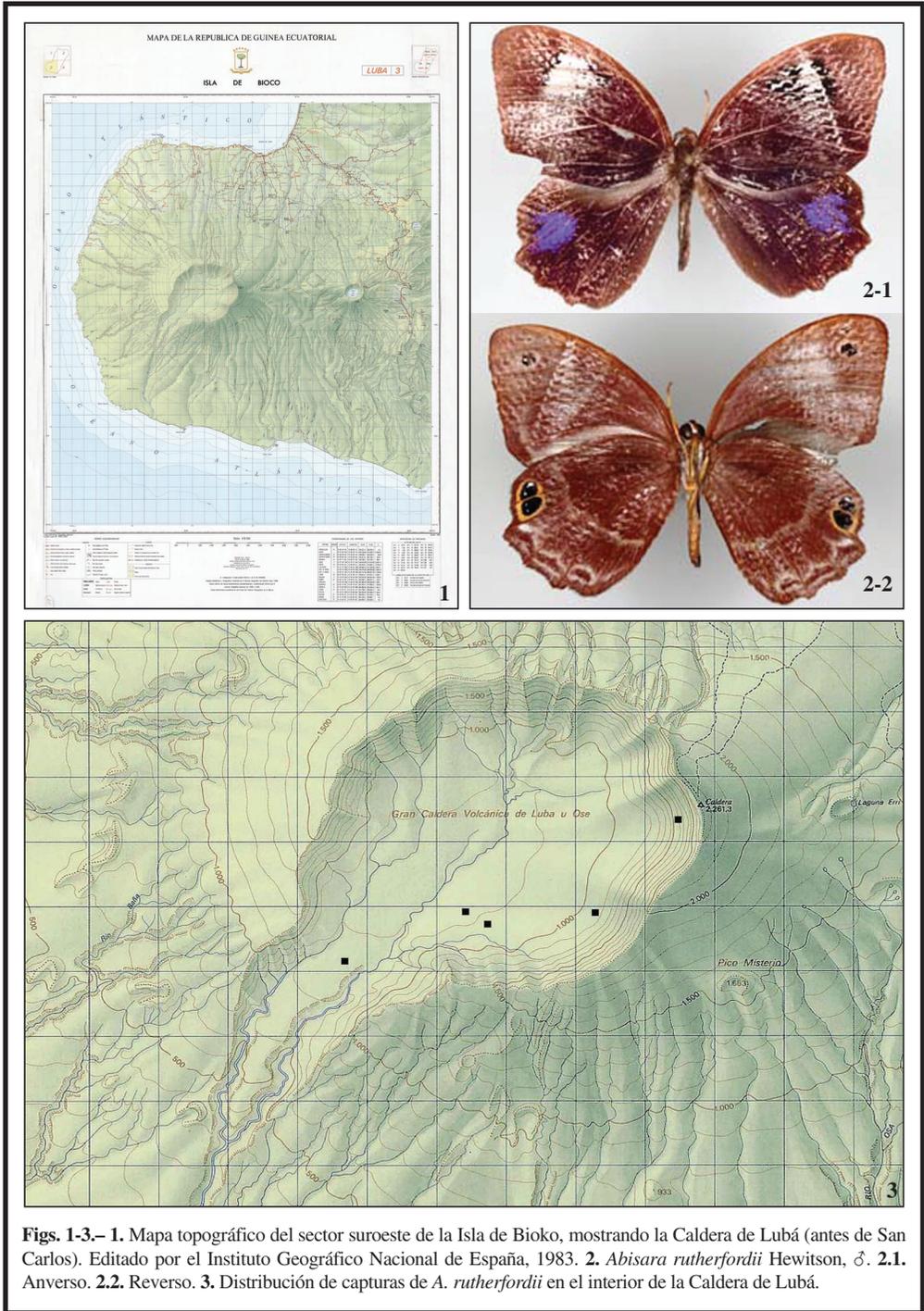
Unidad de Zoología
Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural
Universidad Politécnica de Madrid
Avenida Ramiro de Maeztu, s/n.
E-28040 Madrid
ESPAÑA / SPAIN
E-mail: ignacio.martin@upm.es
*E-mail: pablo.cobos@upm.es

*Autor para correspondencia / *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 19-IX-2013)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 30-X-2013)

(Publicado / *Published* 30-IX-2014)



Figs. 1-3.— 1. Mapa topográfico del sector suroeste de la Isla de Bioko, mostrando la Caldera de Lubá (antes de San Carlos). Editado por el Instituto Geográfico Nacional de España, 1983. 2. *Abisara rutherfordii* Hewitson, ♂. 2.1. Anverso. 2.2. Reverso. 3. Distribución de capturas de *A. rutherfordii* en el interior de la Caldera de Lubá.

CAPÍTULO 4.4



Pyrrhocalcia iphis (Drury, 1773). Campamento UPM, diciembre 2005.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. & COBOS, P. (in press). Skipper butterflies of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea) (Lepidoptera: HesperIIDae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. Accepted 2014-IV-6.

Skipper butterflies of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea) (Lepidoptera: HesperIIDae)

I. Martín & P. Cobos

Abstract

Out of seven species belonging to this family and referred for the first time to the interior of the Caldera de Lubá, one was recorded in Equatorial Guinea for the first time: *Celaenorrhinus plagiatus* (Pyrginae). In addition, another three are first records for the Island of Bioko: *Coeliades forestan* (Coeliadinae), *Semalea pulvina* and *Ceratrachia phocion cameroni* (Hesperiinae). Finally, there has been no record of *Celaenorrhinus galenus* (Pyrginae) for the last 100 years. The other two skippers found were *Pyrrhochalcia iphis* (Coeliadinae) and *Ceratrachia clara medea* (Hesperiinae). All the species shown were found in primary monsoon forest.

KEY WORDS: Lepidoptera, HesperIIDae, Caldera de Lubá, Bioko Island, monsoon forests Equatorial Guinea.

Hespéridos de la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial) (Lepidoptera: HesperIIDae)

Resumen

De las siete especies pertenecientes a esta familia y citadas por vez primera en el interior de la Caldera de Lubá, una representa la primera cita para Guinea Ecuatorial: *Celaenorrhinus plagiatus* (Pyrginae). Además, otras tres suponen las primeras citas para Bioko: *Coeliades forestan* (Coeliadinae), *Semalea pulvina* y *Ceratrachia phocion cameroni* (Hesperiinae). Finalmente, no hay registros de *Celaenorrhinus galenus* (Pyrginae) desde hace 100 años. Los otros dos hespéridos encontrados fueron *Pyrrhochalcia iphis* (Coeliadinae) y *Ceratrachia clara medea* (Hesperiinae). Todas las especies fueron capturadas en bosque monzónico primario.

PALABRAS CLAVE: Lepidoptera, HesperIIDae, Caldera de Lubá, Isla de Bioko, bosque monzónico, Guinea Ecuatorial.

Introduction

The knowledge of Equatorial Guinea Lepidoptera and particularly of those from Bioko Island is well documented (KHEIL, 1905, 1909; AURIVILLIUS, 1909; SCHULTZE, 1916, 1920; SCHULTZE & AURIVILLIUS, 1923; VIEJO, 1984; VIEJO & IBERO, 1990; DE OLANO & MARCOS, 1993; SPEARMAN *et al.*, 2000), and is completed by important works of general nature on Afrotropical Lepidoptera (ACKERY *et al.*, 1995; D'ABRERA, 1997, 2004, 2009; LARSEN, 2005; WILLIAMS, 2008; VANDE WEGHE, 2010).

However, the HesperIIDae belong to a group that has not been intensively studied, especially the Afrotropical species (DOUGLASS & MILLER, 2003; WAHLBERG *et al.*, 2005). Still, information about the distribution biology, biogeography, etc., is becoming more and more solid (COCK 2010; LARSEN & COCK, 2011; COCK & CONGDON, 2011a, 2011b; LARSEN & CONGDON, 2011), also that from Bioko island (SPEARMAN *et al.* 2000; MARTÍN *et al.*, 2011). Their systematic organization (into subfamilies and tribes) is being revised, recognizing just one family (HesperIIDae) of monophyletic origin (EVANS, 1937,

1947, 1955; WARREN *et al.*, 2008), suggesting a division into seven subfamilies, of which only three (Coeliadinae, Pyrginae and Hesperinae) are present in Africa (WARREN *et al.*, 2009; CHIBA, 2009). The present work will follow this classification. Generally, skippers represent approximately 18% of global butterflies (HENAÓ & VARGAS-CHICA, 2009), around 13% of Afrotropical diurnal butterflies (ACKERY *et al.*, 1995; DOUGLASS & MILLER, 2003) and a little more than 5% of Papilionoidea in Bioko, amounting to 13 species on this Island to date (SPEARMAN *et al.*, 2000). In the present work, the species shown are those found in the Caldera de Lubá being therefore the first records of skipper butterflies in the already mentioned south area of Bioko Island (MARTÍN *et al.*, 2011).

Material and Methods

Bioko Island (Republic of Equatorial Guinea) belongs to a small archipelago of four islands, all of them of volcanic origin, lined up in a northeast-southwest direction within the Biafran Gulf (also called Bight of Bonny). In the south, we can find Biao Peak (2,009 m) and the Caldera de Lubá (2,261 m.). In the latter, there is a spectacular 5 km. wide crater with slopes of more than 1,200 m. caused by the collapse of the former summit (FUSTER, 1956). Its bottom, surrounded by vertical hillsides full of jungle, records rain showers up to five times more abundant than the rest of the Island; therefore, it contains a unique sample of monsoon forest in Equatorial Guinea. It is, together with the nearby Mt. Cameroon, the rainiest in Africa (TCHOUTO, 2004). This crater is drained by the River Olé or Tudela and that is the reason why there is only a little lake inside (FUSTER, 1956).

Skippers were collected between 7 and 18 of March 2007. All records, as already mentioned, were taken in the undisturbed primary monsoon forest habitat. The investigated area is located between 3° 18' / 3° 23' N and 8° 28' / 8° 33' E. Individuals were detected at a height between 1,089 and 1,744 meters above sea level all of them live in dense woodland with a lower level of scrub, regardless of the slope of the terrain.

Results

Of a total of 71 Lepidoptera Rhopalocera species collected, 7 correspond to skippers, accounting for approximately 10% of the total catch. As previously mentioned, all species shown were found in the monsoon forests. All the specimens were collected by the UPM-Scientific Expedition to the Caldera de Lubá (Exp. UPM).

Family Hesperidae Latreille, 1809
Subfamily Coeliadinae Evans, 1937

Coeliades forestan (Stoll, [1782]) (fig. 3)
Campamento UPM, 8-III-2007, 1 ♀. (Exp. UPM leg.)

Pyrrhocalcia iphis (Drury, 1773) (figs. 1-2)
Moraca, 6-III-2007, 1 ♀ and 1 ♀. (Exp. UPM leg.)

Subfamily Pyrginae Burmeister, 1878

Celaenorrhinus galenus (Fabricius, 1793) (fig. 4)
Campamento Ureca-Fondo Caldera, 14-III-2007, 2 ♀ N♀ (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera, 15-III-2007, 1 ♀ (Exp. UPM leg.); Río Riaco, 16-III-2007, 1 ♀ (Exp. UPM leg.); Campamento UPM, 18-III-2007, 1 ♂ (Exp. UPM leg.).

Celaenorrhinus plagiatus Berger, 1976 (fig. 5)
Campamento UPM, 8-III-2007, 1 ♀, (Exp. UPM leg.); Río San Antonio, 11-III-2007 1 ♀ (Exp. UPM leg.); Campamento Ureca-Fondo Caldera, 14-III-2007, 1 ♀, (Exp. UPM leg.).

Subfamily Hesperinae Latreille, 1809

Ceratrachia phocion cameroni Miller, 1971 (fig. 6)

Río Riaco, 15-III-2007 1 ♀, (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera 15-III-2007, 2 ♀♀, (Exp. UPM leg.)

Ceratrachia clara medea Evans, 1937 (fig. 7)

Río Riaco, 8-III-2007, 1 ♂ and 1 ♀, (Exp. UPM leg.); Fondo Caldera, 16-III-2007, 1 ♀, (Exp. UPM leg.); Río Riaco, 16-III-2007, 1 ♀ (Exp. UPM leg.).

Semalea pulvina (Plötz, 1879) (fig. 8)

Campamento Ureca-Fondo Caldera, 14-III-2007, 1 ♂, (Exp. UPM leg.).

Discussion

The investigated area has not been studied before; all species found represent the first records for the Scientific Reserve of Gran Caldera de Lubá (MARTÍN & COBOS, 2010b, 2011). We should emphasise again that all captures have been carried out in a restricted area encompassing, only a single habitat: primeval primary monsoon forest.

SPEARMAN *et al.* (2000) increased the number of species registered as Rhopalocera in Bioko, to 244, of which 13 belong to family Hesperidae. This amounts to 5.3% with regard to the total of Rhopalocera, including all habitats (also urban) found on the Island. We have registered a total sum of 71 Rhopalocera (Martín & Cobos *in prep.*), of which 7 species are skippers which translate to *ca* 10%. Our data allow us to raise the number of skippers from Bioko to 17 species. In absolute terms, the diversity of species shown in this work differs, from figures obtained from other authors in similar studies, (13%-21%) (DOUGLAS & MILLER, 2003). We should stress that, unlike in our study, in these other works various different habitats, such as wet forest, dry forest, farmland, and cocoa plantations have been investigated.

There are no previous records of *Coelinades forestan forestan* in Bioko and only WILLIAMS (2008) reports it in a generic manner from Equatorial Guinea, without specifying the location. The species *Pyrrhocalcia iphis* was recorded for the first time from the Island by SPEARMAN *et al.* (2000). These authors reviewed the collection of the National Museum of Natural History of Madrid (Spain) and mention the species from the city of Santa Isabel today called Malabo, (Col: Alonso Martínez, jun. 1925, ♀). We found males and females, confirming the presence of the species in the south of the Island and meaning it surely has a wide distribution, in view of the wide range of its food plants (COCK, 2010; VANDE WEGHE, 2010). *Celaenorrhinus galenus* was quoted by SCHULTZE (1916) from the village of San Carlos (called today Lubá), but it has not been possible to revise the specimens of his collection. Thus, our record of this species is the first for a century. In the present work *Celaenorrhinus plagiatius* is recorded for the first time from Equatorial Guinea, and obviously being the first report from Bioko. *Ceratrachia clara medea*, is widely distributed throughout the African continent (LARSEN, 2005) also reported from Bioko as *C. hollandi media* (ACKERY *et al.*, 1995). KHEIL (1905) quoted *Ceratrachia phocion* only from Río Muni. Subsequently, the species is confirmed in Equatorial Guinea (MILLER, 1971), but all reports refer to the continental part of the country and there have been no records from Bioko to date. As for *Semalea pulvina*, there have been no records of this species since the beginning of the XX Century, when KHEIL (1909) found it in Cabo San Juan, continental region of Río Muni (Equatorial Guinea).

The defects in sampling, i.e. not prospecting 100% of the area, may explain the absence of certain species in our study, such as *Celaenorrhinus illustris*, *Celaenorrhinus medritina* or *Ceratrachia flava*, despite they have been reported from Bioko by other authors (SPEARMAN *et al.*, 2000; WILLIAMS, 2008). This may be because these species are usually found in various forest types (VANDE WEGHE, 2010). The limited area occupied by the monsoon forest of Bioko, since it is present only in the Caldera de Lubá and the fact that it is an uniform habitat, could explain the lack catches of certain species that have been found previously in other parts of the Island.

Acknowledgments

Our appreciation to Pedro Paniagua for the assistance in field catches. We also give our thanks to Óscar Rodríguez de Rivera and Isabel Angulo for their important work in preparing the collections. Both expeditions were done within the scope of the Spanish Investigation, Development and Innovation (I+D+I) National Plan, CGL2005-23762-E and CGL2006-27110-E/BOS.

BIBLIOGRAPHY

- ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I., 1995.– *Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region* : 803 pp. British Museum (Natural History). London.
- AURIVILLIUS, C., 1909.– Schmetterlinge Gesamtentwurf in Westafrika von Leonardo Fea in den Jahren 1897-1902.– *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, **44**: 494-530.
- CHIBA, H., 2009.– A revision of subfamily Coeliadinae of the world.– *Bulletin of the Kitayushu Museum of Natural History. Series A (Natural History)*, **7**: 1-102.
- COCK, M. J. W., 2010.– Observations on the biology of Afro-tropical Hesperioidea (Lepidoptera) principally from Kenya. Part 1. Introduction and Coeliadinae.– *Zootaxa*, **2547**: 1-63.
- COCK, M. J. W. & CONGDON, T. C., 2011a.– Observations on the biology of Afro-tropical Hesperioidea (Lepidoptera) principally from Kenya. Part 3. Pyrginae: Tagiadini.– *Zootaxa*, **2893**: 1-66.
- COCK, M. J. W. & CONGDON, T. C., 2011b.– Observations on the biology of Afro-tropical Hesperioidea (Lepidoptera) principally from Kenya. Part 3. Pyrginae: Celaenorrhinini.– *Zootaxa*, **3033**: 1-67.
- D'ABRERA, B., 1997.– *Butterflies of the Afrotropical Region. Part I: Papilionidae, Pieridae, Acraeidae, Danaidae, Satyridae*: 287 pp. Hill House Publishers, Melbourne and London.
- D'ABRERA, B., 2004.– *Butterflies of the Afrotropical Region. Part II: Nymphalidae (complete), Libytheidae*: 539 pp. Hill House Publishers, Melbourne and London.
- D'ABRERA, B., 2009.– *Butterflies of the Afrotropical Region. Part III: Lycaenidae, Riodinidae*: 880 pp. Hill House Publishers, Melbourne and London.
- DE OLANO, I & MARCOS, J. M., 1993.– Lepidópteros Papilionoidea de Guinea Ecuatorial y sus islas.– *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava*, **8**: 137-169.
- DOUGLAS, J. F. & MILLER, L. D., 2003.– Afrotropical skipper (Lepidoptera: Hesperioidea) and the emergence of the combined refugium theory.– *Bulletin of the Allyn Museum*, **143**: 1-18.
- EVANS, W. H., 1937.– *A catalogue of the African Hesperioidea indicating the classification and nomenclature adopted in the British Museum*: 212 pp. British Museum (Natural History), London.
- EVANS, W. H., 1947.– Revisional notes on African Hesperioidea.– *Annals and Magazine of Natural History, Series*, **11**(13): 641-648.
- EVANS, W. H., 1955.– *A catalogue of the African Hesperioidea indicating the classification and nomenclature adopted in the British Museum (Natural History). Part IV. Hesperioidea and Megathyminae*: 499 pp. British Museum, London.
- FUSTER J. M., 1956.– Un accidente volcánico excepcional: la Caldera de San Carlos (Fernando Poo).– *Archivos IDEA*, **40**: 65-74.
- HENAO, E. R. & VARGAS-CHICA, J. I., 2009.– Mariposas Colombianas XIII. Notas sobre algunas especies de Hepéridos poco conocidas o raras en Colombia (Lepidoptera: Hesperioidea).– *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, **13**: 160-175 pp.
- KHEIL, N. M., 1905.– Lepidópteros de la Guinea Española.– *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural*, **I** (7ª): 161-182.
- KHEIL, N. M., 1909.– Catálogo sistemático de la fauna de las posesiones españolas del Golfo de Guinea (Lepidópteros).– *Memorias de la Sociedad Española de Historia Natural I*, Memoria 7ª: 161-182.
- LARSEN, T. B., 2005.– *Butterflies of West Africa*: 595 + 270 pp. Apollo Books, Svendborg.
- LARSEN, T. B. & COCK, M. J. W., 2011.– A new species of *Eretis* (Lepidoptera: Hesperioidea) from Kenya, Uganda and Rwanda.– *Tropical Lepidoptera Research*, **21**: 12-16
- LARSEN, T. B. & CONGDON, T. C. E., 2011.– *Triskelionia*, a new African genus of the *Celaenorrhinini* (Lepidoptera: Hesperioidea) and the promotion of *T. compacta* to species-status.– *Zootaxa*, **2931**: 53-58.
- MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010a.– Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).– *In E.*

- VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.
- MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010b.– Papilionidae, Pieridae and Danainae (Insecta: Lepidoptera) of the Caldera of Lubá. Bioko Island. (Equatorial Guinea).– *In Proceeding IXth European Congress of Entomology*. Budapest 23-27 August, 2010: 234.
- MARTÍN I., COBOS, P. & RODRÍGUEZ DE RIVERA, O., 2011.– Skipper butterflies (Lepidoptera: Hesperidae) of the Caldera de Lubá (Bioko Island, Equatorial Guinea).– *In Proceeding: European Congress of Lepidopterology. Luxemburg, 9-14 may 2011*: 63.
- MILLER, L. D., 1971.– Descriptions of new species and notes on other Hesperidae of Africa.– *Bulletin of the Allyn Museum*, **2**: 1-17
- PRIETO, C. & MARTÍN, R., 2008.– Los Phalangidae (Arachnida: Opiliones) de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).– *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología*: 30-31. Córdoba.
- TCHOUTO, M. G. P., 2004.– *Plant diversity in a Central African rain forest: implications for biodiversity conservation in Cameroon*. 208 pp. Tropenbos Cameroon Series 7, Tropenbos International.
- SCHULTZE, A., 1916.– Lepidoptera. I, II & III. Teil.– *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(12): 511-597.
- SCHULTZE, A., 1920.– Lepidoptera II Teil.– *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(14): 369-829
- SCHULTZE, A. & AURIVILLIUS, C., 1923.– Lepidoptera III Teil.– *Ergebnisse der Zweiten Deutschen Zentral-Afrika Expedition*, **1**(17): 1113-1242.
- SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D., 2000.– An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea).– *Transactions of the American Entomological Society*, **126**(3-4): 447-475.
- VANDE WEGHE, G., 2010.– *Papillions du Gabon*: 424 pp. Wildlife Conservation Society (WCS). Libreville.
- VIEJO, J. L., 1984.– Contribución al conocimiento de las mariposas del Golfo de Guinea (Lep., Papilionoidea).– *Eos*, **60**: 335-369.
- VIEJO, J. L. & IBERO, C., 1990.– Los Papilionidos de Guinea Ecuatorial (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP Revista de lepidopterología*, **18**(72): 295-300.
- WARREN A. D., OGAWA, J. R. & BROWER, A. V. Z., 2008.– Phylogenetic relationships of subfamilies and circumscription of tribes in the Hesperidae (Lepidoptera: Hesperioidea).– *Cladistic*, **24**: 1-35.
- WARREN, A. D., OGAWA, J. R. & BROWER, A. V. Z., 2009.– Revised classification of the family Hesperidae (Lepidoptera: Hesperioidea) based on combined molecular and morphological data.– *Systematic Entomology*, **34**: 467-523
- WAHLBERG, N., BROWER, A. V. Z. & NYLIN, S., 2005.– Phylogenetic relationships and historical biogeography of tribes and genera in the subfamily Nymphalinae (Lepidoptera: Nymphalidae).– *Biological Journal Linnaeus Society*, **86**: 227-251
- WILLIAMS, M. C., 2008.– Checklist of Afrotropical Papilionoidea and Hesperoidea; Compiled by Mark C. Williams, 7th ed. Available from <http://www.atbutterflies.com/index.htm> (accessed 17th January 2014).

I. M.*, P. C.
 Unidad de Zoología
 Escuela de Ingeniería Forestal y del Medio Natural
 Universidad Politécnica de Madrid
 Avenida Ramiro de Maeztu, s/n
 E-28040. Madrid
 ESPAÑA / SPAIN
 *E-mail: ignacio.martin@upm.es
 E-mail: pablo.cobos@upm.es

*Autor para la correspondencia / *Corresponding author*

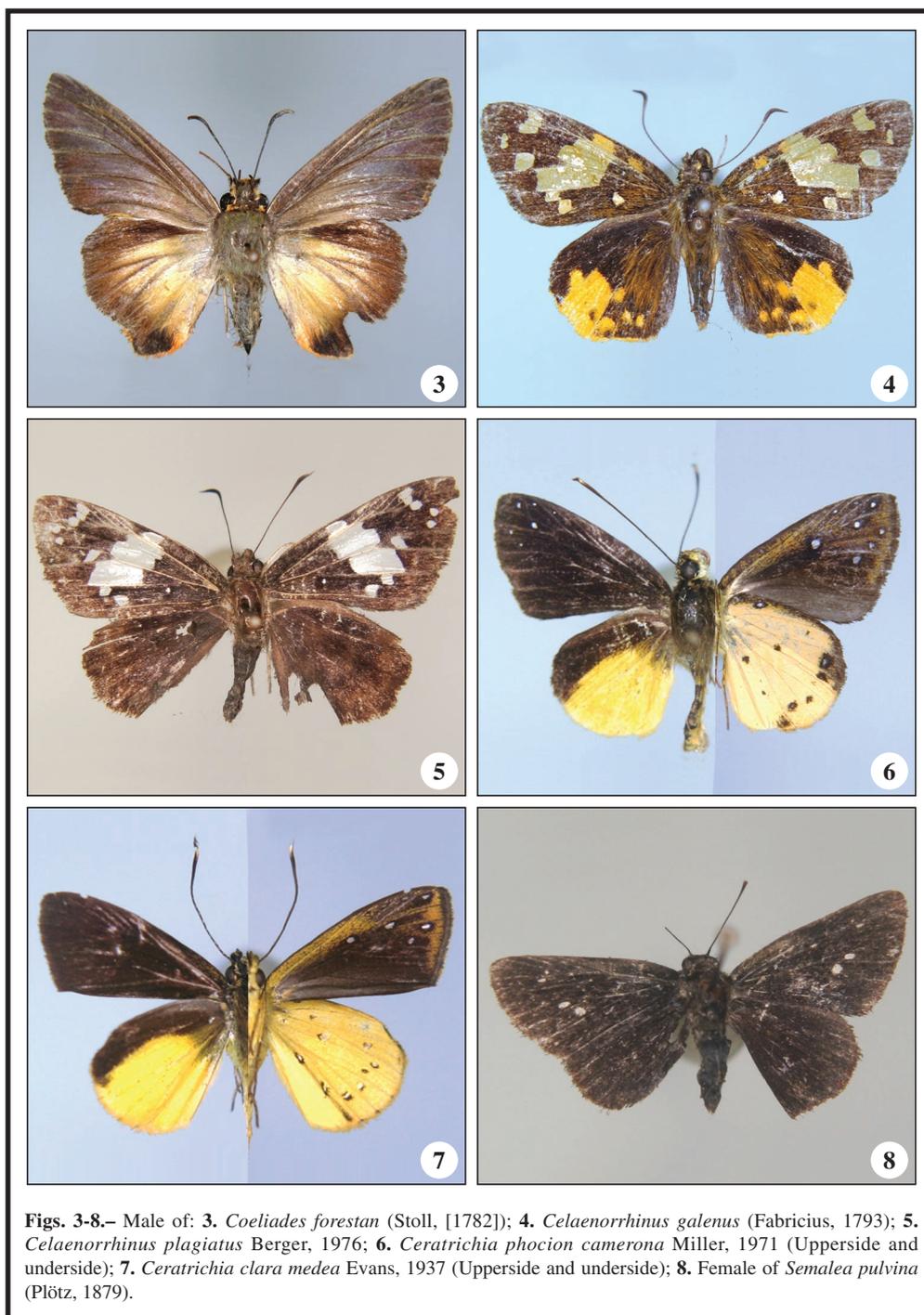
(Recibido para publicación / *Received for publication* 4-II-2014)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 6-IV-2014)

(Publicado / *Published*)



Figs. 1-2.– *Pyrrhochalcia iphis* (Drury, 1773); 1. Male 2. Female.



Figs. 3-8.— Male of: 3. *Coeliades forestan* (Stoll, [1782]); 4. *Celaenorrhinus galenus* (Fabricius, 1793); 5. *Celaenorrhinus plagiatus* Berger, 1976; 6. *Ceratruchia phocion cameroni* Miller, 1971 (Upperside and underside); 7. *Ceratruchia clara medea* Evans, 1937 (Upperside and underside); 8. Female of *Semalea pulvina* (Plötz, 1879).

CAPÍTULO 5.



Amauris inferna moka Talbot, 1940. Río Riaco, marzo de 2007.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. (in prep). Preliminary check-list and state of conservation of Butterfly Fauna of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea). (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea). *African Entomology*. Accepted for review 2014-X-18

Preliminary check-list and state of conservation of Butterfly fauna of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea). (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea)

I. Martín

Department of System and Natural Resources. Forestry and Natural Environment Engineers. Polytechnic University of Madrid (Spain). E-mail: ignacio.martin@upm.es

The present work shows the preliminary list of butterflies collected in the Caldera de Lubá. From the 70 species cited, 14 of them represent the first records of Bioko (*Graphium ucalegon ucalegon*, *Nepheronia argia argia*, *Pentila fidonioides*, *Cymothoe althea*, *Cymothoe capella*, *Cymothoe consanguis*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo*, *Bicyclus neustetteri*, *Coeliades forestan*, *Ceratrachia phocion cameroni*, *Celaenorrhinus plagiatus* and *Semalea pulvina*). From the results obtained after applying the different diversity indices (richness, dominance, evenness) and accumulation functions, we can infer that the Rhopalocera of the Gran Caldera de Lubá constitute an extraordinarily diverse community of great evenness, without presenting taxa amongst them under a high degree of threat at a general level or localized on Bioko and, collectively, they demonstrate a highly even and stable structure. The results obtained can provide the tools to develop the conservation measures in the future, as well as to strengthen the creation of Scientific Reserves used as genetic resources warehouse.

Key words: Afrotropical butterflies, alpha diversity, richness, non-parametric models, species accumulation functions, Bioko, Caldera de Lubá, monsoon forest.

INTRODUCTION

It is accepted that approximately 90% of butterflies live in tropical environments (Bonebrake *et al.* 2010), but in general terms, knowledge of their distribution and ecology is still limited, at least in certain geographical areas (Hawkins 2001).

Bioko Island is considered to be one of the most diverse geographical locations in the world (Burgess *et al.* 2006). A significant number of scientific studies about the island's fauna have been published and collectively confirm its high level of endemism (Robbins & Opler 1996). Amongst this research interest, the order Lepidoptera was a group deeply studied although they remain only partially known (Spearman *et al.* 2000). However, in spite of the large number of scientific publications investigating the diversity of the island's fauna, very few surveys have concentrated on the South of Bioko due to its steep, landscape, sometimes inaccessible, landscapes (Terán 1962; Martínez 1968; Velayos *et al.* 2013). Therefore, this region presents a virgin environment, hosting the greatest degree of plant and animal diversity on the Island (Butynski & Koster 1994; Zafra *et al.* 2010).

The Caldera de Lubá (2261 m), is located in this region, and together with the "Southern Highland", was pronounced a Scientific Reserve in 1997. As such there is little data available about its biodiversity (Weber 2001). Expeditions carried out in 2005 and 2007 by the Polytechnic University of Madrid (Martín & Cobos 2010) have contributed to knowledge of the biodiversity in this unstudied, pristine area, gathering an important collection of specimens and publishing the first records about the flora

(Barberá *et al.* 2013; Velayos *et al.* 2013) and invertebrate fauna (Prieto & Martín 2008; Martín *et al.* 2011; Martín & Cobos 2014).

Ecologically speaking, diversity is a measure of the heterogeneity within an ecosystem, that is, the quantity and proportion of different elements existing within the system. Apart from the actual definition of biodiversity, it is also a useful criterion for the study, description and comparison of ecological communities. Given that diversity within a community represents the distribution of resources and energy, study of this diversity is one of the most useful approximations in the comparative analysis of the communities and a basic tool for evaluating their conservation (Halffter & Ezcurra 1992). Consequently, and according to Samways (1994), there is a real need to identify areas of maximum insect diversity ('Hot Spots') and those of endemism or rarity. These critical areas, such as Scientific Reserves, are the warehouse of taxonomically and ecologically important species and, possibly the current and/or future centres of insect species diversification (Margules & Usher 1981; Roig-Juñent & Debandi 2004).

The concept of biodiversity is highly powerful in its descriptive capacity and can be applied at the level of ecosystems of a territory, the species of a community, the genes of a population, etc. (Heywood 1994). At the same time, the richness (normally represented by the letter "S") shows the total number of species recorded in a given study area. It is a simple diversity survey estimator known as the "alpha diversity" (Whittaker 1972).

Diversity and richness are traditionally linked concepts, and nowadays it is commonplace to integrate the diversity concept into a role that relates richness to the relative abundance of an ecosystem's elements, in this case butterfly species. Different functions and indices are used to measure biodiversity, and although there are currently more than 60 indices which help to quantify diversity, only a few are used frequently: Shannon-Weaver, Simpson, Margalef, etc. All of them measure the same units to find the relationship between richness and the relative abundance of individual elements (Moreno, 2001). However, when comparing locations it is less useful and the number of species (richness) is typically the reference parameter (Gotelli & Colwell 2001).

"Number of species" is a measure of biodiversity because richness (S) already shows different aspects of biodiversity, the definition of species has already been agreed upon and, at least for the butterfly fauna of Bioko, species are perceivable, quantifiable and there is already sufficient information available about their numbers (Spearman *et al.* 2000; Martín & Cobos *in press*; Moreno *et al.* 2011). As such, if alpha diversity is understood to be the result of evolutionary processes manifesting in the existence of different species inside a particular habitat, then a simple count of S should be enough to describe that diversity, with no need to evaluate the weight or value of each species within the community (Margalef 1958). However, it would be more appropriate to present values of S coupled with any index of the community structure so, therefore, the two parameters would mutually complement each other in the description of diversity (Nuñez 1991; Moreno 2001; Moreno *et al.* 2011).

Obviously, it is impossible to record the total number of species in only one inventory, especially when counting invertebrates in tropical systems (Gotelli & Colwell 2001). Species accumulation functions are effective in predicting the total number of species that would be obtained from a bigger sample (Vane-Wright *et al.* 1991). Therefore, they are used to increase the reliability of biological inventories and enable comparison between them. These functions are applied in studies with several fauna groups, both invertebrate (Jiménez-Valverde & Hortal 2003; Zamora *et al.* 2011) and vertebrate (Martín *et al.* 2014). This analysis means that the maximum biological diversity in a specific territory can be identified, which represents essential information

for the purposes of species and habitat conservation (Vane-Wright *et al.* 1991; Scott 1997).

The present work shows the preliminary list of butterflies collected in the Caldera de Lubá area during the Polytechnic University of Madrid's expeditions in 2005 and 2007. Several diversity indices are applied and it should be noted that the results obtained could be of special interest if they are to be used to develop ecological conservation measures.

MATERIAL AND METHODS

Study area

The study area is inside of the Caldera de Lubá and Southern Highlands Scientific Reserve (Figure 1), constitutes the only sample of Monsoon forest in Equatorial Guinea (Navarro *et al.* 2012). In Ureka village (GCSHSR inside) the average annual rainfall rate is about 10,150 mm, reaching the absolute value of 14,451mm in 1983 (Juste & Fa 1994).

Figure 1: Study area

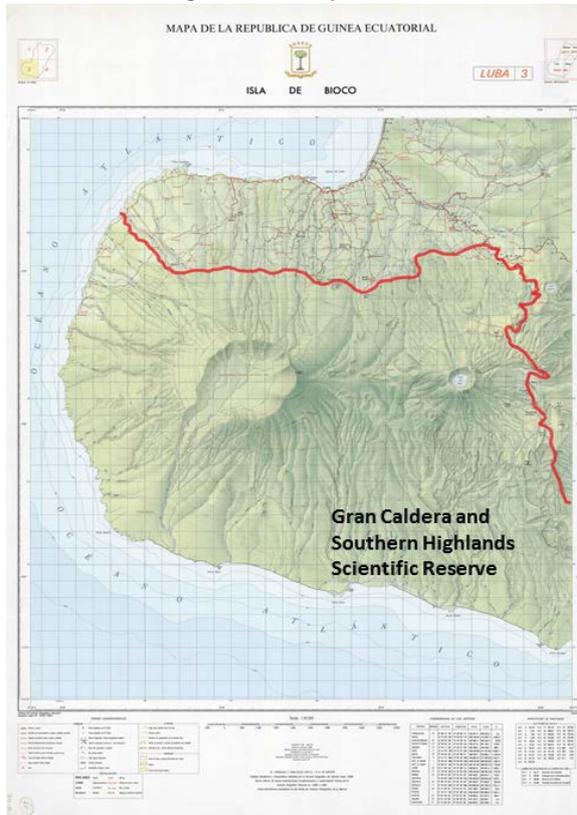
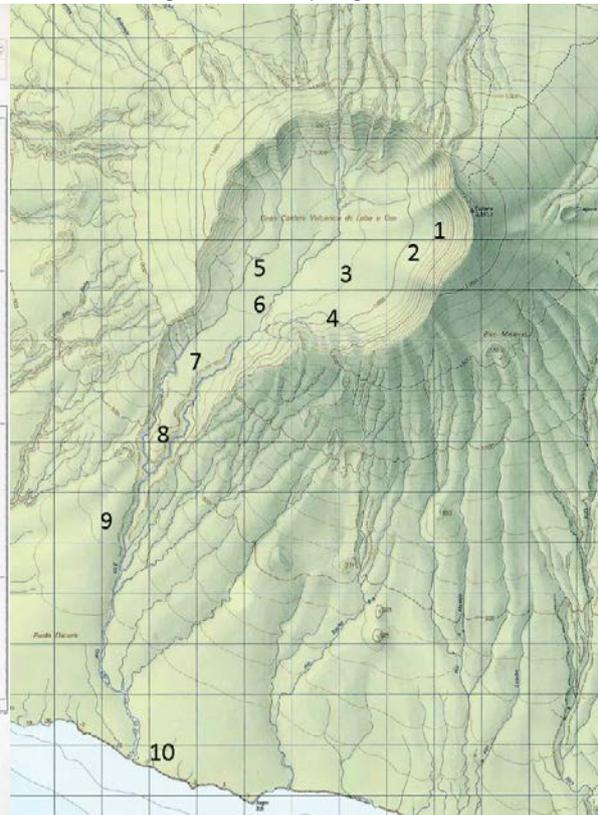


Figure 2: Sampling areas



- 1: Fondo Caldera: 3° 31' N/8° 31' E (Altitude 1293 masl).
- 2: Camp Ureca-Fondo Caldera 3° 27' N/8° 31' E (Altitude 1066 masl).
- 3: Camp Ureca: 3° 21' 34"N/8° 30' E (Altitude 916 masl).
- 4: Río San Antonio y Poza Verónica 3° 20' N/8° 29' E (Altitude 899 masl).
- 5: Pizarras: 3° 21' N/8° 29'E (Altitude 875 masl)

- 6: Camp UPM and Río Riaco: 3° 20'N/8° 29'E (Altitude 876 masl)
- 7: Camp UPM/Camp. Hormiga 3° 19' N/ 8° 28'E (Altitude 713 masl)
- 8: Camp Hormiga: 3° 18' N/ 8° 28'E (Altitude 585 masl)
- 9: Chapa Herminio: 3° 17'N/8° 27'E (Altitude 374 masl)
- 10: Moraca: 3° 15'N/8° 28'E (Sea level)

In Southern Bioko it can be found the Biao Peak (2,009 m) and the Gran Caldera Volcánica de Lubá (2,261 m). In the latter volcano a spectacular crater of 5 km. opens

with vertical slopes of more than 1,400 m. caused by the collapse of the former summit (Fuster 1956; Martínez 1968). This crater is drained by River Olé or Tudela, and that is why there is only one little lake inside (Terán 1962). The interior of the Caldera is an extraordinarily complex terrain surrounded by vertical hillsides full of jungle and furrowed by deep and narrow ravines (Martínez 1968; Martín & Cobos 2010) what justifies the pristine condition of its habitat, unaltered and without human influence in its evolution.

The collection field work was carried out in December 2005 and March 2007, accounting for a total of 26 days of sampling. All catches were obtained in undisturbed primary monsoon forest habitat. The maximum altitude of the records was of 1293 meters above sea level and the minimum at the level of the sea, with the exception of some Skipper captured 1,744 m.a.s.l. during the UPM-Expedition 2005. The Figure 2 shows the sites of the sampling, located by their geographical coordinates.

Estimation of diversity

Since the survey site is a pristine environment of unbroken monsoon forest and, therefore, we can consider Richness (S) to be a measure of diversity (Ricotta 2005), we shall use the conceptual calculation alpha diversity for the diversity indices application (Whittaker 1972). As such, we shall apply methods based on number of species quantification (specific richness) and others based on community structure, founded in both dominance and evenness. Another possibility is to approach the alpha diversity study by using structure indices (Moreno *et al.* 2011), which in our case would be proportional to abundance with respect to dominance (Simpson) and evenness (Shannon-Weaver). Finally, we shall develop accumulation functions as a method for predicting the increase in the number of species contributes to the analysis of the specific richness and diversity (Soberón & Llorente 1993).

We are using Margalef's diversity index (D_{Mg}) to measure the Richness, expressed by the equation: $D_{Mg} = (S - 1) / \ln N$, where S is the total number of species (specific richness) and N the total number of individuals. This index assumes there is a functional relationship between the number of species and the total number of individuals, so the index varies in function of the sample size, and considers communities of low diversity at values of less than 2 and to be highly diverse from 5 and above (Margalef 1958).

Simpson's index ($\lambda = \sum p_i^2$) is actually a "lambda" type dominance estimator which, by definition, is the opposite of diversity. Therefore, a high value for this index means a low level of diversity. The Diversity is expressed as:

$$D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

where D represents the probability of two individuals taken at random belonging to the same species, p_i represents the relative abundance of the species i , in other words, n_i/N , where N = total number of examples or total population. The minimum diversity is represented by an index value of 1; absolute dominance of a species. Similarly, very low index values imply highly diverse communities. It is worth noting that this index is sensitive to the abundances of one or several of the most frequently occurring species in the community and can be considered as a measure of the dominant populations (Nuñez, 1991).

The Shannon-Weaver evenness index is possibly one of the most widely used diversity indices in biology (Baev & Penev 1995; Moreno *et al.* 2011) because it expresses the uniformity of important values with respect to all of the species in the sample. It is expressed by the equation: $H' = -\sum p_i \ln p_i$. Ultimately, this index measures the degree of uncertainty when predicting to which species within a sample an individual belongs (Magurran 1998), assuming all species are represented in the sample and the individuals are randomly selected. It takes a value of between zero when there is only one species and up to $\log S$ when all species contain the same number of individuals (Moreno 2001).

As already mentioned, the use of species accumulation curves has proven to be a very effective tool for estimating the expected number of species in a given sample. In the case of invertebrates these extrapolated values, i.e., the expected richness, can be used as a measure of alpha diversity, thus avoiding the biases that arise in the inevitable sub-samples when studying insects (Espinosa 2003; Beck & Schwanghart 2010). Commonly used mathematical models and equations are linear models and non-parametric methods. The former are used when a known statistical (mathematical) distribution type is assumed (Jost 2010). While the latter are statistically fitted to non-parametric functions and do not assume a given dataset distribution, nor do they fit a specific model, only requiring data about species presence/absence (Moreno 2001).

Linear models

Clench's equation, adapted from the original Michaelis-Menten (MM Means) equation, is a frequently used model which has demonstrated a good fit to Rhopalocera (Soberón & Llorente 1993) and moth (Ricketts *et al.* 2002) inventories. Nevertheless, this equation is recommended for broad sampling areas and protocols that demand changes in the intensity of the field sampling effort (Jiménez-Valverde & Hortal 2003), as such they can assume a data fitting pattern (Moreno 2001; Moreno *et al.* 2011) because they include a large sample survey and by assuming, therefore, that the total richness will be the number of species recorded after an infinite sample effort (Magurran 2007). It is worth highlighting that these types of models have proven to be effective when sizing the effort in sampling work (Colwell *et al.* 2004; Jost 2010). The recommended mathematical expression is: $S_n = an / (1 + bn)$, where a represents the rate of growth of new species, parameter b is related to the curve's shape and n is the accumulative number of samples. Although these types of models are not recommended for the characteristics of our records, we shall apply them to part of the data as a comparative estimator and to another part as a measure of the effort required to complete the inventory up to the limit indicated by the estimators which best fit our data (Moreno & Halffter, 2001).

Non-parametric models.

If there is no data available about the number of individuals then it is impossible to appreciate the behavior of the individuals distribution according to species, thus the best fitting functions are based on non-parametric models (Moreno 2001; Beck & Schwanghart 2010; González-Oreja *et al.* 2010). Amongst the non-parametric models, the estimators used in the present work are Jackknife 1 (Moreno, 2001), Chao 2 (Chao 1984) and Bootstrap (Colwell 2006), using Chao 1 (Chao 1984) as a non-parametric structure estimator. For each of them, L represents the number of "unique" species that occur in only one sample, M is the number of species that occur in exactly two samples and m the number of samples.

Jackknife 1, of the first order, (expressed by $J_1 = S + [L(m-1)/m]$) is based on the number of species in a sample and reduces the bias of the estimated values. It has shown a good fit as a lower limit when estimating potential species (González-Oreja *et al.* 2010). Chao 2 is the most rigorous and least biased of this type of estimator (Moreno & Halffter 2000; González-Oreja *et al.* 2010). It estimates the expected number of species by considering the relationship between the number of unique species (present in only one sample) and the number of duplicated species (common to at least two samples) (Chao 2005), expressed by the equation $Chao_2 = S + (L^2 / 2M)$. Bootstrap, whose equation is $B = S + \sum(1 - p_i)^n$, is based on the proportion of sampling units which contain each species *i*, and is considered to be less accurate than the previous estimators (Colwell & Coddington 1994; Moreno 2001). We shall use the non-parametric Chao 1 model to estimate the structure according to, $Chao\ 1 = S + (a^2/2b)$. It is an effective estimator of the number of species in a community, concentrating on the number of rare species in the sample (Chao 1984). All of these expressions can be fitted with any statistical programme (e.g., Statistica 12) using a non-linear regression procedure defined by the user (Soberón & Llorente 1993). We eliminate any possible effects due to the order in which the samples are added to the accumulation curve by randomly re-sampling the sample units, using 100 randomisations by means of the programme EstimasteS 9.1.0 (Colwell 2006).

In all cases, to elaborate the species accumulation functions, we establish each sampling area (see Figure 2) as valid units in order to quantify the effort spent on the inventory and to generate, from this data, the corresponding accumulation curves (Moreno & Halfter 2001).

Finally, and with the aim of furthering the state of conservation of the Rhopalocera in the Scientific Reserve, we shall determine whether or not each of the species collected should be included in the IUCN Red List, commenting on the level of threat and reasons for such threat (Larsen 2011).

RESULTS

To identify certain specimens pertaining to the *Graphium* genus, the genitalia of five individuals (2♀ and 3♂) selected from specimens captured in both expeditions (2005/2007) were examined. In all cases have proved to belong to *G. policens* *policens* (Cramer, 1775).

Total 236 individuals were captured (Table 1 shows the number of captures per species), determining 70 different species distributed by families in the following manner: 8 Papilionidae; 4 Lycaenidae; 4 Pieridae; 46 Nymphalidae; 1 Riodinidae and 7 Hesperidae.

Estimation of the diversity

Implementation of targeted indices above, both species richness and structure shows the following values of the alfa diversity:

A. Species richness index:

Margalef index: $D_{Mg} = 12.628$

N	S	Mg=S-1/LnN
236	70	12.628500

B. Structure or proportional abundance indices:

Dominance. Simpson index: $\lambda=0.0271$

N	$\lambda = \sum (n_i/N)^2$	$D=1/\lambda$
236	0.02718328	36.787318

Evenness. Shannon-Weaver index: $H'=3.895$ ($H' = -\sum P_i \ln P_i$)

N	$\sum P_i \ln P_i$
236	-3.894417

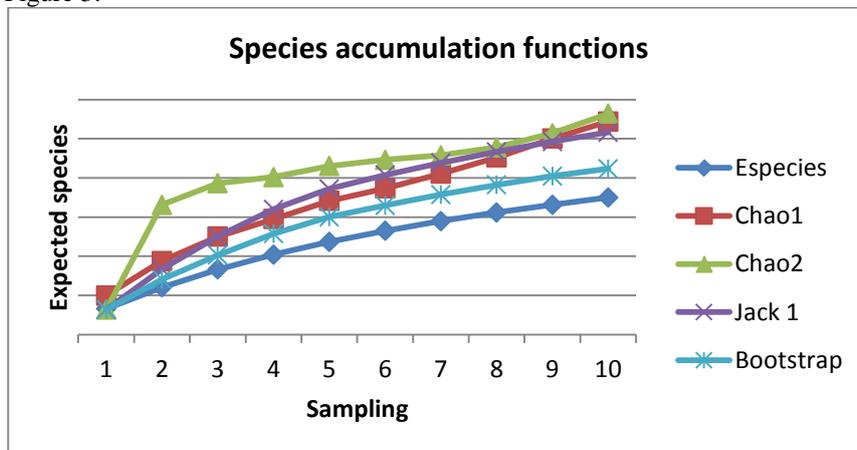
Species accumulation functions

The application of the models referred to in the materials and methods shows the following results (Figure 3) of the species expected to increase the effort of sampling, i.e. the species potentially present in the study area:

Lineal model

MM: Average value 130.28 species. This model provides around 160 sampling stations to complete the inventory until you reach the 95% of the expected species.

Figure 3.



Non-parametric model

Jackknife 1: Average the expected species in 103.30

Chao2: Sets a value of the upper limit of 169.02 and a lower limit of 88.51, with an average of 112.81 species potentially present in the study area.

Bootstrap: The limit is set at in 84.71 potential species

Chao1: The average was 108.83 potential species, with upper and lower limits of 172.59 and 84.70 respectively.

Our records amount to 70 species, which represents an average to 69% of the total potential species. The limits are between 53 (parametric models) and the 82.8 (non-parametric). The number of species expected, by averaging all the estimates, range between 99.8 and 105.9.

Degree of threat

Only four species are included explicitly in the IUCN Red List, all of them in the category Least Concern (LC): *Abisara rutherfordii* Hewitson, 1874; *Amauris echeria fernandina* Schultze, 1914; *Cymothoe caenis* (Drury, 1773) and *Cymothoe consanguis* Aurivillius, 1896.

DISCUSSION

From the 70 species collected, 14 of them represent the first records of Bioko: *Graphium ucalegon ucalegon*, *Nepheronia argia argia*, *Pentila fidonioides*, *Cymothoe althea*, *Cymothoe capella*, *Cymothoe consanguis*, *Lachnoptera anticlia*, *Amauris vashti*, *Bicyclus golo*, *Bicyclus neustetteri*, *Coeliades forestan*, *Celaenorrhinus plagiatus*, *Ceratrachia phocion cameroni* and *Semalea pulvina* (Martín *et al.* 2011; Martín & Cobos, in press), that represents about 20% of the inventoried species.

Once the genitalia had been extracted and studied from various specimens of *Graphium* whose identification was a cause for doubt, all were unequivocally seen to belong to the species *Graphium polices polices* (Cramer, 1775). We would like to point out that several review studies concerning the genus *Graphium* have systematically studied the species *G. biokoensis* Gauthier using examples from Cameroon and Gabon, but not with specimens from Bioko (Smith & Vane-Wright 2001). Therefore we consider that the distribution of both taxa should be revised, as already observed by Hancock (2006).

The Nymphalidae family makes up around 65% of the represented species, a proportion similar to those recorded in other ecologically comparable areas such as the nearby Mount Cameroon (Amiet & Libert 1995; Tropek & Koncicka 2010), while the Lycaenidae family does not reach 6% of the total. Bioko Island includes around 77 species of Lycaenidae amongst its fauna (Martín *et al.* in prep), occupying the diverse habitats available that range from monsoon forest to anthropised areas (Terblanche *et al.* 2003). Our surveys were carried out exclusively in Guinean-Congolese monsoon rainforest areas (Navarro *et al.* 2012), which could explain the reduced number of species discovered (Van Someren 1974; Fiedler 2012). Similarly, the richness of this family can easily be underestimated as many of the species require specific sampling techniques, whether because they congregate in elevated points, such as male Lipteninae (Sáfian *et al.* 2012) for example, or due to a tendency to concentrate in areas close to certain ant species hormiga (Heath & Claassens 2003; Fiedler 2012).

From the results obtained after applying the different diversity indices and accumulation functions, we can infer some important conclusions. Values above 5 for the Margalef richness index reflect high species diversity (Magurran 1998) the result for the present study was greater than 12. Just this indicator in itself can be suggestive of the specific richness of the Rhopalocera present in the Caldera de Lubá, while also revealing a highly diverse community. Simpson's lambda (λ) calculation certainly produces a very low value (0.027) and because it is a dominance indicator, as we have already seen, the inverse of λ actually yields the diversity, revealing as such a very diverse community ($D = 36.8$) (Nuñez 1991). In relation to the Shannon-Weaver (H')

evenness index, Margalef (1972) demonstrated that the values of this index typically vary between 1.5 and 3.5, while on very rare occasions they surpass 4.5. We can infer from these guidelines that our data, with H' values of above 3.89, demonstrates an even structure and highly diverse community.

As mentioned, the sampling area is enclosed within a unique habitat type which in itself may justify a relatively low number of species in relation to the total number of species on Bioko Bioko (Spearman *et al.* 2000; Martín *et al.* in prep). Nevertheless, in the case of the present work the proportion between the catalogued and potential species was found to be a significant 69%. It is worth noting that when using exclusively non-parametric estimators as indicators the number of captures average around 83%. Both pieces of data are paired and coherent with the diversity indices based on the richness that we have just explained (Magurran 1998; Longino *et al.* 2002).

There is currently no objective method used as a criterion to predict when an inventory has reached an almost complete number of species (> 95%) and, apart from the samples in which the number of species is obtained from the asymptote of the curve (practically unattainable when dealing with invertebrate inventories), only general arbitrary limits have been established based on proportions between the actual records and estimates from the curves (Jiménez-Valverde & Hortal 2003; Beck & Schwanghart 2010), or whether it is better to take the curve's gradient at each point as the value, i.e., the rate of new species entry. In any case, at values of around 70% of potentially present species, the prediction curves in non-parametric models become stable and, therefore, we can consider our sample to be representative (Moreno & Halffter 2000; Jiménez-Valverde *et al.* 2006; Williams 2008).

As a complement to the developed diversity parameters, use of the degree of threat or the degree of legal protection helps to establish the state of conservation, in terms of both the study area and the species it contains (Margules & Usher 1981). As we already mentioned, only four species feature on the Red List and all of them as Least Concern (LC). *Abisara rutherfordii* only appears to present doubts in certain populations, but not in the Afrotropical region and so its inclusion in this category seems to be justified. *Amauris echeria fernandina* maintains stable populations throughout its distribution area, although certain sub-species may be threatened locally. *Cymothoe caenis* and *Cymothoe consanguis* are species perfectly adapted to the monsoon forest and collectively they are not threatened even though their effective populations tend to be scarce (Larsen 2011).

We can therefore conclude that the Rhopalocera of the Gran Caldera de Lubá constitute an extraordinarily diverse community of great evenness, without presenting taxa amongst them under a high degree of threat at a general level or localized on Bioko and, collectively, they demonstrate a highly even and stable structure. Furthermore, they also present an excellent state of conservation.

ACKNOWLEDGEMENTS

My special thanks and acknowledgement to Pablo Cobos and Pedro Paniagua for the assistance in field catches and their important work in preparing the collections. Likewise, I would like to thank Dr. Antonio Vives, who has made all the necessary genitalia for the confirmation of the species cited in this paper. The active collaboration of Ignacio Arizmendi in the elaboration of the accumulation curves has made a

significant contribution to improve this work. Both UPM-Expeditions (2005-2007) were done within the scope of the Spanish Investigation, Development and Innovation (I+D+I) National Plan, CGL2005-23762-E and CGL2006-27110-E/BOS.

REFERENCES

AMIET, J.L. & LIBERT, M. 1995. Biodiversité et repartition spatiale des Lépidoptères Rophalocerès du Mont Bana (Cameroun). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 100 (3): 221-240.

BAEV, P. V. & PENEV, L. D. 1995. *BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis*. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

BARBERÁ, P.; VELAYOS, M. & AEDO, C. 2013. Annotated checklist and identification keys of the Acalyphoideae (Euphorbiaceae) of Equatorial Guinea (Annobón, Bioko and Río Muni). *Phytotaxa* 140 (1): 1–25 (2013)

BECK, J. & SCHWANGHART, W. 2010. Comparing measures of species diversity from incomplete inventories: an update. *Methods in Ecology & Evolution* 1: 38-44.

BONEBRAKE T. C.; PONISIO, L. C.; BOGGS, C. L. & EHRlich, P. R. 2010. More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation* 143 (2010) 1831–1841

BURGESS, N.; J.D. HALES; T. H. RICKETTS & E. DINERSTEIS, 2006. Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* 127: 383-401.

BUTYNSKI, T. M. & KOSTER, S. H. 1994. Distribution and conservation status of primates in Bioko Island, Equatorial Guinea. *Biodiversity and Conservation* 3: 893-909.

CAMPBELL, N.A. & REECE, J. B. 2007. *Biología*. Editorial Médica Panamericana. 1392 Pp.

CHAO, A. 1984. Non-parametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265–270.

CHAO, A. 2005. Species richness estimation. In: *Encyclopedia of Statistical Sciences*: 7909–7916 (BALAKRISHNAN, N., READ, C.B. & VIDAKOVIC, B. Eds). Wiley, New York.

COLWELL, R. K., 2006. *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Version 9. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>. (Acceded 2014-10-3)

COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. A., 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)*, 345: 101–118.

- COLWELL, R. K., MAO, C. X. & CHANG, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85: 2717–2727.
- ESPINOSA, T. 2003. ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos de ciencia y cultura* 52: 53-56.
- FIEDLER, K. 2012. The Host Genera of Ant-Parasitic Lycaenidae Butterflies: A Review Hindawi Publishing Corporation Psyche. Volume 2012, Article ID 153975, 10 pages
- FUSTER J. M. 1956. Un accidente volcánico excepcional: la Caldera de San Carlos (Fernando Poo). *Archivos IDEA* 40: 65-74.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001. Quantifyin biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4: 379-391.
- GONZÁLEZ-OREJA, J. A., DE LA FUENTE, A. A., HERNÁNDEZ, L., BUZO, D. & BONACHE, C., 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation*, 33.1: 31–45.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A. & HORTAL, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, vol 8: 151-161.
- JIMÉNEZ-VALVERDE, A., JIMÉNEZ MENDOZA, S., MARTÍN CANO, J. & MUNGUIRA, M. L., 2006. Comparing relative model fit of several species-accumulation functions to local Papilionoidea and Hesperioidea butterfly inventories of Mediterranean habitats. *Biodiversity and Conservation*, 15: 177–190.
- JOST, L. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity* 2: 207-232.
- JUSTE, J. B. & FA, J. E., 1994. Biodiversity conservation in the Gulf of Guinea islands: taking stock and preparing action.- *Biodiversity and Conservation*, 3: 757-758.
- HALFFTER, G. & EZCURRA, E., 1991. ¿Qué es la Biodiversidad?. En: *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*, pp.3-24. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*. Volumen especial de 1992. G. Halffter compilador. CYTED-D, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Mexico D. F. 389 pp.
- HANCOCK, D.L. 2006. Notes on the Afrotropical species of *Graphium* Scopoli (Lepidoptera: Papilionidae). *Metamorphosis* 17 (1): 6-19.
- HAYWOOD, V.H. 1994. The measurement of biodiversity and the politics of implementation. In: FOREY, P.L., HUMPHRIES C.J. & VANE-WRIGHT R.I. (Eds): *Systematic and Conservation Evaluation*, 15-22. Oxford. 438 Pp.
- HAWKINS, B.A. 2010. Multiregional comparison of the ecological and phylogenetic structure of butterfly species richness gradients. *Journal of biogeography* vol. 37 (4): 647-656

- HEATH, A. & CLAASSENS, A. J. M. 2003. Ant-association among Southern African Lycaenidae. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 57(1): 1-16
- HILL, J. K., COLLINGHAM, Y. C., THOMAS, C. D., BLAKELEY, D. S., FOX, R., MOSS, D. & HUNTLEY, B. 2001 Impacts of landscape structure on butterfly range expansion. *Ecological Letters* 4, 313–321
- LARSEN, T.B. 2011. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. www.iucnredlist.org. Downloaded on 16 September 2014.
- LONGINO, J. T., CODDINGTON, J. & COLWELL, R. K., 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways. *Ecology*, 83: 689–702.
- MARGALEF, R. 1958. Information theory in ecology. *General Systematics*, 3: 36-71.
- MARGALEF, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 44: 211-235.
- MARGULES, C.R. & USHER, M.B. 1981. Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review. *Biological Conservation*, 21: 79-109.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 Pp.
- MAGURRAN, A. E. 2007. Species abundance distributions over time. *Ecology Letters*, 10: 347–354.
- MARTÍN, I. & COBOS, P., 2010. Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. 2014. *Abisara rutherfordii* Hewitson, 1874 en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial): 100 años después. (Lepidoptera: Riodinidae). SHILAP *Revista de Lepidopterología* 42(167): 423-428.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. *in press*. Skipper butterflies of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea) (Lepidoptera: Hesperidae). SHILAP *Revista de Lepidopterología*. Revised and Accepted 6-IV-2014.
- MARTÍN, I., COBOS, P. & RODRÍGUEZ DE RIVERA, O. 2011. Skipper butterflies (Lepidoptera: Hesperidae) of the Caldera de Lubá (Bioko Island, Equatorial Guinea).– In *Proceeding: European Congress of Lepidopterology. Luxemburg, 9-14 may 2011*: 63.
- MARTÍN, I., ARREDONDO, A. & VÉLEZ, Y. 2014. *Anfibios y reptiles del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid. 167 Pp.

- MARTÍNEZ, T., 1968. *Fernando Poo: geografía, historia, paisaje*. La Guinea Española Ediciones. Instituto Claretiano Africanista Santa Isabel. 119 pp.
- MORENO, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T Manuales y Tesis Sociedad Entomológica Aragonesa, vol. 1. Zaragoza, 84 Pp
- MORENO, C.E. & HALFTER, G. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38: 487-490
- MORENO, C.E., BARRAGÁN, F., PINEDA, E. & PAVÓN, N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.
- NAVARRO, R.M., CLEMENTE, M., KASIMIS, N., PADRÓN, E., HERNÁNDEZ, E., MARTÍN, E. & GARCÍA, A. 2012. Cartografía de la vegetación de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial) mediante el uso de imágenes LandSat 7 ETM+: particularización del piso afro-montano. *Darwiniana* 50(2): 252-265.
- NUÑEZ, E. 1991. Sobre la cuantificación de la diversidad ecológica. *Hidrobiológica* Vol. 1(1): 87-93.
- PRIETO, C. & MARTÍN, R., 2008. Los Phalangiidae (Arachnida: Opiliones) de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- *Actas IX Jornadas del Grupo Ibérico de Aracnología*: 30-31. Córdoba.
- RICKETTS, T.H.; DAILY, G.C. & EHRLICH, P.R. 2002. Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation* 103: 361-370.
- RICOTTA, C. 2005. Through the jungle of biological diversity. *Acta Biotheoretica* 53: 29-38.
- ROBBINS, R.K. & OPLER, P.A. 1996. Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. Pages 69-82. In: M.M. REAKA-KUDIA, WILSON, D.E. & WILSON, O. Editors. *Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, Washington D.C., USA
- ROIG-JUÑENT J. & DEBANDI G. 2004. Prioridades de conservación aplicando información filogenética y endemidad: un ejemplo basado en Carabidae (Coleoptera) de América del Sur austral. *Revista Chilena de Historia Natural* 77: 695-709.
- SÁFIÁN, SZ., LARSEN, T. B.; COLLINS, S. C; CSONTOS, G. & ADUSE-POKU, K. 2012. Results of the butterfly and moth inventory in Ghana I. (Lepidoptera: Lycaenidae). *Folia Entomologica Hungarica*, vol 73: 53-75.
- SAMWAYS, M. J. 1994. *Insect Conservation Biology*. Chapman & Hall. London. 358 pp.
- SCOTT, JM. 1997. Gap analysis for biodiversity survey and maintenance. In: REAKA-KUDIA ML; WILSON, D.E. & WILSON, E.O. (eds) *Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources*: 321-340. National Academy Press, Washington

SMITH, C.R. & VANE WRIGHT, D. 2001. A review of the afrotropical species of the genus *Graphium* (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionidae). *Bulletin of the Natural History Museum* (Entomology Series) **70** (2): 503-719

SOBERÓN, J & LLORENTE, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, **7**: 480-488.

SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D. 2000. An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea).- *Transactions of the American Entomological Society*, **126** (3-4): 447-475.

TERÁN, M. 1962. *Síntesis Geográfica de Fernando Poo*. 201 pp. Instituto de Estudios africanos e Instituto Juan Sebastián Elcano, CSIC, Madrid.

TERBLANCHE, R.T.; MORGENTHAL, T.L. & CILLIERS, S.S. 2003. The vegetation of three localities of the threatened butterfly species *Chrysoritis aureus* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Koedoe* **46** (1): 73-90.

TROPEK, R. & KONCICKA, M. 2010. Forest eternal? Endemic butterflies of the Bamenda highlands, Cameroon, avoid close-canopy forest. *African Journal of Ecology*. Volume 48, Issue 2, pages 428–437.

VAN SOMEREN, V.G.L. 1974. List of foodplants of some east african rhopalocera, with notes on the early stages of some lycaenidae. *Journal of the Lepidopterists' Society* **28**(4): 315-331.

VANE-WRIGHT R, HUMPHRIES, C. & WILLIAMS, P. 1991. What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation* **55**: 235-254.

VELAYOS, M.; CABEZAS, F; BARBERÁ. P.; ESTRELLA, M.; AEDO, C.; MORALES, R.; QUINTANAR, A.; VELAYOS, G. & FERRO, M. 2013. Preliminary checklist of vascular plants of Bioko Island (Equatorial Guinea) *Botanica Complutensis* **37**: 109-133. 2013

WEBER, W. 2001. *African Rain Forest Ecology and Conservation: An Interdisciplinary Perspective*. Yale University Press. 588 pp.

WILLIAMS, M. R. 2008. Assessing diversity of diurnal Lepidoptera in habitat fragments: testing the efficiency of strip transects. *Environmental Entomology*, **37**: 1313–1322.

WHITTAKER, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, **21**: 213-251.

ZAFRA, N.; LOBO, J. M.; SUZART DE ALBUQUERQUE, F.; CABEZAS, F.; ESPIGARES, T; OLALLA-TÁRRAGA, M.A.; PÉREZ DEL VAL, J.; RUEDA, M; VELAYOS, M. & RODRÍGUEZ M.A. 2010. Deriving species richness, endemism, and threatened species patterns from incomplete distribution data in the Bioko Island, Equatorial Guinea. *Natureza & Conservação* **8**(1):1-5, 2010

ZAMORA, C.; PARRA, E. & JAQUE, E. 2011. Patrones de distribución de los geométridos de la Región del Biobío, Chile: Una aproximación para su conservación. *Revista Chilena de Historia Natural* vol.84 (4): 465-480

CAPÍTULO 6.



Kallimoides rumia (Doubleday, 1849). Pizarras, marzo de 2007.

Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. (in press). New records of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) from Bioko, Equatorial Guinea, deposited in the collections of the Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, Spain. *African Entomology*. Accepted 2014-XII-22

New records of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) from Bioko, Equatorial Guinea, deposited in the collections of the Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, Spain

I. Martín

Department of Natural System and Resources. Universidad Politécnica de Madrid (Spain). E-mail: ignacio.martin@upm.es

The integral review Fernando Poo's Rhopalocera collection gathered together in the Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) in Madrid has meant we could identify 172 species (14 Papilionidae, 18 Lycaenidae, 29 Pieridae, 94 Nymphalidae, and 17 Hesperiiidae), of which, 33 are new references for Bioko Island. To identify certain specimens pertaining to the *Graphium* genus, the genitalia of several individuals selected from specimens captured in different dates and locations were examined and all were unequivocally seen to belong to the *Graphium polícenes polícenes* species. Therefore, we consider that the distribution of *G. biokoense* in the Bioko Island should be revised.

Key words: Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN), Fernando Poo, Bioko, Afrotropical butterflies, *Graphium biokoense*, International Code for Zoological Nomenclatures.

INTRODUCCION

Spain has a long history naturalistic research history linked to Bioko (formerly Fernando Poo) and, given both the large number of scientific expeditions carried out and also the significant amount of Spanish specimen collectors who have donated or sold their collections to different museums or private collections (Izquierdo *et al.* 1997; París *et al.* 2011; Martín in press), Fernando Poo's Rhopalocera collection gathered at the Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) in Madrid features more than 1,700 specimens. Amongst the reviewed collections the following were particularly noteworthy due to the large number of specimens they provided, the collections of Manuel Martínez de la Escalera (1901 and 1919) with approximately 170 specimens (Izquierdo 2011); donations by Teodoro Vives in 1932, with a total of approximately 700 specimens studied across 99 different species collected in 1928 (Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas 1933); samples gathered by Federico Bonet-Juan Gil Collado in a 1933 expedition (Bolívar, 1933) provided over 720 specimens from nearly 120 species; as well as a large number of specimens donated by other collectors who, to some degree or other, have provided the material presented in this study (Martín in press).

Viejo (1984) was the first to compile all of the data and references available corresponding to butterflies in the Gulf of Guinea published up to such that date subsequently to the record adding any new species later found in Equatorial Guinea (Viejo & Ibero 1990; De Olano & Marcos 1993). The first reviewed list of Bioko's Rhopalocera (Spearman *et al.* 2000) includes, in addition to the corresponding literature review, some new records found in the MNCN collections, although this review -as the

authors highlight- is incomplete. Spearman *et al.* (2000) elevated the number of Rhopalocera species on Bioko Island to 244. As such, and as a base for our review, we will take the collection reviewed by these authors as the starting point even though the nomenclature they quote for certain species has been updated (Libert 2005) or, in some instances, their identification was corrected by means of the appropriate genitalia studies (Martín & Cobos in press). *Acraea eponina* is now denominated *A. serena*, both names being synonyms. Similarly, *A. parrhasia* is the synonym for *A. servona* (Bernaud 2006). Currently, there are two sympatric subspecies of *A. parrhasia* in Bioko Island, *A. p. parrhasia* (Fabricius, 1793) and *A. p. servona* Godart, 1819 (Bernaud 2006). The subspecies *limonata* (Eltringham, 1912) observed on Bioko by many authors (Ackery *et al.* 1995; Libert 2005), is actually considered to be a “yellow form” of ssp. *servona* (Pierre & Bernaud 1999, 2009). The aim of the present paper is the contribution of new data on the butterflies of Bioko.

The classification used in the present paper falls along the lines of the proposal of Ackery *et al.* (1999), which has been followed by many authors. In fact, there have been very few changes to it (Brower 2000) and they generally have implications for certain genera only (Wahlberg *et al.* 2003; Larsen 2005) and are widely accepted and applied to the majority of current studies (Williams, 2008; Sáfián *et al.*, 2009), with just a few small modifications affecting only the lower levels (Nylin *et al.* 2014; Collins *et al.* 2014). Therefore, we shall use this classification in the present work.

MATERIAL AND METHODS

1,732 specimens have been revised, distributed as follows: 153 Papilionidae, 32 Lycaenidae, 278 Pieridae, 1,245 Nymphalidae and 24 Hesperidae. The complete list of all the species in the MNCN's collection is shown in Table 1.

To identify certain examples pertaining to the *Graphium* genus, the genitalia of seven individuals (2♀♀ and 5♂♂) selected from specimens captured on different dates and locations were examined. Likewise, the genitalia of specimens collected in the Caldera de Lubá area during the Madrid Technical University's expeditions in 2005 and 2007, were also examined.

In the present paper, we will apply the International Code of Zoological Nomenclature (ITZN 1999), modifying some of the scientific names, e.g. "biokoense" replacing "biokoensis" or "emperama" replacing "emperamus" etc.

RESULTS

The integral review of the collection allowed us to identify 172 species (14 Papilionidae, 18 Lycaenidae, 29 Pieridae, 94 Nymphalidae, and 17 Hesperidae). Of which, 33 are new record for Bioko Island. Given below are the newly recorded species with their names, data on the number of specimens, original locations, date and collector.

Family **Hesperidae** Latreille, 1809

Subf. **Coeliadinae** Evans, 1937

Coeliades chalybe chalybe (Westwood, 1852)

Basilé, IX-1919, 1♀ (Manuel Martínez de la Escalera leg.).

Subf. **Hesperinae** Latreille, 1809

Meza meza (Hewitson, 1877)

Rébola, I-1933, 1♀ (Federico Bonet - Juan Gil Collado leg.).

Biapá (Concepción), II-1933, 1♀ (Federico Bonet - Juan Gil Collado leg.).

Basilé, I-1933, 1♂ (Federico Bonet - Juan Gil Collado leg.)

Caenides bengalensis (Holland, 1891)

Biapá (Concepción), II-1933, 1♂ (Federico Bonet - Juan Gil Collado leg.).

Gretna bugoma Evans, 1937

Santa Isabel, I-1933, 1♂ (Federico Bonet - Juan Gil Collado leg.).

Acleros mackenii olaus (Plotz, 1884)

Santa Isabel, I-1933, 1♀ (Federico Bonet - Juan Gil Collado leg.).

Borbo gemella (Mabile, 1884)

Santa Isabel, IX-1928, 1♀ (Teodoro Vives leg.)

Monza cretacea (Snellen, 1872)

Santa Isabel, XI-1928, 1♂ (Teodoro Vives leg.)

Family **Lycaenidae** Leach, 1815.

Subf. **Lipteninae** (Röber, 1892)

Falcuna lybia (Staudinger, 1892)

Sampaka, I-1933, (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Hypophytala henley (Kirby, 1890)

Rébola, I-1933, 1♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Subf. **Miletinae** Reuter, 1896

Megalopalpus simplex Röber, 1886

Sampaka, I-1933, 1♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Lachnocnema emperamus (Snellen, 1872)

Santa Isabel, I-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Subf. **Polyommatae** Swainson 1827

Euchrysops malathana (Biodusval, 1833)

Santa Isabel, XI-1928, 1♂ (Teodoro Vives leg.).

Santa Isabel, IX-1928, 1♂ (Teodoro Vives leg.).

Uranothauma heritsia heritsia (Hewitson, 1876)

Santa Isabel, I-1933, (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Family **Nymphalidae** Swainson, 1827.

Subf. **Heliconiinae** Swainson, 1822

Acraea aurivillii aurivillii Staudinger, 1896

Basilé, IV-1919, 1 ♀ (Manuel Martínez de la Escalera leg.).

Boloko, III-1933, 1 ♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, VIII-1928, 1 ♀ (Teodoro Vives leg.).

Santa Isabel, IX-1928, 2 ♀ (Teodoro Vives leg.).

Santa Isabel, XI-1928, 1 ♀ (Teodoro Vives leg.).

Acraea epiprotea (Butler, 1874)

Rébola, I-1933, 1 ♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Acraea formosa (Butler, 1874)

Basilé, IX-1919, 1 ♀ (Manuel Martínez de la Escalera leg.).

Acraea lumiri Bethune-Baker 1908

Santa Isabel, XI-1928, 1 ♀ (Teodoro Vives leg.).

Acraea pelopeia Staudinger, 1896.

Basilé, IX-1919, 1 ♂ (Manuel Martínez de la Escalera leg.).

Santa Isabel, I-1933, 4 ♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, VII-1901, 1 ♂ (Martínez Escalera leg.).

Santa Isabel, VIII-1928, 1 ♂ (Teodoro Vives leg.).

Santa Isabel, IX-1928, 2 ♂ (Teodoro Vives leg.).

Acraea rupicola rupicola Schultze, 1912

Santa Isabel, IX-1928, 1 ♀ (Teodoro Vives leg.).

Phalanta eurytis (Doubleday, 1847)

Biapá (Concepción), II-1933, 1 ♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Subf. **Limenitinae** Behr, 1864

Bebearia cocalia guineensis (Felder & Felder 1867)

Botonós, I-1933, 1 ♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, XI-1928, 1 ♀ (Teodoro Vives leg.).

Cymothoe excelsa Neustetter, 1912

Biapá (Concepción), II-1933, 1 ♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Euphaedra simplex Hecq, 1978

Rébola, I-1933, 1 ♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Subf. **Satyrinae** Boisduval, 1833

Bicyclus evadne elionias (Hewitson, 1866)

Boloko, III-1933, 1 ♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Botonós, III-1933, 1 ♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Bicyclus milyas (Hewitson, 1864)

Rébola, I-1933, 1 ♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Family **Papilionidae** Latreille, [1802]

Subf. **Papilioninae** Latreille, [1802]

Papilio sosia pulchra Berger, 1950

Basilé, IV-1919, 1♀ (Manuel Martínez de la Escalera leg.).

Santa Isabel, XI-1928, 1♀ (Teodoro Vives leg.).

Family **Pieridae** Swainson, 1820

Subf. **Coliadinae** Swainson, 1827

Eurema desjardinsii desjardinsii (Boisduval, 1833)

Basilé, IV-1919, 1♂ (Manuel Martínez de la Escalera leg.).

Eurema hapale (Mabille, 1882)

Rébola, II-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, I-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Subf. **Pierinae** Duponchel, 1835

Leptosia hybrida hybrida Bernardi, 1952

Sampaka, I-1933, 1♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Sampaka, I-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Leptosia wigginsii (Dixey, 1915)

Biapá (Concepción), II-1933, 1♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Mylothris jaopura Karsch, 1893.

Basilé, I-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, I-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, III-1933, 1♀ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Mylothris ochracea Aurivillius, 1895.

Banapá, 1♀, (Enrique Gori leg)

Mylothris yulei bansoana Talbot, 1944.

Basilé, I-1933, 2♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, I-1933, 1♂ (Federico Bonet-Juan Gil Collado leg.).

Santa Isabel, XI-1928, 1♀ (Teodoro Vives leg.).

DISCUSSION

From the 172 species found, 33 of them represent the first records of Bioko, which means some 20% of all the inventoried species.

Once the genitalia had been extracted and studied from various samples of *Graphium* whose identification caused some doubts, all of them were unequivocally seen to belong to the *Graphium policensis policensis* (Cramer, 1775). No specimens of *G. biokoense* (Gauthier, 1984) have been found, as such. We would like to point out that several review studies concerning the genus *Graphium* have systematically studied the taxon *G. biokoense* Gauthier, 1984 using examples from Cameroon and Gabon, but not with specimens from Bioko (Smith & Vane-Wright 2001). Therefore, we consider that the distribution of both taxa should be revised as already observed by Hancock (2006).

The example of *Telipna semirufa* (Grose-Smith & Kirby, 1889) studied which belong to the Melquiades Criado collection (1901) -of which neither the exact location

nor collection date are known- was reviewed by M. Libert in 2004 who modified the original genus recorded by Fernando Martínez de la Escalera and assigned *Mimeresia* as the correct genera (own observations). When we studied this specimen in our review we classified it as *Mimeresia libentina* (Hewitson, 1866), a species already referenced as existing on the island (Santa Isabel and San Carlos, today Malabo and Lubá respectively) by Schultze (1916). The specimen cited as *Paracleros placidus* (Plötz, 1879) actually belongs to the species *P. substrigata* (Holland, 1893), as such we consider the presence of *P. placidus* on Bioko to be unconfirmed. *Protogoniomorpha anacardii* Linnaeus, 1758 (previously *Salamis anacardii*) has been noted in the areas of Malabo and Basilé, but both examples that were collected in 1928 by T. Vives, were shown to belong to *P. parhassus* (Drury, 1782).

As the above data suggest, we consider the total number of species to be correctly cited on the mentioned list of Bioko Rhopalocera which stand at 241 (Spearman *et al.* 2000). This figure has subsequently been increased with the references included in several general studies (Larsen 2005; Turlin 2007; Williams 2008; D'Abrera 2009; Libert 2010) or with results from recent surveys in specific areas of Bioko (Martín *et al.* 2011; Martín & Cobos in press). As an example, we can highlight that including the new species cited in the present work, the Lycaenidae family alone has increased by 24 new examples, elevating the total number to 76 species (Martín in prep), which represents over 30% of the new records.

We estimate that the current number of Bioko species cited in the scientific literature is of around 350 (Martín & Cobos 2010b; Martín in prep), bearing in mind that as proposed by Spearman *et al.* (2000), the real number of Bioko Rhopalocera is probably much greater given that the south of the island is practically unexplored (Martín & Cobos 2010a; Navarro *et al.* 2012) even though it is considered to be the most diverse area of the Island (Burgess *et al.* 2006; Obama 2006).

ACKNOWLEDGEMENTS

My special thanks and acknowledgement to Mercedes París, Amparo Blay and Mercedes Hitado for their help to facilitate our consulting of the collection of the butterflies of Bioko in the Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Likewise, I would like to thank Diana Martín and Ignacio Arizmendi for their assistance and important work in the preparation of the collections. Also, my acknowledgement and appreciation to Dr. Antonio Vives, who has made all the necessary genitalia for the confirmation of the species cited in this paper. I am very grateful to Pablo Cobos for his collaboration in the identification of some specimens.

REFERENCES

- ACKERY, P. R., SMITH, C. R. & VANE-WRIGHT, R. I. 1995. *Carcasson's African Butterflies: An annotated Catalogue of the Papilionoidea and Hesperioidea of the Afrotropical Region*: 803 pp. British Museum (Natural History). London.
- ACKERY, P. R., DE JONG, R. & VANE-WRIGHT, R. I. 1999. The butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. In: Kristensen, N.P. (Ed.) *Handbook of Zoology* 4(35): 263-300. De Gruyter, Berlin.

- BERNAUD, D. 2006. Classé aujourd'hui dans le sous-genre *Actinote* et dans le clade nommé: *parrhasia*. www.acraea.com. (Accessed 2014-10-10).
- BOLÍVAR, C. 1933.- Llegada a Santa Isabel (Fernando Poo) de los consocios Juan Gil Collado, Federico Bonet Marco y Luz Trinidad Gutiérrez. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 33:15. Madrid
- BROWER, A. V. Z. (2000). Phylogenetic relationships among the Nymphalidae (Lepidoptera), inferred from partial sequences of the wingless gene. *Proceedings of the Royal Society of London (B)* 267: 1201-1211.
- BURGESS, N.; HALES, J. D.; RICKETTS, T. H. & DINERSTEIS, E. 2006. Factoring species, non-species values and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands. *Biological Conservation* 127: 383-401.
- COLLINS, S. C., COLIN, T., CONGDON, E., HENNING, G. A., LARSEN, T. B. & WILLIAMS, M. C. 2014. A review of d'Abrera's *Butterflies of the Afrotropical Region. Part III* (second edition), 2009: Part 3 (Theclinae, Polyommatainae and Riodinidae). *Metamorphosis* 25: 109-122
- D'ABRERA, B. 2009. *Butterflies of the Afrotropical Region. Part III: Lycaenidae, Riodinidae*: 880 pp. Hill House Publishers, Melbourne and London.
- DE OLANO, I. & MARCOS, J. M., 1993. Lepidópteros Papilionoidea de Guinea Ecuatorial y sus islas. *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Álava* 8: 137-169.
- HANCOCK, D.L. 2006. Notes on the Afrotropical species of *Graphium* Scopoli (Lepidoptera: Papilionidae). *Metamorphosis* 17(1): 6-19.
- IZQUIERDO, I. 2011. Hacia el Muni y la Guinea Española. En: MARTÍN, C. & IZQUIERDO, I. (eds). *Al encuentro del naturalista Manuel Martínez de la Escalera (1867-1949)*. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 341-364.
- IZQUIERDO, I., MARTÍN, C., PARÍS, M. & SANTOS, C. 1997. La colección de entomología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC). *Graellsia* 53: 49-85.
- INTERNATIONAL TRUST FOR ZOOLOGICAL NOMENCLATURES. 1999. *International Code of Zoological Nomenclatures*. The Natural History Museum. Cromwell Road, London SW 7 5BD. United Kingdom.
- JUNTA PARA AMPLIACIÓN DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS. 1933. *Memoria correspondiente a los cursos 1931 y 1932*.

- Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas, Madrid. 1-406.
- LARSEN, T. B. 2005. *Butterflies of West Africa*. Apollo Books. Svendborg. 595 pp.
- LIBERT, M. 2005. *Révision du genre Telipna Aurivillius (Lepidoptera, Lycaenidae)*. ABRI – Lambillionea, 89 pp., 13 pl. coul.
- LIBERT, M. 2010. *Révision des Anthene africains (Lepidoptera, Lycaenidae)*. ABRI. Lambillionea, 420 Pp.
- MARTÍN, I. (in press). Expediciones, recolecciones y estudios de lepidopterología en la isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. Revised and Accepted 2014-X-21.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010a. Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial).- In E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 137-150. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga. Málaga.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010b. Papilionidae, Pieridae and Danainae (Insecta: Lepidoptera) of the Caldera of Lubá. Bioko Island. (Equatorial Guinea). In Proceeding *IXth European Congress of Entomology*. Budapest 23-27 August, 2010: 234.
- MARTÍN, I. & COBOS, P. (in press). Skipper butterflies of the Caldera de Lubá. Bioko Island (Equatorial Guinea) (Lepidoptera: Hesperiiidae). *SHILAP Revista de Lepidopterología*. Revised and Accepted 2014-IV-06.
- MARTÍN, I., COBOS, P. & RODRÍGUEZ DE RIVERA, O. 2011. Skipper butterflies (Lepidoptera: Hesperiiidae) of the Caldera de Lubá (Bioko Island, Equatorial Guinea). In Proceeding: *European Congress of Lepidopterology*. Luxemburg, 9-14 may 2011: 63.
- NAVARRO, R. M., CLEMENTE, M., KASIMIS, N., PADRÓN, E., HERNÁNDEZ, E., MARTÍN, E. & GARCÍA, A. 2012. Cartografía de la vegetación de la Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial) mediante el uso de imágenes LandSat 7 ETM+: particularización del piso afromontano. *Darwiniana* 50(2): 252-265.
- NYLIN, S., SLOVE, J. & JANZ, N. 2014. Host plant utilization, host range oscillations and diversification in nymphalid butterflies: a phylogenetic investigation Evolution. *International Journal of Organic Evolution* 68(1): 105–124.

- OBAMA, C. 2006. De la expansión a la recesión: la inoperancia legal en la gestión de los recursos forestales de Guinea Ecuatorial. *Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales*. WRN: 166-181.
- PARÍS, M., BLAY, A., HITADO, M., IZQUIERDO, I. & MARTÍN, C. 2011. El patrimonio científico de M.M. de la Escalera en el Museo Nacional de Ciencias Naturales. En: MARTÍN, C. & IZQUIERDO, I. (eds). *Al encuentro del naturalista Manuel Martínez de la Escalera (1867-1949)*. Monografías Museo Nacional de Ciencias Naturales-Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 583-611
- PIERRE, J. & BERNAUD, D. 1999. Révision d'*Acraea parrhasia* (Fabricius, 1793) et d'*A. servona* (Godart, 1819); premiers états (Lepidoptera, Nymphalidae). *Lambillionea*, XCIX, 4: 589-596.
- PIERRE, J. & BERNAUD, D. 2009. Nymphalidae XVI: *Acraea* I (sous-genre *Actinote*) in: BAUER, E. & FRANKENBACH, Th. (Eds). *Butterflies of the World*. Supplement 16. 19Pp.
- SÁFIÁN S. Z., COLLINS, S. C., KORMOS, B. & SIKLÓSI, A. 2009. African Butterfly Database version 1.0. Available in <http://www.abdb-africa.org>. (Accessed 2014-10-10)
- SCHULTZE, A. 1916. Weitere neue rhopaloceren aus der ausbeute der II. Inner-Afrika-Expedition des Herzogs Adolf Friedrich zu Mecklenburg. Neue Folge.- Archiv. Für Naturgeschichte, 82(3): 34-39.
- SMITH, C. R. & VANE WRIGHT, D. 2001. A review of the afrotropical species of the genus *Graphium* (Lepidoptera: Rhopalocera: Papilionidae). *Bulletin of The Natural History Museum* (Entomology Series) **70** (2): 503-719
- SPEARMAN, L. A., ORFE, N. A. & WEINTRAUB, J. D. 2000. An annotated list of the butterfly fauna of Bioko Island, Equatorial Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperioidea). *Transactions of the American Entomological Society*, **126** (3-4): 447-475.
- TURLIN, B. 2007. *Butterflies of the World*, Part 28: Nymphalidae, No. 14: The Afrotropical Species of Charaxes, Part 3. Ed: Antiquariat Geock & Evers. 40Pp.
- VIEJO, J. L. 1984. Contribución al conocimiento de las mariposas del Golfo de Guinea (Lepidoptera: Papilionoidea). *Eos, Madrid* **60**: 335-369.

- VIEJO, J. L. & C. IBERO, 1990. Los Papilionidos de Guinea Ecuatorial (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP Revta. Lepid.* 18 (72): 295-300.
- WAHLBERG, N., WEINGARTNER, E. & NYLIN, S. 2003. Towards a better understanding of the higher systematics of Nymphalidae (Lepidoptera: Papilionoidea). *Molecular Phylogenetic Evolution.* 28, 473–484.
- WILLIAMS, M. C. 2008. Checklist of Afrotropical Papilionoidea and Hesperioidea; Compiled by Mark C. Williams (7th Ed). Available in: <http://www.atbutterflies.com/index.htm> (Accessed 2014-09-27).

Table 1. List of Butterflies from Bioko Island in the MNCN collection.

NRBI (New Record for Bioko Island)

FAMILY/SUBFAMILY	SPECIE/AUTOR	NRBI
Family Hesperiiidae Latreille, 1809		
Subf. Coeliadinae Evans, 1937	<i>Pyrrhochalcia iphis</i> (Drury, 1773)	
	<i>Coeliades chalybe chalybe</i> (Westwood, 1852)	NRBI
	<i>Coeliades forestan</i> (Stoll, 1782)	
Subf. Hesperinae Latreille, 1809	<i>Pardaleodes incertus</i> (Plötz, 1883)	
	<i>Caenides bengalensis</i> (Holland, 1891)	NRBI
	<i>Ceratrachia flava</i> Evans, 1947	
	<i>Gretna bugoma</i> Evans, 1937	NRBI
	<i>Acleros mackenii olaus</i> (Plotz, 1884)	NRBI
	<i>Artitropa comus</i> (Stoll, 1782)	
	<i>Pardaleodes tibullus</i> (Fabricius, 1793)	
	<i>Paracleros substrigatus</i> (Holland, 1893)	
	<i>Borbo gemella</i> (Mabille, 1884)	NRBI
	<i>Meza meza</i> (Hewitson, 1877)	NRBI
	<i>Monza cretacea</i> (Snellen, 1872)	NRBI
Subf. Pyrginae Burmeister, 1878	<i>Celaenorrhinus plagiatas</i> (Berger, 1976)	
	<i>Celaenorrhinus galenus</i> (Fabricius, 1793)	
	<i>Tagiades flesus</i> (Fabricius, 1781)	
<hr/>		
Family Lycaenidae Leach, 1815		
Subf. Lipteninae (Röber, 1892)	<i>Eresiomera isca</i> (Hewitson, 1873)	
	<i>Falcuna lybia</i> (Staudinger, 1892)	NRBI
	<i>Hypophytala henley</i> (Kirby, 1890)	NRBI
	<i>Hypophytala hyettoides</i> (Aurivillius, 1895)	
	<i>Liptena bolivari</i> Kheil, 1905	
	<i>Mimeresia libentina</i> (Hewitson, 1866)	
	<i>Pentila abraxas</i> (Westwood, 1851)	
	<i>Ptelina carnuta</i> (Hewitson, 1873)	
	<i>Telipna ruspinoidea</i> Schultze, 1923	
Subf. Miletinae Reuter, 1896	<i>Megalopalpus simplex</i> Röber, 1886	NRBI
	<i>Lachnocnema emperama</i> (Snellen, 1872)	NRBI
Subf. Polyommatae Swainson 1827	<i>Anthene larydas</i> (Cramer, 1780)	
	<i>Cacyreus lingesus</i> (Stoll, 1782)	
	<i>Euchrysops malathana</i> (Boisduval, 1833)	NRBI
	<i>Uranothauma heritsia heritsia</i> (Hewitson, 1876)	NRBI
	<i>Zizeeria knysna</i> (Trimen, 1862)	
	<i>Zizula hylax</i> (Fabricius, 1775)	
Subf. Theclinae Swainson 1831	<i>Hypolycaena hatita</i> Hewitson, 1865	
<hr/>		
Family Nymphalidae Rafinesque, 1815		
Subf. Biblidinae Boisduval, 1833	<i>Ariadne actisanes</i> (Hewitson, 1875)	
	<i>Eurytela alinda</i> Mabille, 1893	
	<i>Eurytela hiarbas hiarbas</i> (Drury, 1782)	
	<i>Neptidopsis ophione ophione</i> (Cramer, 1777)	
	<i>Sevenia amulia amulia</i> (Cramer, 1777)	

Subf. Charaxinae Guenée, 1865	<i>Charaxes brutus</i> (Cramer, 1779)	
	<i>Charaxes castor</i> (Cramer, 1775)	
	<i>Charaxes cedreatis</i> Hewitson, 1874	
	<i>Charaxes fulvescens marialuisae</i> Canu, 1989	
	<i>Charaxes lucretius</i> Cramer, [1775]	
	<i>Charaxes numenes malabo</i> Turlin, 1998	
	<i>Charaxes protoclea cedrici</i> Canu, 1989	
	<i>Charaxes tiridates choveti</i> Turlin, 1998	
	<i>Palla ussheri dobelli</i> (Hall, 1919)	
	Subf. Danainae Boisduval, 1833	<i>Amauris echeria</i> (Stoll, 1790)
<i>Amauris hecate</i> (Butler, 1866)		
<i>Amauris inferna</i> Butler, 1871		
<i>Amauris niavius</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Amauris tartarea</i> Mabille, 1876		
<i>Danaus chrysippus</i> (Linnaeus, 1758)		
Subf. Heliconiinae Swainson, 1822	<i>Acraea acerata</i> Hewitson, 1874	
	<i>Acraea alciope</i> Hewitson, 1852	
	<i>Acraea aurivillii aurivilli</i> Staudinger, 1896	NRBI
	<i>Acraea bonasia bonasia</i> (Fabricius, 1775)	
	<i>Acraea egina egina</i> (Cramer, 1775)	
	<i>Acraea epaea insulana</i> Ackery, 1995	
	<i>Acraea epiprotea</i> (Butler, 1874)	NRBI
	<i>Acraea excisa</i> (Butler, 1874)	
	<i>Acraea formosa</i> (Butler, 1874)	NRBI
	<i>Acraea jodutta jodutta</i> (Fabricius, 1793)	
	<i>Acraea lumiri</i> Bethune-Baker 1908	NRBI
	<i>Acraea lycoa</i> Godart, 1819	
	<i>Acraea oberthueri</i> Butler, 1895	
	<i>Acraea orestia orestia</i> Hewitson, 1874	
	<i>Acraea orina</i> Hewitson, 1874	
	<i>Acraea parrhasia servona</i> Godart, 1819	
	<i>Acraea parrhasia parrhasia</i> (Fabricius, 1793)	
	<i>Acraea pelopeia</i> Staudinger, 1896	NRBI
	<i>Acraea peneleos peneleos</i> Ward, 1871	
	<i>Acraea pharsalus pharsalus</i> Ward, 1871	
	<i>Acraea pseudegina</i> Westwood, 1852	
	<i>Acraea quirina quirina</i> (Fabricius, 1781)	
	<i>Acraea rupicola rupicola</i> Schultze, 1912	NRBI
<i>Acraea serena</i> (Fabricius, 1775)		
<i>Acraea umbra macarioides</i> (Aurivillius, 1893)		
<i>Acraea zetes zetes</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Lachnoptera anticlia</i> (Hübner, 1819)		
<i>Phalanta eurytis</i> (Doubleday, 1847)	NRBI	
Subf. Limenitinae Behr, 1864	<i>Aterica galene</i> (Brown, 1776)	
	<i>Bebearia barce maculata</i> (Aurivillius, 1912)	

	<i>Bebearia cocalia guineensis</i> (Felder & Felder 1867)	NRBI
	<i>Catuna crithea</i> (Drury, 1773)	
	<i>Cymothoe caenis</i> (Drury, 1773)	
	<i>Cymothoe coccinata</i> (Hewitson, 1874)	
	<i>Cymothoe consanguis</i> Aurivillius, 1896	
	<i>Cymothoe excelsa</i> Neustetter, 1912	NRBI
	<i>Euphaedra ceres ceres</i> (Fabricius, 1775)	
	<i>Euphaedra harpalyce vana</i> Hecq, 1991	
	<i>Euphaedra losinga wardi</i> (Druce, 1874)	
	<i>Euphaedra medon fernanda</i> Hecq, 1981	
	<i>Euphaedra medon medon</i> (Linnaeus, 1763)	
	<i>Euphaedra mirabilis mirabilis</i> Hecq, 1980	
	<i>Euphaedra simplex</i> Hecq, 1978	NRBI
	<i>Euriphene barombina</i> (Aurivillius, 1894)	
	<i>Hamanumida daedalus</i> (Fabricius, 1775)	
	<i>Neptidopsis ophione ophione</i> (Cramer, 1777)	
	<i>Neptis melicerta</i> (Drury, 1773)	
	<i>Pseudacraea semire</i> (Cramer, 1779)	
	<i>Pseudoneptis bugandensis</i> Stoneham, 1935	
Subf. Nymphalinae Rafinesque, 1815	<i>Antanartia dimorphica mortoni</i> Howarth, 1966	
	<i>Hypolimnas anthedon anthedon</i> (Doubleday, 1845)	
	<i>Hypolimnas misippus</i> (Linnaeus, 1764)	
	<i>Hypolimnas salmacis insularis</i> Schultze, 1920	
	<i>Junonia oenone oenone</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Junonia sophia</i> (Fabricius, 1793)	
	<i>Junonia stygia</i> (Aurivillius, 1894)	
	<i>Junonia terea</i> (Drury, 1773)	
	<i>Kallimoides rumia</i> (Doubleday, 1849)	
	<i>Precis pelarga</i> (Fabricius, 1775)	
	<i>Protogoniomorpha parhassus</i> (Drury, 1782)	
Subf. Satyrinae Boisduval, 1833	<i>Bicyclus angulosus</i> (Butler, 1868)	
	<i>Bicyclus dorothea concolor</i> Condamin & Fox, 1964	
	<i>Bicyclus evadne elionias</i> (Hewitson, 1866)	NRBI
	<i>Bicyclus hyperanthus</i> Bethune-Baker 1908	
	<i>Bicyclus italus</i> (Hewitson, 1865)	
	<i>Bicyclus martius sanaos</i> (Hewitson, 1866)	
	<i>Bicyclus milyas</i> (Hewitson, 1864)	NRBI
	<i>Bicyclus sandace</i> (Hewitson, 1877)	
	<i>Bicyclus vulgaris</i> (Butler, 1868)	
	<i>Elymniopsis bammakoo bammakoo</i> (Westwood, 1851)	
	<i>Gnophodes betsimena</i> (Boisduval, 1833)	
	<i>Gnophodes chelys</i> (Fabricius, 1793)	
	<i>Melanitis leda</i> (Linnaeus, 1758)	
	<i>Ypthima doleta</i> Kirby, 1880	

Family Papilionidae Latreille, [1802]

Subf. Papilioninae Latreille, [1802]

- Graphium latreillianum theorini* (Aurivillius, 1881)
Graphium leonidas (Fabricius, 1793)
Graphium polícenes polícenes (Cramer, 1775)
Papilio charopus charopus Westwood, 1843
Papilio dardanus sulfureus Palisot de Beauvois, 1806
Papilio demodocus Esper, [1798]
Papilio fernandus Fruhstorfer, 1903
Papilio hesperus feae Storace, 1963
Papilio lormieri Distant, 1874
Papilio menestheus Drury, 1773
Papilio nireus Linnaeus, 1758
Papilio phorcas congoanus Rothschild, 1896
Papilio sosia pulchra Berger, 1950
Papilio zenobia amygdaliferus Schultze, 1913

NRBI

Family Pieridae Swainson, 1820

Subf. Coliadinae Swainson, 1827

- Catopsilia florella* (Fabricius, 1775)
Eurema brigitta brigitta (Stoll, [1780])
Eurema desjardinsii desjardinsii (Boisduval, 1833)
Eurema florícola (Boisduval, 1833)
Eurema hapale (Mabille, 1882)
Eurema hecabe soliferum (Butler, 1875)
Eurema regulare (Boisduval, 1833)
Eurema senegalense (Boisduval, 1836)

NRBI

NRBI

Subf. Pierinae Duponchel, 1835

- Appias epaphia epaphia* (Cramer, [1779])
Appias phaola phaola (Doubleday, 1847)
Appias sabina (Felder & Felder, [1865])
Leptosia alcesta (Stoll, [1782])
Leptosia hybrida hybrida Bernardi, 1952
Leptosia marginea (Mabille, 1890)
Leptosia medusa (Cramer, 1777)
Leptosia nupta (Butler, 1873)
Leptosia wigginsii (Dixey, 1915)
Mylothris jaopura Karsch, 1893
Mylothris nubila (Möschler, 1884)
Mylothris ochracea Aurivillius, 1895
Mylothris rezbina (Plötz, 1880)
Mylothris rhodope (Fabricius, 1775)
Mylothris schumanni Suffert, 1904
Mylothris sjostedti Aurivillius, 1895
Mylothris spica (Möschler, 1884)
Mylothris yulei bansoana Talbot, 1944
Nepheronia thalassina (Boisduval, 1836)
Nepheronia argia argia (Fabricius, 1775)
Pseudopontia paradoxa (Felder & Felder, 1869)

NRBI

NRBI

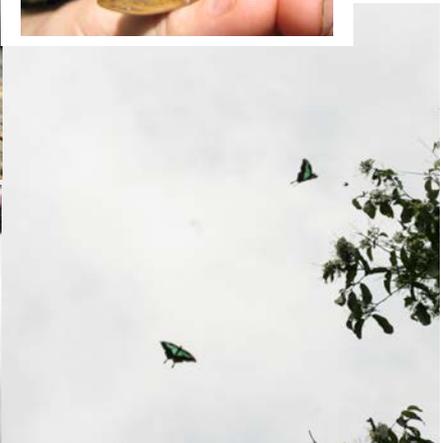
NRBI

NRBI

NRBI

Subf. Pseudopontiinae Reuter 1896

CAPÍTULO 7.



CAPÍTULO 7. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

SÍNTESIS DE RESULTADOS

Como ha quedado de manifiesto a lo largo de la presente memoria, el estudio de los lepidópteros ropalóceros de Bioko es abundante, tanto en trabajos de recolección y bibliográficos (Capítulo 2) como en el número de especies debidamente acreditadas (Capítulos 4, 5 y 6). La ya mencionada vinculación histórica de España y sus zoólogos a Bioko es muy extensa, tanto en el número de expediciones científicas promovidas y financiadas por entidades públicas españolas o de otros países europeos, como el aporte de material para estudio que realizaron colectores particulares aficionados a la entomología. Todo ello ha permitido el estudio de 1.732 ejemplares de ropalóceros de Fernando Poo (Bioko), depositados en el MNCN. De este importante trabajo de estudio y revisión se han obtenido datos relevantes para la presente memoria de investigación. De una parte y sumado a la información obtenida en el Capítulo 2, hemos constatado la absoluta ausencia de datos previos sobre ropalóceros en la Reserva Científica de la Caldera de Lubá (Figura 3) y, al mismo tiempo, se han sumado 33 nuevos registros (Tabla 1) a la lista de las mariposas diurnas de Bioko (Capítulo 6).

Los Capítulos 4 y 5 muestran los resultados obtenidos para la Reserva Científica, al tiempo que se discuten determinados aspectos de los mismos. Es importante destacar que, durante los trabajos de determinación, a aquellos ejemplares dudosos o de difícil adscripción a un taxón u otro se les practicó la correspondiente genitalia. Esta técnica nos ha permitido cuestionar la abundancia, e incluso la presencia (Martín en prep), de *Graphium biokoensis* (Gauthier, 1984) en la isla de Bioko.

En conjunto se ha determinado, por vez primera, 70 especies de ropalóceros en el interior de la Caldera de Lubá de las cuales 14 representan también los primeros registros para la isla de Bioko (Tabla 1). Estas 70 primeras citas de mariposas diurnas de la Reserva Científica se distribuyen taxonómicamente del modo siguiente (Figura 1): 8 Papilionidae, 4 Lycaenidae, 4 Pieridae, 1 Riodinidae, 46 Nymphalidae y 7 Hesperiididae.

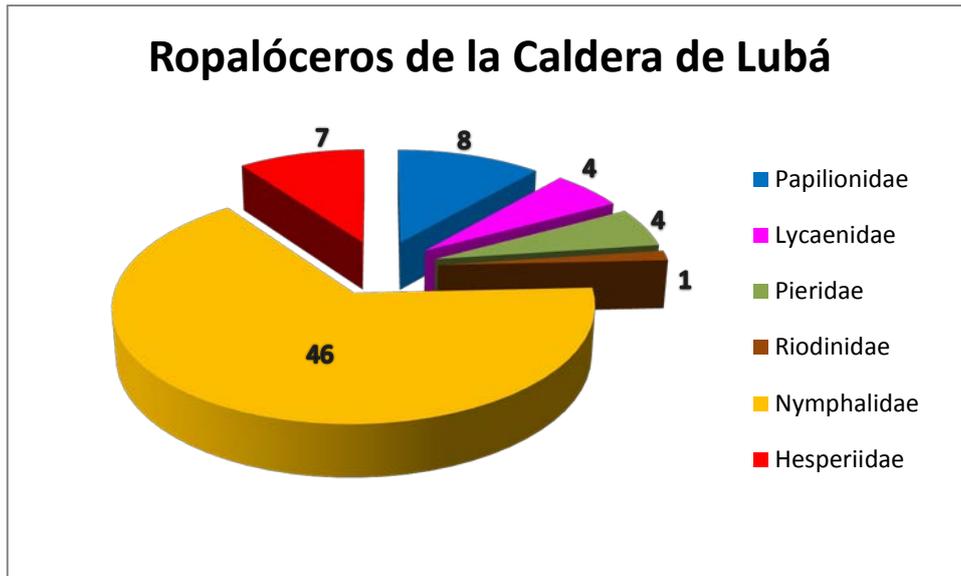


Figura 1. Distribución por familias de los ropalóceros de la Caldera de Lubá.

La familia Nymphalidae aporta alrededor del 65% de las especies presentes, resultando una proporción semejante a la registrada en áreas ecológicamente similares como el cercano Monte Camerún, mientras que la familia Lycaenidae no alcanza el 6% del total. Esta última familia puede estar subestimada en su riqueza de especies debido a que para muchas de ellas se requieren técnicas específicas de muestreo, ya sea por congregarse en puntos elevados como los machos de algunos Lipteninae o por tener tendencia a concentrarse en las proximidades de determinadas especies de hormiga (ver Capítulos 4.1 y 5). El resto de familias mantienen proporciones similares a las de otras áreas de la subregión Guineo-Congoleza de bosque lluvioso.

En la Figura 2 se representan la distribución de capturas por estación de muestreo, resultando elocuente el predominio de la estación 6 (Campamento UPM-Río Riaco). Las estaciones 1 (Fondo Caldera) y 10 (Moraca) límite altitudinal superior e inferior respectivamente, representan en conjunto el 25% del total. La cota de dominancia (hallada como media ponderada entre todas las capturas) se sitúa alrededor de los 820 msnm, no siendo significativa la variación específica entre las estaciones con mayor número de capturas, es decir, la comunidad de las áreas localizadas a más altitud es semejante en composición a las estaciones de cotas inferiores. Exceptuando las estaciones 7 y 10, los Nymphalidae han sido mayoritarios en todas las estaciones de muestreo, mientras que Riodinidae ha resultado ser la familia con la mayor cota de captura, promediando aproximadamente 1.000 msnm y alcanzando, de todos los ejemplares recolectados, la mayor altitud con 1.744 msnm (Capítulo 4.3).

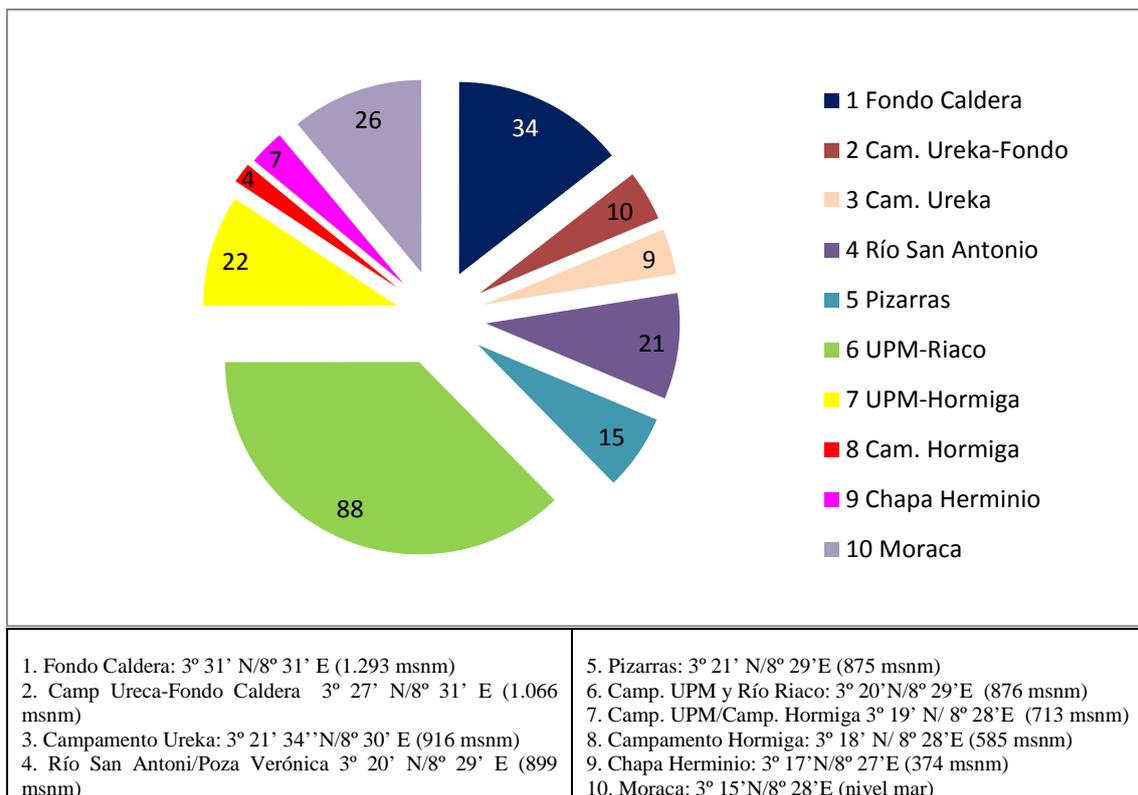


Figura 2. Ropalóceros de la Caldera de Lubá. Capturas por estación de muestreo.

Tras la aplicación de diversos índices de diversidad y funciones de acumulación (Capítulos 4.2 y 5), de los resultados mostrados podemos inferir importantes conclusiones: alto valor del índice de riqueza de Margalef, que por sí mismo nos puede orientar sobre la diversidad de especies; el índice de equidad de Shannon-Weaver (H') superior a 3,8, refleja una estructura equitativa de la comunidad; las curvas de estimas en modelos no paramétricos se hacen estables y, por tanto, podemos considerar nuestro muestreo como representativo. Podemos concluir, por tanto, que los ropalóceros de la Gran Caldera de Lubá constituyen una comunidad extraordinariamente diversa y de gran equidad, sin que existan entre ellos taxones con altos grados de amenaza a nivel general o particularizado en Bioko y, en su conjunto, muestran una estructura de gran equilibrio y estabilidad. Presenta, además, un excelente estado de conservación.

Tal como se menciona en el Capítulo 6, el total de ejemplares estudiados en las colecciones del MNCN fue de 1.732, representando un total de 172 especies. De ellas 33 son los primeros registros para Bioko, suponiendo en conjunto alrededor del 20% de las especies revisadas. En la Tabla 1 se representan las capturas que significan nuevas

citas para Bioko incluyendo, como hemos mencionado anteriormente, las obtenidas en el interior de la Reserva Científica de la Caldera de Lubá.

NCB (Nuevo cita para Bioko). CL (Caldera de Lubá). MNCN (Museo Nacional de Ciencias Naturales)

FAMILIA/SUBFAMILIA	ESPECIE/AUTOR	CL	MNCN
Family Hesperiiidae Latreille, 1809			
Subf. Coeliadinae Evans, 1937	<i>Coeliades chalybe chalybe</i> (Westwood, 1852)		NCB
	<i>Coeliades forestan</i> (Stoll, 1782)	NCB	
Subf. Hesperinae Latreille, 1809	<i>Semalea pulvina</i> (Plötz, 1879)	NCB	
	<i>Caenides bengá</i> (Holland, 1891)		NCB
	<i>Gretna bugoma</i> Evans, 1937		NCB
	<i>Acleros mackeenii olaus</i> (Plotz, 1884)		NCB
	<i>Borbo gemella</i> (Mabile, 1884)		NCB
	<i>Meza meza</i> (Hewitson, 1877)		NCB
	<i>Monza cretacea</i> (Snellen, 1872)		NCB
	<i>Ceratríchia phocion cameroná</i> Miller, 1971	NCB	
Subf. Pyrginae Burmeister, 1878	<i>Celaenorrhínius plagiatus</i> (Berger, 1976)	NCB	
Familia Lycaenidae Leach, 1815			
Subf. Lipteninae (Röber, 1892)	<i>Falcuna lybia</i> (Staudinger, 1892)		NCB
	<i>Hypophytala henley</i> (Kirby, 1890)		NCB
	<i>Pentíla fidoníodes</i> Schultze, 1923	NCB	
Subf. Miletinae Reuter, 1896	<i>Megalopalpus simplex</i> Röber, 1886		NCB
	<i>Lachnocnema emperama</i> (Snellen, 1872)		NCB
Subf. Polyommatinae Swainson 1827	<i>Euchrysops malathana</i> (Boisduval, 1833)		NCB
	<i>Uranothauma herítsia herítsia</i> (Hewitson, 1876)		NCB
Fam. Nymphalidae Swainson, 1827			
Subf. Danainae Boisduval, 1833	<i>Amauris vashti</i> (Butler, 1869)	NCB	
Subf. Heliconiinae Swainson, 1822	<i>Acraea aurivillíi aurivillíi</i> Staudinger, 1896		NCB
	<i>Acraea epíprotea</i> (Butler, 1874)		NCB
	<i>Acraea formosa</i> (Butler, 1874)		NCB
	<i>Acraea lumiri</i> Bethune-Baker 1908		NCB
	<i>Acraea pelopeia</i> Staudinger, 1896		NCB
	<i>Acraea rupícola rupícola</i> Schultze, 1912		NCB
	<i>Lachnoptera anticlíia</i> (Hübner, 1819)	NCB	
	<i>Phalanta eurytis</i> (Doubleday, 1847)		NCB
Subf. Limenitinae Behr, 1864	<i>Bebearia cocalia guineensis</i> (Felder & Felder 1867)		NCB
	<i>Cymothoe capella</i> (Ward, 1871)	NCB	
	<i>Cymothoe althea</i> (Cramer, 1776)	NCB	
	<i>Cymothoe consanguis</i> Aurivillius, 1896	NCB	
	<i>Cymothoe excelsa</i> Neustetter, 1912		NCB
	<i>Euphaedra simplex</i> Hecq, 1978		NCB
Subf. Satyrinae Boisduval, 1833	<i>Bicyclus golo</i> (Aurivillius, 1893)	NCB	
	<i>Bicyclus evadne elionias</i> (Hewitson, 1866)		NCB
	<i>Bicyclus milyas</i> (Hewitson, 1864)		NCB
	<i>Bicyclus neustetteri</i> (Rebel, 1914)	NCB	

Fam. Papilionidae Latreille, (1802)		
Subf. Papilioninae Latreille, (1802)	<i>Graphium ucalegon ucalegon</i> (Hewitson, 1865)	NCB
	<i>Papilio sosia pulchra</i> Berger, 1950	NCB
Family Pieridae Swainson, 1820		
Subf. Coliadinae Swainson, 1827	<i>Eurema desjardinsii desjardinsii</i> (Boisduval, 1833)	NCB
	<i>Eurema hapale</i> (Mabille, 1882)	NCB
Subf. Pierinae Duponchel, 1835	<i>Leptosia hybrida hybrida</i> Bernardi, 1952	NCB
	<i>Leptosia wigginsi</i> (Dixey, 1915)	NCB
	<i>Mylothris jaopura</i> Karsch, 1893	NCB
	<i>Mylothris ochracea</i> Aurivillius, 1895	NCB
	<i>Mylothris yulei bansoana</i> Talbot, 1944	NCB
	<i>Nepheronia argia argia</i> (Fabricius, 1775)	NCB

Tabla 1. Nuevos registros de ropalóceros para la isla de Bioko.

CONCLUSIONES: ASPECTOS RELEVANTES Y PRINCIPALES APORTACIONES

El estudio pormenorizado, presentado en el capítulo 2 de esta memoria, aporta datos y registros bibliográficos desde 1847 los cuales, junto a los obtenidos en la revisión íntegra de la colección del MNCN, permiten aseverar que no existe cita anterior alguna de mariposas diurnas en la Reserva Científica. Por ello, las especies de ropalóceros mostradas en los capítulos correspondientes de esta memoria de tesis son, inequívocamente, las primeras citas para la Caldera de Lubá.

En este sentido y manteniendo la línea de investigación sobre el reparto geográfico de las mariposas de Bioko es singularmente importante destacar que, al igual que sucede en la Reserva Científica, no existen datos sobre ropalóceros capturados en el Parque Nacional Pico Basilé. En la Figura 3 se representan, sobre base cartográfica digital de alta resolución proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional de España (mapas no publicados), todas las localidades donde existe documentada información de capturas o citas de lepidópteros ropalóceros, recopiladas desde mediados del Siglo XIX hasta la fecha (Capítulo 2). Todas las localidades son representadas numéricamente para mayor facilidad de visualización. El área perimetrada por la línea roja marca los límites de la Reserva Científica, mientras la línea amarilla lo hace con el Parque Nacional. En conjunto representan alrededor de 3.000 datos acreditados sobre ropalóceros de Bioko (Martín *et al* en prep.).



1.- Banapá	12.- Rébola
2.- Basapú	13.- Sampaca, antes Samapaka
3.- Basilé	14.- Lubá, antes San Carlos
4.- Basupú	15.- Malabo, antes Santa Isabel
5.- Riaba, antes Biapá (Concepción)	16.- Ela Nguema, antes Macías Nguema
6.- Bococo, antes Bokoko	17.- O-wassa, pequeña elevación (489,2 m) llamada hoy día “Basilé Torre”, junto a la pequeña localidad de Basilé.
7.- Boloco, antes Boloko	18.- Punta Europa, antes Punta Frailes
8.- Batoicopo, antes Boluko	19.- Bantabare, antes Banterberri
9.- Baloeri, antes Botonós	20.- Caldera de Lubá, antes de San Carlos.
10.- Baney, antes Laka	
11.- Moca, antes Moka	

Figura 3. Localidades de capturas de lepidópteros ropalóceros aparecidas en la bibliografía científica desde 1847 hasta la fecha. Se incluyen los nuevos registros y datos aportados en los Capítulos 4, 5 y 6 del presente documento.

Se justifica, por tanto, que pese al importante número de estudios y recolecciones mencionados a lo largo del presente documento, una gran parte de la isla de Bioko no cuenta con datos sobre mariposas y los dos grandes macizos montañosos, el Parque Nacional Pico Basilé y la Reserva Científica de la Caldera de Lubá, no han sido prospectados por los lepidopterólogos, a excepción del área muestreada y mostrada como objetivo prioritario del presente trabajo. Asimismo, esta falta de investigación en campo incluye, como ya señalamos, la necesaria aplicación de metodologías específicas que permitan muestrear homogéneamente todas las familias, incluso las menos accesibles, como los Lycaenidae afrotropicales.

Otra aportación que consideramos relevante y merece singular mención es el caso particular de la especie *Graphium biokoensis* (Gauthier, 1984). Como hemos señalado anteriormente, una vez estudiada la genitalia de los diversos ejemplares capturados durante las Expediciones UPM de 2005 y 2007, todos han resultado pertenecer inequívocamente a la especie *Graphium polícenes polícenes* (Cramer, 1775). Asimismo, tras revisar íntegramente la colección de ropalóceros depositada en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid y estudiar la genitalia de varios individuos elegidos al azar, todos han resultado pertenecer igualmente a esta última especie (Martín en prensa) (Fotos 1 y 2).



Fotos 1 y 2. Genitalias e imagos de *Graphium polícenes polícenes* (Cramer, 1775). 1 Ejemplar colectado en 1933 (Bonet-Gil) en Biapá; 2 Ejemplar capturado en 2005 (Exp UPM). Caldera de Lubá.

CONSIDERACIONES FINALES

Como continuación del trabajo presentado en este documento, actualmente se avanza en diferentes líneas de investigación con el objeto de profundizar en determinados aspectos relativos a los lepidópteros ropalóceros de Bioko pero, aunque originados como consecuencia de ello, ajenos al objetivo de la presente memoria.

Con la información disponible y mencionada en las líneas anteriores, basada en la disponibilidad de una ingente cantidad de puntos de captura reseñados actualmente con coordenadas geográficas y seriadas en varios años, se trabaja en la elaboración de un índice de diversidad predictivo (Martín & Rodríguez de Rivera en prep). Tomando como variable respuesta el índice de biodiversidad a estimar, otras covariables pueden ser la vegetación, meteorología, orografía, altitud, etc. A su vez estos datos, plasmados asimismo sobre la vegetación (histórica y actual), pueden permitir establecer una relación temporal entre ellos y, presumiblemente, un estimador de acumulación.

Al contar con una amplia documentación científica previa, sumada a los datos aportados en este documento, la elaboración de una nueva lista de ropalóceros de Bioko resulta casi obligada. Obviamente y a tenor de lo manifestado en el epígrafe anterior, será únicamente una nueva aproximación al conocimiento de la riqueza de especies de mariposas de la isla, al estar ésta muestreada solo de modo parcial. Es evidente que las áreas más accesibles son las únicas visitadas en los trabajos de campo desarrollados en los Siglos XIX y XX, por lo que la información sobre la distribución de los ropalóceros de Bioko está claramente sesgada o es incompleta al observarse áreas muy estudiadas y otras sin datos. Pero, en la actualidad, las vías de comunicación permiten el acceso en vehículo todo terreno al Parque Nacional Pico Basilé, así como una aproximación a los límites de la Reserva Científica y, por tanto, es deseable que nuevas prospecciones de campo amplíen el registro de mariposas de la isla de Bioko con nuevos datos.

En otro orden del conocimiento y como se apunta en los capítulos 4.1 y 5, tal vez la presencia de *Graphium biokoensis* (Gauthier, 1984) en Bioko deba ser revisada. La carencia de datos bibliográficos de la especie en la isla -salvo el fenotipo usado en su descripción original- y la ausencia de otras capturas hace pensar pueda tratarse como “patria falsa”, si bien este aspecto ha de ser investigado en profundidad (Martín en prep).

Por último y como complemento al trabajo ya iniciado y señalado en el capítulo 6 de esta memoria, consideramos prioritaria la adaptación de los nombres de los lepidópteros ropalóceros de Bioko al Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

En diciembre de 2005, la primera Expedición (CGL2005-23762-E) descendía hasta el interior de la Caldera de Lubá e iniciaba la recolección de los primeros ejemplares de ropalóceros de la Reserva Científica. Hoy, diciembre de 2014, en el momento de redactar estas últimas líneas de la presente memoria de tesis para optar al grado de Doctor, han transcurrido nueve años desde entonces y se cierra un primer ciclo de investigación sobre las mariposas diurnas de la Reserva Científica de la Caldera de Lubá y, por extensión, un nuevo trabajo sobre las mariposas de Bioko.

ANEXO I.



Este capítulo reproduce íntegramente el texto del siguiente manuscrito:

MARTÍN, I. & COBOS, P. 2010. Expedición Científica a la Caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial). En: E. VIGUERA, A. GRANDE & J. LOZANO (Coordinadores). *Encuentros con la Ciencia II. Del macrocosmos al microcosmos*: 141-154. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, Málaga.

Expedición científica a la caldera de Lubá. Isla de Bioko (Guinea Ecuatorial)

Ignacio Martín/Pablo Cobos. *Profesores Titulares de Zoología. Escuela de Ingenieros Forestales. Universidad Politécnica de Madrid*

Abril de 2001, después de algo más de tres meses por las selvas de Borneo, Sumatra y Java regresábamos a Madrid. Nada de especial en ello si no fuese por la malaria, esa maldición que infecta a millones y mata a cientos de miles de personas cada año en Asia, el sur de América y, con gran ensañamiento, en África. La misma que marcó de modo singular nuestro primer encuentro con los Bubi, originarios habitantes de Bioko. Las fiebres que provocaba la malaria eran muy altas, por encima de los 42° pero, afortunadamente, era el inicio de la enfermedad y bastaba un anti-térmico y algo de hidratación para devolver al organismo su temperatura natural mientras esperabas los infalibles, rápidos y ofensivamente baratos remedios de occidente.

El vuelo resultó interminable y fue entonces cuando releímos antiguos manuscritos de familiares, donde narraban sus experiencias en Guinea Ecuatorial mientras realizaban el levantamiento topográfico de gran parte de su territorio. Por aquel entonces era una provincia española más.

Algunas semanas después, superada ya la malaria, volábamos con destino a Malabo. El propósito era tener un primer contacto con Guinea Ecuatorial para después rodar una serie documental sobre el país, su historia, sus gentes, su cultura y, por supuesto, sus impresionantes selvas.

Como casi siempre sucede, la primera impresión la encontramos en el aeropuerto, que entonces nos pareció acogedor, entrañable y hospitalario. Seis años después, terminados los trabajos de campo de las dos expediciones científicas, ese mismo lugar se había convertido en uno de los más hostiles, corruptos y peligrosos de Guinea Ecuatorial. Pero esa es otra historia.

Malabo era una de tantas ciudades africanas, con un elocuente pasado colonial pero cargada de la luz y el olor de África. Bulliciosa, sucia, amable, alegre y, como muchas ciudades ribereñas, absolutamente decidida a darle la espalda al mar. Precisamente ese mar que justificó su existencia y que vió como, siglo tras siglo, cambiaba de manos, de nombre y de intenciones.

Aquella primera ocasión nos brindó la oportunidad de conocer la Guinea Ecuatorial antes de los efectos de la explotación de petróleo. Su capital parecía entonces una ciudad esperanzada con el inminente cambio en su modo de vida, en la lógica mejora de oportunidades.

En la Guinea Ecuatorial alejada del petróleo, en lo más profundo de este país, nos encontramos con el verdadero significado del África de los pueblos pues, en la isla de Bioko, a excepción de la capital y la ciudad de Lubá, los asentamientos humanos apenas alcanzan el centenar de individuos. En las aldeas nos topamos con un país de ritos, de pueblos y de tribus, de danzas y curanderos, de casamenteros y sus filtros de amor, de economía de supervivencia, la "casa de la palabra" como lugar de armonía, de cazadores de monos y boas, de cultos religiosos (dioses y morimós), de tabúes y leyendas, de medicina tradicional y creencias populares. Todo hecho de manera clandestina pues los Bubi, quienes junto a los ya desaparecidos Pigmeos fueron los originales habitantes de la Isla, ahora ven como el invasor Fang (proveniente de las tierras continentales) asentado en el poder primero con el dictador Macías y ahora con quien le derrocara con un golpe militar, Obiang, niega toda posibilidad de tradición, desarrollo o futuro. En las aldeas bubi los niños se mueren de malaria, cólera o tifus mientras, no muy lejanas en el horizonte, arden las llamas de las torres petrolíferas.

El día que llegamos a Ureca, después de dos durísimas jornadas a pie desde Belebú, sus vecinos decidieron hacer una fiesta para celebrar que dos "mayores blanquitos" (entre ambos, entonces, sumábamos 85 años) les visitaban. Horas después, mientras unos cantaban y bebían, Anita, de sólo 15 años, moría de malaria sin que nadie pudiera hacer nada. La misma malaria que nosotros mismos, algunas semanas antes, superábamos en una confortable cama de hospital en Madrid. Aquel primer encuentro con los Bubi, redefinió nuestro objetivo en Guinea.



Foto general de la Gran Caldera de Lubá.

Esa misma noche, durante el velatorio, nos hablaron por vez primera del Dios Lommbé, la deidad Bubi que ejerce control sobre los elementos y que vive en un lago en el interior de la "Caldera". Considerada como antiguo cementerio Bubi, las leyendas y cuentos mitológicos mantienen la creencia, entonces sin contrastar, de la posible ocupación de la Gran Caldera de Lubá por algún grupo tribal, quizá pigmeo. Los hombrecillos del bosque, como nos narraban unos y otros, que nadie ha visto y de los que todos hablan. La idea de entrar en la Caldera fue convirtiéndose en un proyecto y, poco a poco, en una Expedición. Al amanecer la decisión estaba tomada: junto a un grupo de Bubis exploraríamos la Gran Caldera de Lubá.

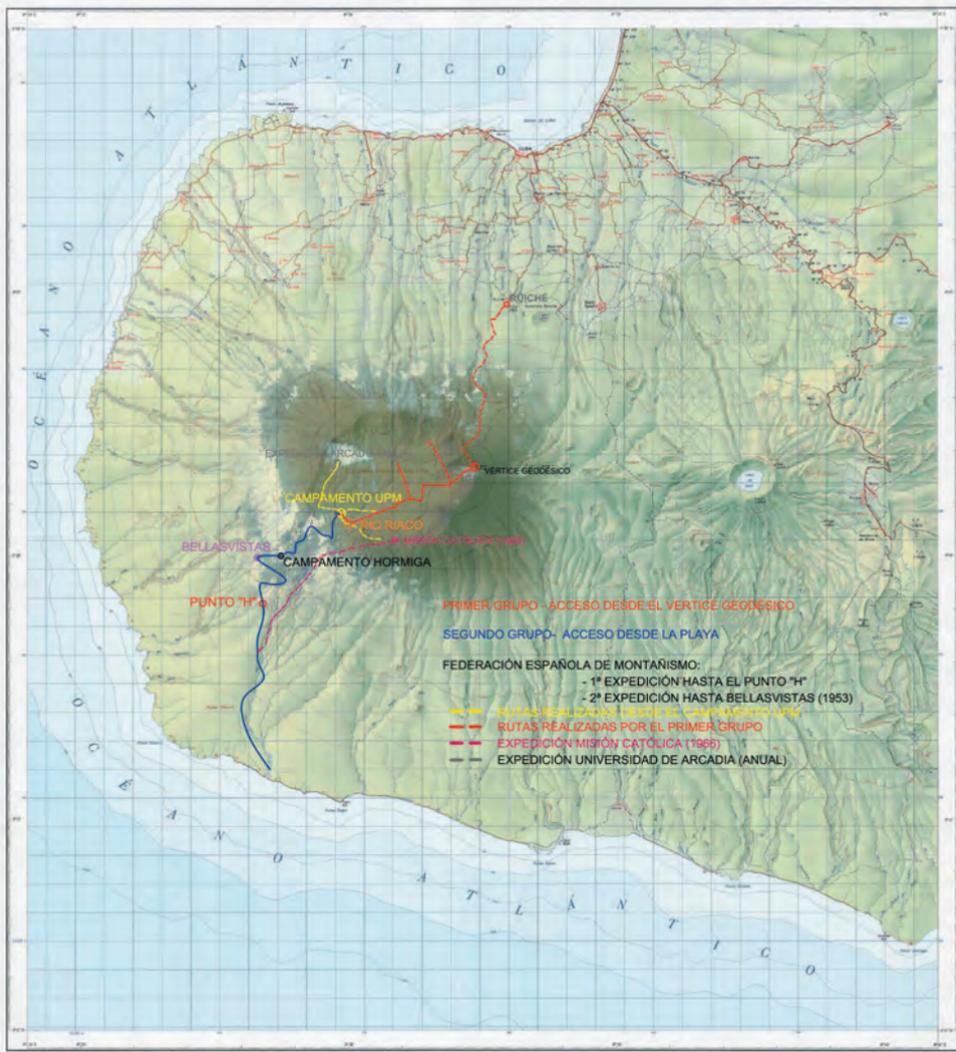
Cuatro años y medio más tarde, después de una interminable secuencia de trabas e impedimentos, papeleos innecesarios, traiciones y envidias, deportaciones, manifiesta incompetencia de unos y otros, zancadillas aquí y allí, pero con una gran dosis de ilusión y buenos amigos, la Universidad Politécnica de Madrid y el programa nacional de I+D lo hicieron posible y comenzábamos la primera expedición científica de la UPM a la Gran Caldera de Lubá.

MAPA DE LA REPUBLICA DE GUINEA ECUATORIAL



LUBA 3

ISLA DE BIOCO



SÍMBOLOS CONVENCIONALES		SÍMBOLOS CONVENCIONALES		CONCORDANCIA DE LOS SISTEMAS		CONCORDANCIA DE LOS SISTEMAS	
...

ESCALA 1:50,000

PROYECTO Y REDACCIÓN: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA

ELABORACIÓN: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA

EDICIÓN: INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL DE ESPAÑA

50000

Situada en el sur de la Isla de Bioko, la Gran Caldera de Lubá se abre en un espectacular cráter de casi 5 kilómetros de diámetro, con desniveles de más de 1.200 metros originados por el hundimiento de la antigua cumbre. Por su situación al sur de la isla y su elevada altitud, en la Caldera de Lubá convergen las masas de aire cálido procedentes del Sahara con masas de aire frío procedentes del anticiclón de Santa Elena. Este frente de convergencia crea una zona de inestabilidad con abundantes lluvias y frecuentes fenómenos tormentosos registrándose anualmente precipitaciones de más de 11.000 mm, el doble por ejemplo que en las selvas amazónicas y cinco veces más que en el resto de la isla. En 1983 se obtuvo en el pluviómetro de Ureca el máximo histórico de 14.451 mm. Estas elevadas precipitaciones permiten la existencia del bosque monzónico de la Caldera, único representante de este tipo de selvas en Guinea Ecuatorial. Es, junto al cercano Monte Camerún, el lugar más lluvioso de África.

Tal vez por todo ello, por su lejanía y sus misterios, desde los albores del siglo XX la exploración del fondo de la Caldera ha supuesto un reto. Así, de tanto en tanto diversas expediciones se han aproximado a sus límites. Las más importantes fueron las realizadas por la Federación Española de Montañismo que lideradas por el fotógrafo Herminio García, abrieron la ruta de acceso a la Caldera remontando el río Tudela y, por la margen derecha, llegaron hasta el lugar denominado "bellas vistas". En 1966, el Padre Agustín al frente de la Misión Católica, remontó la margen izquierda tratando de establecer el camino desde Moraca a Ruiché y culminó en la arista que cierra el circo de la Caldera por el Este. Ya en este siglo, los habitantes de la cercana localidad de Ureca, financiados por la Universidad Americana de Arcadia, establecen una nueva ruta por la cual, año tras año, se asoman a la Caldera con el propósito de censar primates.

Lo que comenzó como un reto para estas expediciones, para nosotros pronto se convirtió en provocación. De este modo, gracias a la experiencia transmitida por las anteriores, nuestra expedición científica se planteó dos rutas: un equipo compuesto por ocho científicos españoles y tres guineoecuatorianos, junto a personal sanitario, establecerían la ruta "Federación" que remontaría el río Tudela. Un segundo grupo formado por cuatro alpinistas de diversa especialización, intentaría descender al fondo del cráter desde el vértice geodésico estableciendo así la ruta "UPM". Pero, en el último momento -tal vez de modo temerario- sólo

fuimos dos los alpinistas. Los despropósitos políticos y burocráticos impidieron la entrada en el país de parte de los investigadores. Pero esa es otra historia.

Desde la localidad de Ruiché parte la ruta de ascenso hasta el vértice geodésico de la Caldera, situado por encima de los 2200 metros. Debemos transportar grandes cantidades de material alpino como cuerdas, mosquetones, arneses...., junto a los indispensables víveres y, paradójicamente, también el agua. Todo ello supera ampliamente los 400 kilos. Afortunadamente contaremos con un nutrido grupo de guías y porteadores bubis, expertos conocedores de estas selvas, sus secretos y sus misterios. Miradas atónitas, expresiones que reflejan incredulidad, curiosidad...

Para todos ellos, igual que para nosotros, son momentos de incertidumbre y cierto nerviosismo al poder asistir, por vez primera en la historia, al intento de acceder a la Gran Caldera descendiendo al interior por las verticales paredes de más de 1.100 metros.



Imagen del descenso al fondo de la Caldera.

El descenso hasta el fondo de la Caldera se hace pesado y lento, muy lento, debido a que tenemos que acarrear muchos metros de cuerda y material de seguridad. Después de cinco días de intenso trabajo, estamos preparados para afrontar el primero de los retos que nos hemos propuesto. Descenderemos el kilómetro vertical de las paredes repletas de selva y atravesaremos por vez primera la Caldera de Lubá, mientras nuestros compañeros completan el ascenso por el río Tudela (ruta Federación) e instalan el campamento UPM, base científica de nuestra expedición, cumplimentando así el principal objetivo de nuestro trabajo que no es otro que aproximarnos al conocimiento de la diversidad que encierran estas ignotas selvas. El reencuentro de ambos grupos está previsto que se haga en tres días, debiendo hacerlo en el borde sur de la Caldera, junto a la salida del río Olé.

El fondo de la Caldera está surcado por profundos y angostos barrancos repletos de una frondosa vegetación, tan densa que la umbría es permanente en ellos. La vida brota en cualquier rincón y lo hace de manera exuberante, llenando todos los espacios con una explosión de ramas y troncos retorcidos, llenos de líquenes y musgos, hojas de enormes proporciones, helechos de cinco o seis metros de altura, especies trepadores con troncos de más de un metro de diámetro, árboles tan grandes como edificios y todo ello invadido por un sinnúmero de animales, grandes y pequeños, cazadores o cazados, inofensivos o letales...

Resultaba desconcertante ver arañas cazando pájaros, monos enloquecidos por los ataques de las hormigas cuando aquellos casualmente invadían su espacio, centenares de mariposas simulando ser hojas de una misma rama o ranas viviendo en los árboles y en las paredes verticales de la selva. Y nosotros, abrumadoramente pequeños dentro de esta inmensidad de vida, fuimos los primeros humanos en ser partícipes de todo ello, efímeros actores de reparto. También nosotros nos vimos obligados a sumergirnos en el río para quitarnos los centenares de hormigas que nos "devoraban" por pisar su territorio; nos quedamos petrificados al ver una inmensa cobra negra levantada y con la capucha desplegada a menos de dos metros de nosotros; comimos raíces, miel y algunas frutas silvestres; usamos las lianas para beber su agua o ayudarnos a remontar algún barranco. Ser espectadores -y actores- en esta "representación" fue una intensa y sobrecogedora experiencia que marcó un punto de inflexión en

nuestras vidas e impregnó en nosotros, aún más si cabe, la necesidad de explorar, conocer y divulgar, algo que hacemos desde hace décadas y que ahora, mientras escribimos estas líneas, nos mantiene ocupados en una nueva singladura. Pero esa es otra historia.

Partimos del vértice geodésico un amanecer y nos reencontramos, ya exhaustos y sin comida ni agua, ocho días después, a la caída de la tarde.

“Dos años después.....”

Es de noche, nos encontramos ensimismados, asomados por la proa de un débil cayuco, con las manos jugando con el agua como niños intentando capturar las luces que se forman entre la espuma del mar. Se trata de *Pyrodinium*, un componente del fitoplacton que crea un espectáculo fabuloso, incluso hipnótico, que nos hace olvidar el peligro pasado horas antes.

Partimos desde el puerto de la ciudad de Lubá mediada la tarde y, pasadas unas horas, se estropeó el motor y quedamos a la deriva. Estaba anocheciendo y fueron momentos de angustia al quedar el cayuco inestable a merced de las olas. Entonces pudimos observar auténticas caras de terror en algunos bubis los cuales, a pesar de vivir en una isla y depender del mar para sobrevivir, es raro que sepan nadar. Al cabo de casi una hora, que pareció eterna, el capitán y el piloto consiguieron reparar el motor y reemprender la marcha. Para la gente de estas costas, el ritual al doblar “Siete Puertas” (siete arcadas en los acantilados rocosos) nos había protegido. Es una modesta ceremonia en la que se toma un sorbo de agua marina, alcohol y algo de comida, echando parte al mar como tributo, para que éste nos permita surcar sus aguas y llegar sanos y salvos a nuestro destino.

Nos acercamos a la playa de Moraca y los gritos de los compañeros que partieron por la mañana nos hacen pensar en su preocupación al no saber de nosotros, pues debíamos haber llegado hace más de seis horas. Desde la playa nos hacen señas con las linternas mientras nosotros iluminamos el costado del cayuco para que nos localicen. La maniobra es difícil, no es la hora apropiada para llegar a la playa pero, gracias a la pericia del piloto y las certeras señales luminosas desde tierra, conseguimos desembarcar.

El comienzo de esta expedición ya tiene tintes de aventura.

Por la mañana nos levantamos sin prisas, hay que esperar que baje la marea para poder cruzar el río Olé. Esto nos permite secar un poco las tiendas y parte del material, debido a que esa noche un auténtico diluvio nos impidió descansar como habría sido necesario, por algo estábamos en uno de los cinco lugares más lluviosos del planeta.

Iniciamos la marcha alentados por la ilusión de los que vienen por primera vez. Hace sol, no hay prisa, lo que nos permite avanzar observando todo a nuestro alrededor, disfrutando de un auténtico paseo naturalista. Las primeras aves: junto a nuestra conocida garceta común encontramos la oscura garceta dimórfica y, pasando como una exhalación, el esquivo loro yaco. Monos, como el colobo de cola roja, nos observan curiosos mientras fotografiamos los imponentes papiliónidos afrotropicales. De momento no tomamos muestras, salvo alguna excepción, pues no estamos en el centro de la Caldera, todavía nos queda mucho por andar.

Llegamos al campamento Smith, que es un lugar angosto, pero tiene agua cerca. Algunos recordamos la anterior expedición, muy distinta a esta, lloviendo como sólo llueve en las selvas tropicales, sin poder ver ni observar nada. En esa ocasión, al llegar a este campamento decidimos continuar pues parecía pronto para detenernos y estábamos ansiosos por encontrarnos con nuestros compañeros que habían descendido por el vértice geodésico. Sin embargo luego nos arrepentiríamos.

Nos levantamos pronto, recogemos e iniciamos la marcha sólo con dos porteadores y nuestro guía. Empieza una ascensión dura, con rampas interminables que nos impiden deleitarnos con la selva que nos rodea, y sólo pensamos en llegar a nuestra siguiente escala, Bellas Vistas. Por fin divisamos lo que es la Caldera de Lubá, para algunos a partir de este asomadero ya es el fondo de la Caldera. Los veteranos recordamos el martirio que fue llegar hasta este renombrado lugar, diluviando sin parar, empapados de agua y sudor, sufriendo por el barro que no te deja avanzar. Ya aquí, en Bellas Vistas, nos arrepentimos de no haber descansado en el campamento Smith. De nuevo nos sacan de nuestros recuerdos los porteadores que nos alcanzan, a pesar de haber salido más tarde para poder comer más y tener fuerzas para soportar la carga del material científico

que transportamos. Unas horas más tarde llegamos al campamento Hormiga, después de cruzar el río Riaco, llamado así en honor al padre de nuestro guía Cirilo Riaco. Rápidamente nos disponemos a montar las tiendas porque está anocheciendo, empieza a llover, estamos cansados y todavía nos queda otra dura jornada hasta llegar a nuestro destino.

Aprovechamos la cercanía del río, para asearnos. Los porteadores nos piden una red y al cabo de un rato vuelven del río con un buen cargamento de crustáceos, parecidos a las gambas de agua dulce, que luego resultaron ser deliciosos en un guiso preparado por nuestro cocinero Bernardo Siabú. Al observar la captura encontramos un par de peces que resultaron ser del género *Sicydium* y que, después de muestrear todos los cursos de agua, pudimos constatar que era el único representante de la ictiofauna de los ríos de la Caldera de Lubá. Gracias a una ventosa que posee en la garganta es el único capaz de remontar los escarpados saltos de agua y colonizar así el interior de la Caldera.

A la mañana siguiente reanudamos la marcha. Al cabo de unas horas abandonamos la ruta hacia el campamento América y tomamos la ruta abierta por nosotros dos años antes, dirigiéndonos al interior de la Caldera. De camino pasamos por el campamento UPM, donde contactamos por primera vez gracias a los Walkies con los compañeros que bajaron desde el vértice geodésico. Los recuerdos afloraron:

...debíamos haber contactado con nuestros compañeros hace días y por fin les oímos por las emisoras: nuestros compañeros se encuentran exhaustos y sin comida. A pesar de los primeros impulsos, la cordura se impone a los sentimientos, era tarde y decidimos descansar para salir al día siguiente, muy pronto, hacia el llamado Punto de Encuentro. Este lugar lo observamos desde el vértice geodésico la primera vez que ascendimos, cuando planificamos la expedición (allá por marzo de 2003) y ya entonces decidimos que era el mejor lugar donde hacer converger la ruta Federación con la ruta UPM.

A la mañana siguiente partimos con energía y, después de varias horas, llegamos al punto acordado pero nuestros amigos no están, el cansancio les impide seguir a buen ritmo y avanzan despacio. Decidimos que nosotros debemos acceder a ellos pues el gps no funciona bien, debido la espesura de las copas de los árboles, y con los walkies no siempre se escucha. Con tres "macheteros" intentamos dirigirnos hacia ellos, con la orientación propia de los años en que no existía tanta tecnología y sólo con una brújula. Parece que vamos bien, pero los macheteros se desvían, delante de nosotros se alza una auténtica cortina de finos palos, insistimos que hay que atravesar, pero la experiencia bubi nos explica que

son muy duros y difíciles de cortar, no se puede atravesar y hay que rodear ese bosque. Nos empezamos a desilusionar al ver que nos desviamos mucho de nuestra dirección y los macheteros están cansados, empiezan a mirarse diciendo que hay que volver mañana, que es tarde. Les insistimos, un poco más, llegamos a lo alto de una loma, con todas nuestras fuerzas gritamos, imitando a las aves más escandalosas, los córvidos. Al cabo de unos segundos, que parecieron eternos escuchamos unas voces a lo lejos, al fondo de un barranco, son ellos, nos hemos encontrado. Con las fuerzas renovadas al conseguir el objetivo, los macheteros continúan abriendo senda y, dos horas más tarde, nos abrazábamos a nuestros compañeros. Un pequeño bocadillo con pan mohoso por la humedad y bebida isotónica les reponen cuando ya se resignaban a esperar el día siguiente en un pequeño claro donde dormir y reanudar la marcha al alba.

Hemos llegado a nuestro destino. El campamento está montado, en un buen fuego se está preparando la cena, mientras comemos decidimos el nombre del campamento, posiblemente el mejor ubicado para estudiar el interior de la Gran Caldera de Lubá. Finalmente acordamos llamarlo campamento Ureka, en honor a los porteadores y guías de ese pueblo, auténticos protagonistas sin los que ninguna expedición podría haberse realizado. Nuestros amigos reciben la noticia al principio con sorpresa y luego agradecidos pues, como nos comentaron más tarde, nunca nadie se había acordado de ellos. Después observamos que se transmitían la noticia con orgullo, sintiéndose parte importante del equipo. Para nosotros, no sólo eran importantes sino imprescindibles. Al día siguiente nos despedimos de la mayoría de los porteadores y se quedan con nosotros Cirilo, Bernardo el cocinero y Momo.

Empezamos a organizarnos, ahora hay que trabajar. Nos dividimos en equipos, por un lado y junto a los guías, se abren nuevas rutas hacia el fondo de la Caldera, al pie del vértice geodésico, ya que la huella abierta por nuestros compañeros años antes es imposible de encontrar. A partir de aquí, todos los días estaremos trabajando, tomando muestras en las distintas zonas y en los sitios descubiertos por primera vez por nuestros guías a golpe de machete. Así descubrimos la poza Verónica en el río San Antonio, donde capturamos un raro pájaro (que aún estamos clasificando) y pudimos estudiar sus nidos y su hábitat de nidificación. Abrimos camino hacia el nacedero del río Riaco, donde vivimos un encuentro con una enorme mamba ante la mirada curiosa de una colonia de colobos de cola roja que no habían visto nunca a seres humanos.

Los botánicos recolectan material el cual, después de un breve prensado,



Foto: Muestreos en un árbol

se guardaba en bolsas con alcohol rebajado para conservarlo, debido a que la alta humedad reinante no permite el secado y las plantas se pudrían. La observación de las aves dentro de la selva es bastante complicada, por lo que es necesario apoyarse con técnicas de captura, como las redes japonesas. Se trata de una red muy fina que pasa desapercibida para las aves de pequeño tamaño que quedan enganchadas en esta malla. Lo más importante es estudiar el terreno y ubicar correctamente la red para conseguir capturas con éxito, por lo que la experiencia de nuestros ornitólogos resulta indispensable.

Al mismo tiempo se capturan insectos voladores, como las mariposas, con ayuda de mangas entomológicas. Por la noche se instalaba una trampa de luz para capturar insectos nocturnos. En una de las pocas zonas despejadas, entre dos árboles, desplegábamos una sábana blanca a la que enfrentábamos una luz de tungsteno de 250 vatios alimentada por un generador. Este momento del día se convertía en un auténtico espectáculo y los portadores se sentaban como si fueran al cine, a vernos saltar como niños cuando acudía algún insecto nuevo, desconocido o de grandes dimensiones. Así capturamos mariposas de gran tamaño como el saturnido *Imbrasia epimethea*, de unos 12 centímetros de envergadura. Algunas noches fueron realmente espectaculares, la sábana se cubría prácticamente en su totalidad de insectos y debíamos darnos prisa en recolectar las mariposas nuevas dado que un ejército de mantis nos las robaban prácticamente en nuestras manos.

La mañana de nuestro regreso, dos semanas después, nos depara una nueva sorpresa. Esa noche las hormigas han visitado nuestro campamento, es imposible poner un pié en el suelo sin que se suban decenas de guerreras hormigas que muerden sin cesar. Mientras desayunamos, encaramados en lo que podemos, observamos como reanudan su marcha y al cabo de unas horas no hay ni rastro de ellas. Con el campamento ya levantado, no podemos evitar suspirar y pensar que en menos de un año la selva cubrirá ese claro. En el regreso seguimos trabajando, en el campamento UPM observamos un grupo de carracas gorgiazules (*Eurystomus gularis*) no vistas hasta el momento. La dura ascensión saliendo de la Caldera hasta Bellas Vistas se hace interminable para los "mayores" y, cansados pero satisfechos, echamos una última mirada hacia atrás. Algunos sabíamos que nunca más volveríamos.



Entre ambas expediciones, realizadas en los años 2005 y 2007, se han recogido un total de 358 muestras de plantas, de las que podemos diferenciar: helechos (64 muestras), leñosas con flor (112 muestras), leñosas con fruto (66 muestras), leñosas sin flor ni fruto (14 muestras), herbáceas con flor (93 muestras), herbáceas con fruto (5 muestras), herbáceas sin flor ni fruto (4 muestras). De todas estas muestras podemos estimar alrededor de unas 200 especies.

Dentro de los animales invertebrados fueron recolectados 1.099 insectos, de un total de 16 órdenes, siendo los más representados los lepidópteros (546 individuos) y los coleópteros (174 individuos). Junto a ellos 23 miriápodos, 178 arácnidos (155 pertenecen al orden araneidos, 4 exuvias de araneido, 18 opiliones y un ácaro), 10 crustáceos decápodos, 3 anélidos y 21 moluscos. Los vertebrados fueron observados, registrados y fotografiados, recolectando únicamente uno o dos individuos de especies para nosotros desconocidas. En total se anotaron 1 pez, 26 anfibios, 5 reptiles (un ejemplar de la familia Chamaleonidae, un Scincidae, y 3 serpientes: mamba de Jameson, *Cobra melanoleuca* y víbora del Gabón), 37 aves y 11 mamíferos.

La Expedición de la UPM a la Gran Caldera de Lubá había concluido, pero no la aventura. Al regresar a Malabo, ya de noche y cansados, descubrimos que el hotel no nos había reservado las habitaciones. Esta fue la primera de las desagradables sorpresas que de nuevo nos deparaba la ciudad, los colonos envidiosos y los políticos incompetentes. Pero esa es otra historia.