



Universidade de Santiago de Compostela

Tesis Doctoral

Riqueza y patrones de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién (Panamá, Colombia y Ecuador)*



Adriana Maria Hurtado Guerra

Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física  
Facultade de Bioloxía  
Santiago de Compostela, 2012



**Universidade de Santiago de Compostela**

Tesis Doctoral

Riqueza y patrones de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (Panamá, Colombia y Ecuador)

Autor: Adriana Maria Hurtado Guerra

**Departamento de Zooloxía e Antropoloxía Física  
Facultad de Bioloxía**





UNIVERSIDADE DE  
SANTIAGO DE COMPOSTELA

Departamento de Bioloxía Animal  
Facultade de Bioloxía  
15782 Santiago de Compostela. (Spain)  
Tel.: 981 563 100 • Fax: 981 596 904

José Miguel Rey Salgado, Catedrático de Zoología del Departamento de Zoología y Antropología Física de la Universidad de Santiago de Compostela.

CERTIFICA:

Que D<sup>a</sup> **Adriana María Hurtado Guerra** ha realizado bajo mi dirección la presente memoria titulada "Riqueza y patrones de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) como base para la planificación de la conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (Panamá, Colombia y Ecuador)", que presenta para optar al grado de Doctor.

En la consideración de que la presente memoria constituye un trabajo de investigación original, autorizo su presentación ante el tribunal designado al efecto.

Santiago de Compostela, a 21 de noviembre de 2011.

1011.12



## AGRADECIMIENTOS

En el 2001, y con el apoyo financiero y técnico de WWF (*World Wildlife Fund*) Colombia, empezamos a escribir y construir el proyecto de investigación que derivó en el análisis para la selección de los escenarios más favorables y su priorización para la conservación de la biodiversidad del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. Los resultados de este análisis hoy son la base de las estrategias de esta institución para orientar acciones de conservación en favor de opciones coherentes con la realidad socio-cultural, política y económica de la región. Conformamos un equipo de investigación al que quiero agradecer por todas las vivencias, los aprendizajes y el buen humor, que favorecieron el buen desenlace del proyecto: Thomas Walschburger, Milton Romero, María Lucía Rosas, Enrique Sánchez, Luis Fernando Gómez y César Suárez. Durante este proceso cobraron vida dos tesis de doctorado, la de Thomas con énfasis en aves y la mía con énfasis en mariposas. Gracias Thomas por tu liderazgo y orientación.

Los análisis y resultados de este estudio no hubieran sido posibles sin el trabajo e información obtenida durante años por dedicados entomólogos y biólogos en los sectores de Panamá, Colombia y Ecuador del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. La información recopilada proviene de los registros de colección de ejemplares depositados por ellos en museos y colecciones privadas, y consignada en sus artículos y publicaciones científicas nacionales e internacionales. A ellos expreso mi profunda admiración por su valioso trabajo y, en particular, mi gratitud, a Luis Miguel Constantino, Jean Francois LeCrom, Julián Salazar, Ernesto Schmidt-Mumm (†), Alvaro José Negret (†), Nicolás Peláez y Tadashi Kano, por permitirme consultar y nutrir mi tesis con la información de sus colecciones; a Giovanni Fagua por acompañarme en algunas etapas de su recopilación, y a Sandra Tavera, por enriquecer mis análisis con sus registros de colección del *Darién* colombiano, a través del proyecto apoyado por CEPF-CI Colombia (*Critical Ecosystem Partnership Fund*, Conservación Internacional) y desarrollado por la Fundación Ecotrópico Colombia.

En todo ese tiempo fueron muchas las personas e instituciones que directa o indirectamente contribuyeron con estos logros, y difícil mencionarlas a todas. En principio, mi más sincero agradecimiento para las siguientes:

Al programa de becas *Rusell E. Train Education for Nature* del WWF, por concederme el apoyo financiero durante los primeros tres años de mis estudios de doctorado. A José Miguel Rey Salgado por la dirección de la tesis. A la Universidad de Santiago de Compostela, por apoyar mi estancia para consultar la colección de mariposas neotropicales del *British Museum of Natural History* – BMNH (Londres). A Gerardo Lamas, por el tiempo dedicado, sus comentarios y asesoría durante mi pasantía en el BMNH. A Robert Robbins y el *Smithsonian Institute*, por apoyar mi estancia para consultar la colección de lepidópteros del *National Museum of Natural History* – NMNH (Washington). A Rebecca Simmons por su compañía y hospitalidad durante mi estadía en Washington.

A Juan Carlos Jaramillo, amigo y compañero de doctorado; nunca dejó de motivarme, apoyándome y acompañándome hasta el final.

A mi amiga Marcela Santamaría, gracias por poner su tiempo e interés al servicio del manejo final de mis datos.

Tengo un clan familiar que, junto con el Universo, confabularon para que las condiciones para terminar de escribir esta tesis fueran las mejores: mis hermanas Patricia y Rosa Helena, y mi cuñado Alan. A ellos tres, Gracias de corazón. Sin el apoyo incondicional y las habilidades de Patricia, la elaboración y edición del documento final no hubieran sido posible; cómplice, aliada y compañera invaluable en este proceso.

*Quiero dedicar esta tesis a esos tres seres que llenan mi vida de inspiración y compromiso, mis tres hijos: Jacobo, Lucía y Mateo.*

## RESUMEN

El *Complejo Ecorregional Chocó-Darién* engloba tres ecorregiones de ecosistemas húmedos tropicales (*Chocó-Darién*, *Noroccidente Ecuatoriano* y *Andes Noroccidentales*), que sobresalen por la elevada riqueza y endemismo de su biota, y enclaves de bosque seco, páramos y zonas de transición hacia ecosistemas aledaños. Se extiende desde la *Zona del Canal* y serranía del *Darién* en Panamá-Colombia hasta el noroccidente de Ecuador. Es área crítica y prioridad mundial de conservación debido a la transformación del 51% de sus coberturas naturales y la consecuente pérdida de biodiversidad y deterioro de territorios de las comunidades nativas. Este trabajo se enfoca en priorizar escenarios para la planificación de su conservación, basándose en la representatividad de la riqueza y distribución de mariposas, en el contexto de integridad ecológica del paisaje, funcionalidad de los fragmentos de cobertura vegetal natural, y su probabilidad de transformación por presión antrópica. Recopila 16,799 registros de colección de 1,236 especies y subespecies de *Papilionidae*, *Pieridae*, *Riodinidae* y *Nymphalidae*, equivalentes al 15% de la riqueza global de estas familias, de las cuales 270 son endémicas del área de estudio. Su distribución espacial evidencia una correlación directa entre riqueza y endemismo. Los bosques premontanos andinos (200–1,200msnm) concentran la mayor riqueza de especies y endemismos, y los montanos bajos andinos (1,200–2,000msnm) el mayor número de especies y endemismos por unidad de área. Se diferencian 22 arreglos espaciales de distribución de especies, por las variaciones de su presencia-ausencia en las coberturas vegetales, y a lo largo del gradiente altitudinal (0 a >3500msnm). Estos arreglos se agrupan en diez distritos y tres provincias biogeográficas, que sugieren la cota andina de los 1,200 msnm como límite entre dos grandes patrones geográficos, uno de tierras bajas y otro montano; y el río *Patía* (suroccidente de Colombia) como límite austral de los endemismos asociados a los bosques húmedos de tierras bajas. Al sur de este río se propone un patrón de transición de elementos endémicos de bosque húmedo a elementos asociados a bosques secos del occidente de Ecuador. Arriba de los 1,200 msnm la distribución de las especies obedece a rangos altitudinales más estrechos. Las serranías aisladas del *Darién*, *Sapo* y *Baudó*, en el noroccidente de Colombia y oriente de Panamá, sobresalen como el escenario más favorable para la conservación, por su alta representatividad biológica, integridad del paisaje y funcionalidad de un fragmento de más de tres millones de hectáreas, un bajo cubrimiento en áreas protegidas y baja susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>GLOSARIO</b> .....	7
1. <b>ÁREA DE ESTUDIO:</b> <b>COMPLEJO ECORREGIONAL CHOCÓ –DARIÉN</b> .....	9
1.1. Los bosques húmedos de la región <i>Chocó - Darién</i> y los bosques montanos del norte de <i>Los Andes</i> : prioridades globales de conservación de la biodiversidad .....	11
1.2. Delimitación del área de estudio en el contexto ecorregional.....	13
1.3. Clima y vegetación del <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	19
1.4. Bibliografía .....	22
2. <b>ENFOQUE CONCEPTUAL Y PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MARIPOSAS (PAPILIONOIDEA) EN EL COMPLEJO ECORREGIONAL CHOCÓ - DARIÉN</b> .....	27
2.1. Introducción .....	29
2.2. Revisión conceptual y de enfoques metodológicos .....	29
2.3. Métodos .....	35
2.3.1. Clasificación y delimitación de la cobertura vegetal natural actual y original del área de estudio .....	35
2.3.2. Recopilación y sistematización de la información de las familias de mariposas estudiadas .....	41
2.3.3. Distribución espacial de la riqueza relativa de especies .....	43
2.3.4. Arreglos espaciales de distribución de especies, y su relación y organización jerárquica en distritos y provincias biogeográficas .....	45
2.3.5. Representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies ..	47
2.3.6. Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies .....	49

2.3.7.	Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies ..	51
2.3.8.	Valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies .....	54
2.3.9.	Susceptibilidad a la transformación por presión antrópica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original .....	55
2.3.10.	Favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de representatividad biológica, integridad ecológica, presencia de áreas protegidas y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica .....	66
2.3.11.	Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica .....	66
2.4.	Bibliografía .....	68
3.	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RIQUEZA DE MARIPOSAS ( <i>PAPILIONOIDEA</i> ) EN EL COMPLEJO ECORREGIONAL CHOCÓ – DARIÉN .....	79
3.1.	Introducción .....	81
3.2.	Métodos .....	82
3.3.	Resultados .....	84
3.3.1.	Recopilación y sistematización de la información de las familias de mariposas estudiadas .....	84
3.3.2.	Distribución espacial de la riqueza relativa de especies .....	90
3.4.	Discusión y conclusiones .....	96
3.5.	Bibliografía .....	102
4.	ARREGLOS ESPACIALES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE MARIPOSAS ( <i>PAPILIONOIDEA</i> ) EN EL COMPLEJO ECORREGIONAL CHOCÓ – DARIÉN Y SU REPRESENTATIVIDAD BIOLÓGICA RELATIVA .....	111
4.1.	Introducción .....	113

4.2.	Métodos .....	115
4.3.	Resultados .....	116
4.3.1.	Arreglos espaciales de distribución de especies ..	116
4.3.2.	Relaciones y organización jerárquica de los arreglos espaciales de distribución de especies en distritos y provincias biogeográficas .....	126
4.3.3.	Representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies ..	133
4.4.	Discusión y conclusiones .....	141
4.5.	Bibliografía .....	146
5.	ESCENARIOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MARIPOSAS ( <i>PAPILIONOIDEA</i> ) EN EL COMPLEJO ECORREGIONAL CHOCÓ – DARIÉN .....	151
5.1.	Introducción .....	153
5.2.	Métodos .....	156
5.3.	Resultados .....	157
5.3.1.	Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies .....	157
5.3.2.	Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies ...	157
5.3.3.	Valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies .....	158
5.3.4.	Favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de representatividad biológica, integridad ecológica, presencia de áreas protegidas y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica .....	165
5.3.5.	Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies según, criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica .....	168
5.4.	Discusión y conclusiones .....	172
5.5.	Bibliografía .....	174

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1.	Ecorregiones identificadas por WWF ( <i>World Wildlife Fund</i> ) como prioritarias para la conservación en el mundo (Olson <i>et al.</i> 2000) .....	14
Mapa 2.	Área de estudio ( <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> ) y su ubicación en el mapa mundial y en Suramérica .....	16
Mapa 3.	Ecorregiones ( <i>sensu</i> Dinerstein <i>et al.</i> 1995) incluidas total o parcialmente en el área de estudio .....	17
Mapa 4.	Relieve, drenaje y principales referentes geográficos costeros y terrestres del área de estudio .....	18
Mapa 5.	Precipitación media anual en el área de estudio (Sánchez <i>et al.</i> 2008) .....	20
Mapa 6.	Cobertura vegetal natural actual del <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (Walschburger <i>et al.</i> 2008b) .....	39
Mapa 7.	Cobertura vegetal natural original del <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (Walschburger <i>et al.</i> 2008b) .....	40
Mapa 8.	Sistemas productivos implementados en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (Sánchez <i>et al.</i> 2008) .....	57
Mapa 9.	Estado legal del territorio en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (Walschburger <i>et al.</i> 2008c) .....	63
Mapa 10.	Susceptibilidad a la transformación por presión antrópica de los fragmentos de cobertura vegetal original en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (Walschburger <i>et al.</i> 2008b) .....	65
Mapa 11.	Localidades de colección de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	87
Mapa 12.	Distribución de la riqueza relativa de especies endémicas de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en las unidades de análisis en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	93
Mapa 13.	Arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) diferenciados en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	124
Mapa 14.	Distritos biogeográficos definidos de acuerdo a los patrones de distribución de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	130

Mapa 15.	Provincias biogeográficas definidas de acuerdo a los patrones de distribución de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	131
Mapa 16.	Número de patrones de distribución que se solapan en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	138
Mapa 17.	Representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	140
Mapa 18.	Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	160
Mapa 19.	Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	162
Mapa 20.	Escenarios ecológicos para la conservación en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> , de acuerdo con la valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de sus arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilioinoidea</i> ) .....	164
Mapa 21.	Arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) de acuerdo a su favorabilidad para la conservación en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	166
Mapa 22.	Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) del <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> , según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica .....	170

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tipos de cobertura vegetal original definidos en el área de estudio con base en las fuentes cartográficas utilizadas, imágenes de satélite y topografía (Walschburger <i>et al.</i> 2008b) .....	36
Tabla 2.	Rangos altitudinales en cada país de los principales tipos de cobertura vegetal original definidos en el área de estudio (Walschburger <i>et al.</i> 2008b) .....	38
Tabla 3.	Área remanente actual de los principales tipos de cobertura vegetal original definidos en el área de estudio (Walschburger <i>et al.</i> 2008b) .....	38
Tabla 4.	Familias, subfamilias y tribus de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) estudiadas .....	42
Tabla 5.	Número de registros de colección recopilados y su distribución por país en el <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	86
Tabla 6.	Familias de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) estudiadas y su riqueza relativa y de endemismos en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	91
Tabla 7.	Riqueza relativa de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ), y su distribución por país de acuerdo con su porcentaje de participación en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	92
Tabla 8.	Riqueza general y de especies endémicas de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) por tipo de cobertura vegetal y país en diferentes sectores del <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i> .....	95
Tabla 9.	Riqueza de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) por unidad de área en los diferentes tipos de cobertura vegetal dominantes en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	96
Tabla 10.	Comparación de la riqueza mundial de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) de las familias y subfamilias estudiadas y su riqueza registrada en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	97
Tabla 11.	Relación entre la riqueza de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) obtenida para cada país, de acuerdo con su porcentaje de participación en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> , y la riqueza estimada en el nivel nacional .....	100

Tabla 12.	Valores del índice de similitud entre los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (índice de Ochiai, con valores entre 0 y 1) .....	132
Tabla 13.	Riqueza de especies, número patrones que se solapan e índice de representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	139
Tabla 14.	Áreas protegidas y territorios indígenas y colectivos de afrodescendientes en los países del <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (Walschburger <i>et al.</i> 2008b)	154
Tabla 15.	Tabla 15. Índice de integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	159
Tabla 16.	Fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> con mayor funcionalidad ecológica .....	161
Tabla 17.	Índice de favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	167
Tabla 18.	Fragmentos remanentes de vegetación original esenciales para la conservación en los arreglos espaciales de distribución de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> , de acuerdo con criterios de funcionalidad ecológica, presión y área mínima .....	169

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Método de integración a través del SIG para generar el mapa de unidades de análisis .....	44
Figura 2.	Procedimiento de codificación de las áreas de amortiguación alrededor de vías de acceso en el análisis de dinámica de transformación antrópica del paisaje en el área de estudio (Waslchburger <i>et al.</i> 2008a) .....	60
Figura 3.	(A) Diseño de las Áreas de Amortiguación alrededor de las vías de acceso y visualización del Índice de Transformación por Vías de Acceso (ITVA) (Waslchburger <i>et al.</i> 2008a). (B) Áreas de Amortiguación de las Vías Fluviales con su Índice de Transformación por Vías de Acceso (ITVA) (Waslchburger <i>et al.</i> 2008a).....	61
Figura 4.	Integración de capas de información (mapas) en el sistema de información geográfico (SIG) para la valoración de la presión antrópica .....	62
Figura 5.	Comparación de la riqueza mundial de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) de algunas de las subfamilias, tribus y subtribus estudiadas, y su riqueza en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	98
Figura 6.	Relación entre la riqueza de especies y subespecies y el tamaño de las unidades de análisis: (A) en los bosques de tierras bajas y premontanos. (B) en los bosques montanos bajos y altoandinos .....	101
Figura 7.	Relación entre la riqueza de especies y subespecies endémicas y el tamaño de las unidades de análisis (A) en los bosques de tierras bajas y premontanos. (B) en los bosques montanos bajos y altoandinos .....	101
Figura 8.	Análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por su composición de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) y los arreglos espaciales de distribución de especies diferenciados en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	119
Figura 9.	Análisis de agrupamiento de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) y su diferenciación jerárquica en distritos y provincias biogeográficas en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	129
Figura 10.	Riqueza de especies y subespecies en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	133

Figura 11.	Riqueza de especies y subespecies endémicas en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	134
Figura 12.	Riqueza de especies y subespecies con distribución periférica en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	136

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) estudiadas .....	179
Anexo 2.	Colecciones de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) consultadas y revisadas .....	191
Anexo 3.	Listado de especies y subespecies de mariposas de las familias estudiadas ( <i>Papilionidae</i> , <i>Pieridae</i> , <i>Riodinidae</i> y <i>Nymphalidae</i> ), registradas en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> .....	192
Anexo 4.	Especies y subespecies de mariposas ( <i>Papilionoidea</i> ) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> , y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos .....	223

## INTRODUCCIÓN

El concepto de biodiversidad encierra la variabilidad geográfica o patrones de distribución espacial de las especies que, a su vez, encierran la variabilidad genética que contienen las especies y la variabilidad de los ecosistemas donde ocurren. En otras palabras, la biodiversidad está asociada a sitios, y la planificación de su conservación implica decidir dónde hacerlo. Además, teniendo en cuenta que es imposible conservar todos los remanentes de los ecosistemas naturales, los sitios seleccionados deben ser priorizados (Sarkar & Margulis 2002). Por esta razón, el uso de sustitutos de la biodiversidad o medidas sobre el grado en que varía la biodiversidad entre un sitio y otro, se ha vuelto una herramienta indispensable en los procesos de planificación de la conservación. Estas medidas no tienen que ser precisas, considerando que las similitudes o diferencias entre los sitios pueden estimarse. Por ejemplo, la riqueza de especies ha sido tradicionalmente utilizada como variable sustituta para estimar la diversidad de especies. Sin embargo, las variaciones en la riqueza no involucran diferencias en la composición de especies, que es la esencia de la biodiversidad, y a lo que apuntan los actuales enfoques de conservación sobre identificación de redes óptimas de conservación.

La decisión simple de proteger aquellos sitios disponibles con el mayor grado de irremplazabilidad (endemismo) o con la mayor riqueza de especies puede ser la más efectiva cuando el diseño e implementación de una red amplia de áreas conservación no se puede garantizar de manera inmediata, sino con el transcurso de los años (Meir *et al.* 2004). Sin embargo, en el contexto de los principales problemas ambientales del mundo, como son la dinámica acelerada de pérdida de biodiversidad y la incertidumbre al cambio climático y a las demás determinantes de cambio global ambiental, el desafío de la conservación no solo implica decidir dónde conservar sino, fundamentalmente, decidir qué criterios aplicar para identificar áreas representativas de la biodiversidad. Esto último se ha afrontado principalmente a escala global, sopesando la prioridad relativa de regiones para identificar áreas representativas de la biodiversidad mundial (*e.g.* Bibby *et al.* 1992, Myers *et al.* 2000, Olson *et al.* 2000).

Olson *et al.* (2000) plantearon para el *World Wildlife Fund* (WWF) la primera propuesta para la priorización de áreas de conservación *in situ* a escala global, incluyendo ecosistemas terrestres y acuáticos con biodiversidad y procesos ecológicos de importancia mundial. Esta propuesta se basa en la ecorregión como unidad de análisis, la cual corresponde a una unidad geográfica relativamente grande, que contiene un conjunto distintivo de comunidades naturales que comparten muchas de sus especies, condiciones ambientales y dinámicas ecológicas (Dinerstein *et al.* 1995). El resultado, denominado Global 200, es un conjunto de 233 ecorregiones con valores sobresalientes de diversidad y representatividad biológica, entre las cuales se encuentran los bosques andinos noroccidentales y los bosques húmedos del *Chocó – Darién*. Esta última ya había sido catalogada como área crítica o *hotspot* de la biodiversidad global (Mittermeier *et al.* 1998, Myers *et al.* 2000), dada la enorme riqueza biológica y endemismo de sus bosques húmedos tropicales y la dinámica de transformación y destrucción que vienen afrontando. Pero, si bien estos análisis establecen prioridades de carácter global y regional, la decisión de donde crear nuevas áreas representativas de la biodiversidad debe realizarse a escalas espaciales más finas (Cooper & du Plessis 1998, Mace *et al.* 2000, Soberón *et al.* 2000), con el objetivo de que estas se puedan integrar dentro de un sistema o red de áreas de conservación (Margules & Redhead 1995, Dinerstein *et al.* 2000, Groves *et al.* 2000).

Respondiendo a lo anterior, entre 2001 y 2005 WWF Colombia promovió la realización de un análisis más detallado para el oriente de Panamá, la vertiente Pacífica de Colombia y el noroccidente de Ecuador, donde confluyen, parcial o totalmente, un conjunto de 19 Ecorregiones que ha sido denominado *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. A través de una alianza con la *Fundación Ecotrópico Colombia* y el *Centro de Cooperación al Indígena* (CECOIN), se desarrolló un enfoque metodológico que relaciona variables biológicas y sociales con el propósito de definir áreas representativas y ecológicamente funcionales para la conservación de la biodiversidad de toda esta región. Su aplicación se realizó, de manera conjunta e integrada, para cinco grupos taxonómicos: plantas, mariposas, anfibios, aves y mamíferos (Hurtado *et al.* 2008); los dos primeros incluidos parcialmente. El presente trabajo retoma la metodología diseñada en

ese ejercicio y la información cartográfica de base generada en el mismo (precipitación, coberturas vegetales, sistemas productivos, etc.), aplicándola específicamente en la selección y priorización de áreas de conservación representativas de la diversidad de mariposas, y ampliando la información incorporada en el análisis a cuatro familias de *Papilionoidea*: *Papilionidae*, *Pieridae*, *Riodinidae* y *Nymphalidae*.

Los objetivos específicos que se abordaron fueron los siguientes: (1) establecer la riqueza de especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) en el área de estudio y comparar su distribución en los diferentes tipos de cobertura vegetal original; (2) analizar la variabilidad de todo el grupo en el área de estudio, diferenciando arreglos espaciales de distribución de especies y sus relaciones biogeográficas jerárquicas; (3) valorar la representatividad biológica de los arreglos espaciales de distribución de especies, en términos de su riqueza y complejidad biogeográfica; (4) valorar la integridad ecológica de los arreglos espaciales y la funcionalidad de sus fragmentos remanentes de cobertura vegetal original; y (5) seleccionar los fragmentos de mayor funcionalidad ecológica en los escenarios más favorables para la conservación, según criterios de representatividad biológica e integridad ecológica, y en el contexto del régimen legal de protección del territorio y de la susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.

El desarrollo de estos objetivos y sus resultados se presentan en los cinco capítulos que estructuran esta memoria del trabajo. En el primero, se describen los criterios utilizados en la delimitación del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* como área de estudio, su importancia biológica y una caracterización de sus principales factores abióticos y bióticos (clima y vegetación). En el segundo, se expone una revisión de los principales enfoques conceptuales sobre planificación de la conservación, sus ventajas y limitaciones, y el enfoque y procedimiento metodológico escogido y aplicado en este estudio. En el Capítulo 3 se expone qué información y cómo se recopiló, organizó y sistematizó para trabajarla en los diferentes análisis; se describe la división del área de estudio en unidades de análisis definidas de acuerdo con los diferentes tipos de cobertura vegetal y el gradiente altitudinal; y se presentan los resultados sobre riqueza

relativa de especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) en el área de estudio y su distribución espacial en los diferentes tipos de cobertura vegetal. En el cuarto, se desarrollan análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por la similitud en su composición de especies, con base en los cuales se diferencian arreglos espaciales de distribución de especies, distritos y provincias biogeográficas, y se evalúa su representatividad biológica relativa. En el Capítulo 5 se realiza la selección y priorización de esos arreglos espaciales y de sus fragmentos remanentes de cobertura vegetal original, proponiendo los escenarios más favorables para la conservación de la diversidad de mariposas del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, por ser los de mayor representatividad biológica, menor fragmentación de su cobertura y menor probabilidad de transformación por presión antrópica.

En general, los análisis y resultados de estudio aportan bases para planificar y enfocar las estrategias y acciones de conservación de la biodiversidad en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, a partir de los patrones de distribución y la variabilidad espacial de las especies y subespecies de mariposas. Sin embargo, más allá de la utilidad de las mariposas como grupo indicador de biodiversidad, los resultados aportan al conocimiento de la diversidad de este grupo como objetivo primordial de conservación, considerando los roles de importancia vital que desempeñan en los ecosistemas tropicales, entre los cuales se destaca la provisión de un servicio ecosistémico como la polinización.

## **Bibliografía**

Bibby C.J., Collar, N.J., Crosby, M.J., Heath, M.F., Imboden, C., Johnson, T.H., Long, A.J., Stattersfield, A.J., Thirgood, S.J. 1992. Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation. International Council for Bird Preservation, Cambridge, U.K.

Cooper, M.I., du Plessis, M.A. 1998. Biodiversity hotspots in the developing world. *Trends Ecol. Evol.*, 13: 409.

Dinerstein E., Olson, D., Graham, D., Webster, A., Primm, S., Bookbinder, M., Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. WWF, Banco Mundial. Washington, D.C.

Dinerstein, E., Powell, G., Olson, D., Wikramanayake, E., Abell, R., Loucks, C., Underwood, E., Allnutt, T., Wettengel, W., Ricketts, T., Strand, H., O'Connor, S., Burgess, N. 2000. A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Part 1: Terrestrial Ecoregions. Conservation Science Program, World Wildlife Fund, Washington D.C.

Groves, C., Valutis, L., Vosick, D., Neely, B., Wheaton, K., Touval, J., Runnels, B. 2000. Designing a geography of hope: A practitioner's handbook for ecoregional conservation planning, 2nd edition. Nature Conservancy, Washington, D.C.

Hurtado Guerra, A., Walschburger, T., Gómez, L.F., Chaves, M.E. (Eds.). 2008. Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién. WWF Colombia, Fundación Ecotropico Colombia, Cecoin. Santiago de Cali, 274 pp.

Mace, G. M., Balmford, A., Boitani, L., Cowlishaw, G., Dobson, A.P., Faith, D.P., Gaston, K.J., Humphries, C.J., Vane-Wright, R.I., Williams, P.H., Lawton, J.H., Margules, C.R., May, R.M., Nicholls, A.O., Possingham, H.P., Rahbek, C., van Jaarsveld, A.S. 2000. It's time to work together and stop duplicating conservation efforts. *Nature* 405:393.

Margules, C.R., Redhead, T.D. 1995. Guidelines for using the BioRap methodology and tools. CSIRO, Canberra, Australia.

Meir, E., Andelman, S., Possingham, H.P. 2004. Does conservation planning matter in a dynamic and uncertain world? *Ecology Letters* 7, 615-622.

Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B., da Fonseca, G.A.B., Olivieri, S. 1998. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities. *Conservation Biology* 12, 516–520.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858.

Olson, D., Dinerstein, E., Abell, R., Allnutt, T., Carpenter, C., D'Amico, J., Hurley, P., Kassem, K.R., Strand, H., Taye, M., Thieme, M. 2000. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's distinctive ecoregions. Volume 180.

Sarkar, S., Margulis, C. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. *J. Biosc.* Vol.27 No.4 Suppl.2: 299-308.

Soberón, J.M., Llorente, J., Onate, L. 2000. The use of specimen-label data basis for conservation purposes: an example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation*, 9(19): 1441-1446.

## GLOSARIO

**arreglo espacial de distribución de especies** Solapamiento o coincidencia total o parcial de varios patrones de distribución en un área geográfica del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

**área de distribución de una especie** Extensión geográfica de ocurrencia de la especie o subespecie.

**área de distribución probable de una especie** Área continua de ocurrencia de la especie o subespecie dentro del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, ajustada mediante la interpolación y extrapolación de sus registros de colección de una o varias unidades de análisis, a otras unidades de análisis.

**Complejo Ecorregional Chocó - Darién** En este estudio se utiliza para referirse al conjunto de ecorregiones de la vertiente pacífica húmeda (*sensu* Dinerstein *et al.* 1995), los enclaves y las zonas de transición hacia otros ecosistemas aledaños, incluidos total o parcialmente en el área de estudio.

**ecorregión** Unidad terrestre o acuática relativamente grande que contiene un arreglo único de comunidades naturales que comparten la mayoría de las especies, dinámicas y condiciones ambientales, y que funciona de manera efectiva como unidad de conservación (traducido de Dinerstein *et al.* 2000).

**especie endémica** De acuerdo con su patrón de distribución en el área de estudio, corresponde a una especie o subespecie endémica de un sector amplio del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, endémica de dos o más arreglos espaciales de distribución de especies, o endémica más localizada (restringida a un solo arreglo espacial).

**especie con distribución periférica** Además de presentar una distribución espacial restringida exclusivamente a uno o varios arreglos espaciales dentro del área de estudio, su área de distribución también se extiende en más de un 50% por fuera del área de estudio.

**patrón de distribución** Solapamiento o coincidencia total o parcial de varios áreas de distribución en un área geográfica del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

**unidad de análisis** Corresponden a la división del área de estudio de acuerdo con sus principales cuencas y subcuencas hidrográficas, y con los tipos de cobertura vegetal natural presentes en su interior. Se utilizaron para modelar y analizar la distribución de las especies y subespecies en el área de estudio.

## **Bibliografía**

Dinerstein E., Olson, D., Graham, D., Webster, A., Primm, S., Bookbinder, M., Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. WWF, Banco Mundial. Washington, D.C.

Dinerstein, E., Powell, G., Olson, D., Wikramanayake, E., Abell, R., Loucks, C., Underwood, E., Allnutt, T., Wettengel, W., Ricketts, T., Strand, H., O'connor, S., Burgess, N. 2000. A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Part 1: Terrestrial Ecoregions. Conservation Science Program, World Wildlife Fund, Washington D.C.

## **CAPITULO 1**

**ÁREA DE ESTUDIO:  
COMPLEJO ECORREGIONAL  
CHOCÓ – DARIÉN**



### **1.1. Los bosques húmedos de la región Chocó - Darién y los bosques montanos del norte de Los Andes: prioridades globales de conservación de la biodiversidad**

Los bosques húmedos de la región *Chocó - Darién* se encuentran entre los bosques con mayor riqueza, diversidad y endemismo de especies de flora y fauna del mundo. En plantas, esta situación se explica principalmente gracias a la combinación de factores evolutivos y ecológicos, a las variaciones del contenido de agua en el suelo, la influencia del mar y los procesos geológicos (e.g. Acosta-Solís 1968, Gentry 1982, Zuluaga-R. 1987, Rangel-Ch. & Lowy 1993). Por ejemplo, para el litoral pacífico ecuatoriano, hasta los 900 metros sobre el nivel del mar, Dodson y Gentry (1991) estimaron una riqueza de 6,300 especies vasculares de plantas, de las cuales 1,000 ocurren únicamente en los bosques secos del sector. Las 5,300 especies restantes son típicas de bosques húmedos, muy húmedos y pluviales; el 20% de las cuales son endémicas (1,060 especies). En cuanto al *Chocó* colombiano, sus valores de endemismo ascienden a aproximadamente 2,000 especies y su riqueza florística oscila entre 8,000 y 9,000 especies de plantas vasculares de las 45,000 registradas para todo el país (Forero 1985, Gentry 1982, 1993). Sólo para el departamento del *Chocó* en Colombia, Forero y Gentry (1989) reportan 4,638 especies de plantas vasculares de 201 familias y 1376 géneros. Panamá se destaca aún más, ya que entre los seis centros globales de diversidad conocidos, el de mayor riqueza se ubica en el istmo de *Panamá*, siendo la región de máxima diversidad florística del planeta. Así mismo, la serranía del *Darién*, el cerro *Tacarcuna*, la cordillera de *Talamanca* y los cerros *Azul* y *Jefe* son considerados centros de endemismo; para los bosques orientales de este país se estima una riqueza de entre 8,500 y 9,000 especies de plantas vasculares, de las cuales 1,305 son endémicas (D'Arcy & Correa 1987).

En términos de su fauna, las cifras de endemismos del *Chocó - Darién* se encuentran entre las más altas en el *Neotrópico* (e.g. Haffer 1969, Haffer & Prance 2001, Mast *et al.* 1999, Prance & Haffer 2002). Allí han sido identificadas siete áreas de concentración de aves endémicas (EBA - *Endemic Bird Areas sensu* Stattersfield *et al.* 1998), todas con nivel urgente o crítico para la conservación y de importancia biológica media a alta. Algunos eventos geológicos

y aspectos biogeográficos permiten suponer que esta región fue centro de origen de muchos elementos faunísticos de selva húmeda cálida que alcanzaron a invadir América Central (después del levantamiento progresivo y emergencia completa del istmo de *Panamá* durante el Plioceno temprano). Adicionalmente, la fauna que migró desde América del Norte y Central hacia el sur, a finales del Plioceno o durante el Pleistoceno, como los roedores, se diversificó rápidamente en casi todos los hábitats disponibles (Alberico 1993). Según este último autor, la complejidad estructural de las selvas húmedas o muy húmedas del *Chocó – Darién*, sin temporadas secas pronunciadas, favorece la presencia de una variedad de hábitats y recursos alimentarios, disponibles durante casi todo el año, proporcionando a la fauna una altísima diversidad de nichos y biotopos.

La diversidad de los bosques montanos de *Los Andes* noroccidentales es también sobresaliente, más aún si se tiene en cuenta que su superficie o extensión es considerablemente menor que la de los bosques húmedos de la planicie *Chocó – Darién* (se pueden encontrar hasta 300 especies de plantas superiores en una hectárea) (WWF s.f.). Se trata de una diversidad asociada a la historia biogeográfica (pronunciados periodos glaciales), cambios continuos en la altitud de las zonas de vegetación en respuesta a los cambios climáticos, y una compleja topografía que genera alta heterogeneidad ecológica a lo largo de un amplio gradiente altitudinal (hasta 6,267 msnm en el volcán *Chimborazo* en Ecuador y 4,764 en el volcán *Cumbal* en Colombia). Sus comunidades biológicas se caracterizan por niveles muy altos de endemismo de las especies (50% de su flora y la mayor concentración de áreas de aves endémicas) (WWF s.f.). Muchos de estos endemismos se restringen a los bosques altoandinos y páramos, en las mayores alturas (por encima de los 2,000 msnm). Pero, además de la notable singularidad biológica y ecológica, los páramos son ecosistemas de importancia estratégica porque dan origen a ríos de los cuales se abastece la mayoría de la población en Ecuador y Colombia.

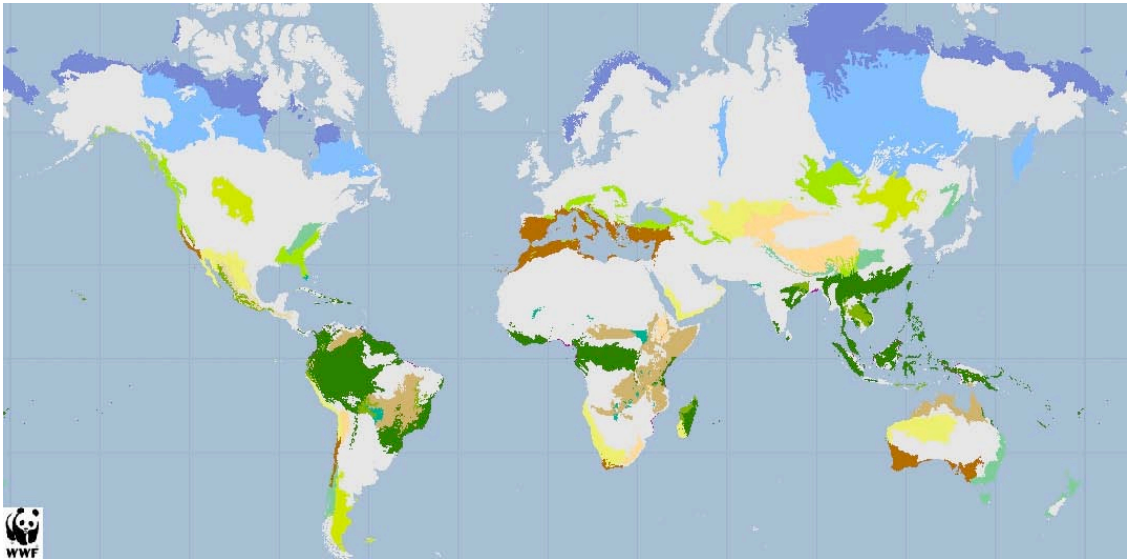
Desafortunadamente, todos los bosques montanos de *Los Andes* se encuentran bajo intensa presión por la creciente población humana, que genera su permanente y extensa transformación para la agricultura y el pastoreo, la recolección de madera para combustible y construcción, la minería y la

explotación forestal. Tanto los bosques montanos de los *Andes Noroccidentales*, como los bosques húmedos del *Chocó – Darién*, son área crítica o punto caliente (*hotspot* en inglés) de la biodiversidad global (Myers *et al.* 2000), debido a esa gran cantidad de especies endémicas que los caracteriza, y cuyo hábitat natural se encuentra amenazado o en proceso de destrucción. También se encuentran en *Global 200*, que corresponde a la lista de ecorregiones identificadas por WWF (Olson *et al.* 2000) como prioritarias para la conservación (238 ecorregiones: 142 terrestres, 53 de agua dulce y 43 marinas), de acuerdo a su riqueza específica, número de endemismos y estados de conservación (véase Mapa 1).

## **1.2. Delimitación del área de estudio en el contexto ecorregional**

El área de estudio se delimitó con base en el enfoque ecorregional de Dinerstein *et al.* (1995) y Olson *et al.* (2000, 2002), que WWF viene utilizando para la definición de sus políticas regionales de conservación. Este enfoque se fundamenta en la planificación de la conservación de la diversidad biológica y cultural de una ecorregión, en escalas espaciales y espaciales que favorecen que la gestión sea exitosa en el largo plazo. Desde una perspectiva global, se entiende que la biodiversidad no se distribuye uniformemente en la Tierra, sino que responde a patrones complejos, determinados por el clima, la geología e historia evolutiva del planeta; estos patrones se denominan "ecorregiones". Más en detalle, una ecorregión es una unidad terrestre o acuática relativamente grande que contiene un conjunto único de comunidades naturales que comparten la mayoría de las especies, dinámicas y condiciones ambientales, y que funciona de manera efectiva como unidad de conservación (traducido de Dinerstein *et al.* 2000).

La valoración del estado de la ecorregión, en términos de su biodiversidad, principales amenazas y oportunidades de conservación, es el primer elemento del que parte la conservación ecorregional. En este contexto, y buscando una mayor comprensión de la variabilidad espacial de la diversidad de mariposas (*Papilionoidea*) de las tres ecorregiones de interés (*Chocó – Darién*, *Noroccidente Ecuatoriano* y *Andes Noroccidentales*), en el presente estudio también se



Mapa 1. Ecorregiones identificadas por WWF (*World Wildlife Fund*) como prioritarias para la conservación en el mundo (Olson *et al.* 2000).

se incluyeron otras 16 ecorregiones, total o parcialmente, que corresponden a los enclaves secos de la ecorregión andina y a las siguientes zonas de transición hacia otros ecosistemas aledaños (véase Mapa 2):

- transición hacia los bosques húmedos del istmo del *Atlántico* en Panamá,
- bosques húmedos de *Magdalena-Urabá* en Colombia,
- parte de los bosques secos de *Guayaquil (Tumbes)*,
- bosque seco panameño,
- parte de los manglares del golfo de *Panamá* y *Magdalena-Santa Marta* (en el golfo de *Urabá*),
- manglares de *Esmeraldas* y pacífico colombiano, *Manabí* y golfo de *Guayaquil*.

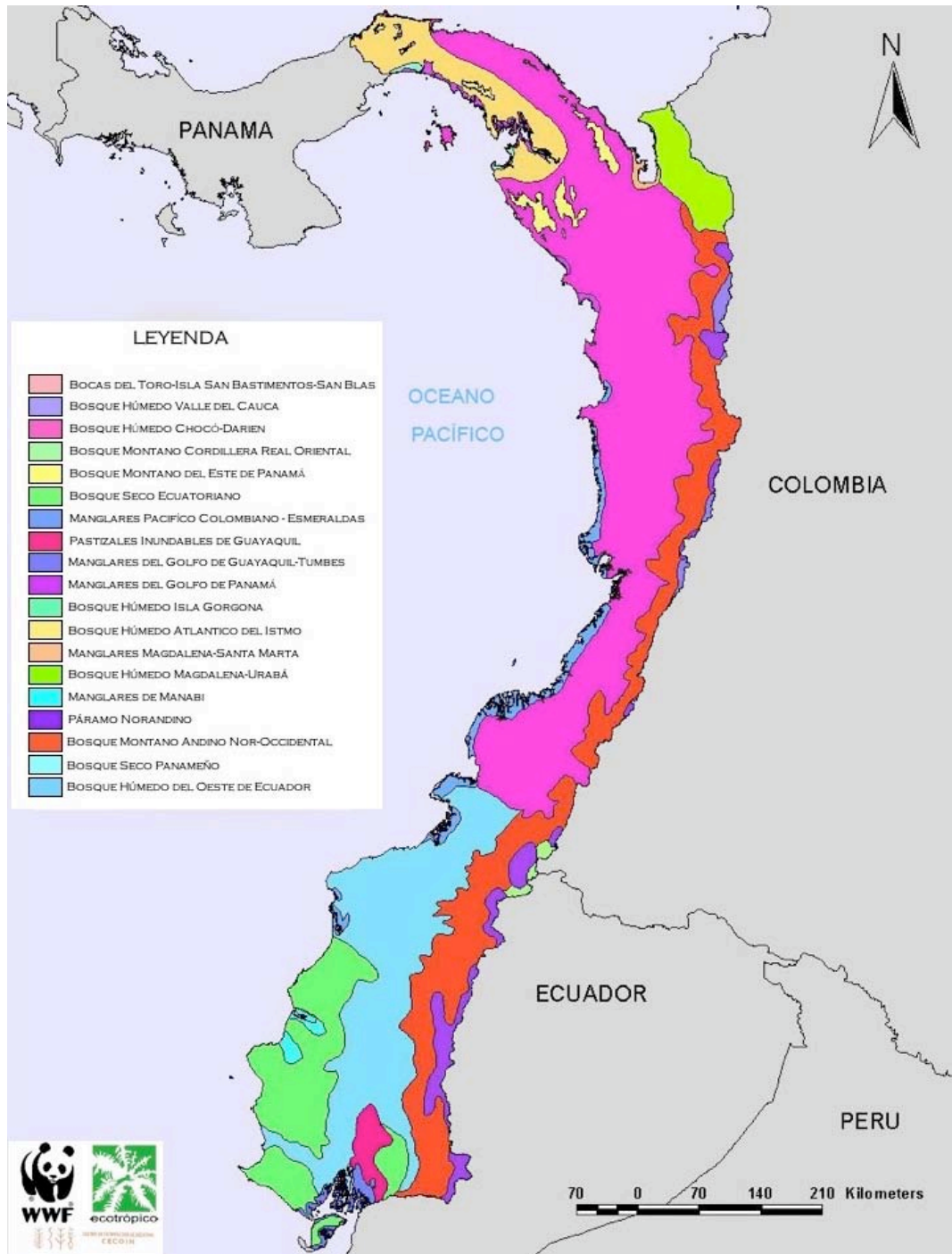
En consecuencia, es importante tener siempre presente que los análisis y resultados de este estudio involucran un área mayor al mosaico de ecosistemas de la vertiente pacífica húmeda, razón por la cual se ha denominado *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* (véase Mapa 3).

Específicamente, el área de estudio se extiende desde la *Zona del Canal* en Panamá, a lo largo de la serranía del *Darién* en Panamá y Colombia, todo el litoral y la vertiente pacífica de la cordillera *Occidental* de *Los Andes* en Colombia y Ecuador, hasta el noroccidente de Ecuador. Geográficamente, su límite oriental es la divisoria de aguas en la cordillera *Occidental* de *Los Andes*, el océano Pacífico su límite occidental, las serranías de *Darién* y *Baudó* su límite norte, y el sector de *Guayaquil* su límite sur, incluyendo la isla del *Rey* a unos 48 km de las costas del istmo de *Panamá* y la isla de *Gorgona* a 56 kilómetros de la costa pacífica del departamento del *Cauca* en Colombia (véase Mapa 4).

Considerando las divisiones político-administrativas de los tres países, el área de estudio incluye las provincias de *Panamá*, *Darién* y la *Comarca de San Blas* en territorio panameño; en Colombia el departamento de *Chocó* y vertiente pacífica de los departamentos de *Antioquia*, *Risaralda*, *Valle*, *Cauca*, y *Nariño*; y en Ecuador las provincias de *Esmeraldas*, *Los Ríos*, *Manabí* y *Guayas*, y la vertiente pacífica de las provincias de *Imbabura*, *Pichincha*, *Cotopaxi* y *Bolívar*. Desde la perspectiva ecológica, estos límites encierran una diversidad de ecosistemas distribuidos en un amplio gradiente altitudinal, de los 0 a los 4,000 metros sobre el nivel del mar (msnm), aproximadamente. *Grosso modo*, de occidente a oriente, este mosaico de ecosistemas involucra los bosques húmedos tropicales bajos, que se desarrollan sobre la planicie costera y sobre una amplia llanura aluvial y colinas bajas, conocida también como el *Andén Pacífico*; los bosques montanos bajos. La serranía del *Darién*, que es el límite natural entre Panamá y Colombia, alcanza su mayor altitud en los cerros *Pirre* y *Tacarcuna* (aproximadamente hasta los 2,200 msnm en Colombia), que sobresalen por su singularidad biológica, y donde se desarrollan bosques de roble, de manera localizada. La serranía de *Baudó* bordea la costa pacífica en el noroccidente de Colombia, separando las cuencas de los ríos *Baudó* y *Atrato*, y alcanza su máxima altura en el *Alto del Buey* (1,810 msnm).



Mapa 2. Área de estudio (*Complejo Ecorregional Chocó – Darién*) y su ubicación en el mapa mundial y en Suramérica.



Mapa 3. Ecorregiones (*sensu* Dinerstein *et al.* 1995) incluidas total o parcialmente en el área de estudio.



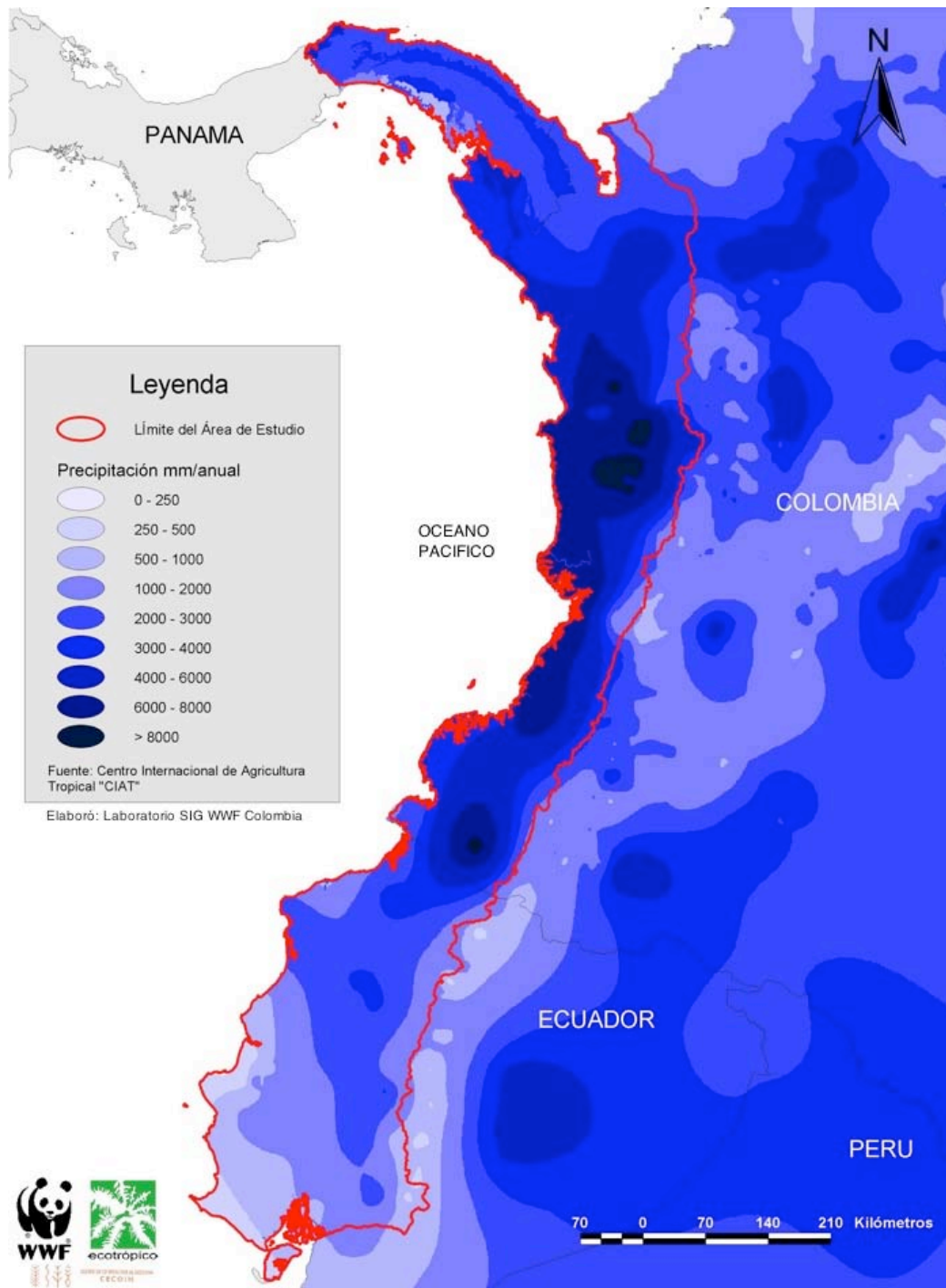
Mapa 4. Relieve, drenaje y principales referentes geográficos costeros y terrestres del área de estudio.

### 1.3. Clima y vegetación del Complejo Ecorregional Chocó - Darién

En la vertiente pacífica de *Los Andes* en Colombia y Ecuador, aproximadamente por debajo de los 1,200 msnm de elevación la temperatura media anual varía entre 22° y 26° C, y su precipitación media anual alcanza los 5,000 mm, con núcleos de mayor precipitación hacia el norte y menor hacia el sur (véase Mapa 5). Al norte, en la vertiente pacífica de Panamá, y de manera más acentuada hacia la *Zona del Canal*, los niveles de precipitación disminuyen. En cuanto a *Los Andes* en Colombia y Ecuador, por encima de los 1,200 msnm, los valores de precipitación descienden a lo largo del gradiente altitudinal, imponiendo diferentes condiciones ambientales a las poblaciones (en algunos sectores se alcanza hasta un rango de temperatura media anual de 14-18° C y una precipitación media anual de 3,000 mm).

Bajo estas condiciones, el tipo de formación vegetal que domina es la de bosque húmedo a pluvial (selva húmeda tropical). Este bosque tiene una estructura única que se caracteriza por altas densidades de árboles pequeños y medianos, poca presencia de lianas y abundantes trepadoras hemiepífitas. Aunque tiene una densidad promedio de individuos con DAP (diámetro del tronco a la altura del pecho) > 2.5 cm por 0.1 ha, la más alta del mundo (más de 510 individuos), en general presenta bajas densidades de árboles emergentes de gran diámetro (Gentry 1993).

Según Gentry (1993), el *Chocó* colombiano presenta la mayor riqueza de plantas con DAP  $\geq$  2.5 cm en muestras de 0.1 ha (262 especies) en el mundo, mientras que los bosques húmedos y muy húmedos del occidente ecuatoriano son comparativamente más pobres (124 especies en parcelas del mismo tamaño), y los premontanos (200 a 1,200 msnm aproximadamente) de la vertiente andina también (158 especies). En los bosques andinos, por encima de los 1,200 msnm, la riqueza de especies se sitúa alrededor de las 121 especies /0.1 ha.



Mapa 5. Precipitación media anual en el área de estudio (Sánchez *et al.* 2008).

De acuerdo con su composición florística, los bosques húmedos a pluviales del *Chocó – Darién* han sido clasificados en dos grupos: formaciones heterogéneas y homogéneas. Las primeras están compuestas por una diversidad de especies distribuidas según el gradiente altitudinal, y las segundas comprenden aquellas donde una sola especie es dominante. La mayoría de estas formaciones homogéneas corresponden a formaciones vegetales de tipo azonal, cuya presencia está condicionada por factores abióticos diferentes al clima, como son los tipos de suelos y patrones de inundabilidad por aguas dulces o salinas. Las más típicas de la región *Chocó – Darién*, inundadas periódica y parcialmente por aguas marinas y/o dulces, son el *manglar* (en la costa de Panamá, Colombia y Ecuador), *natal* y *naidizal* (en el sector costero central y sur del *Chocó*), *guandal* (en deltas de ríos como el *Patía*), *cátival* (en zonas pantanosas adyacentes al río *Atrato*), *panganal* (en el bajo río *Atrato*) y *bagual* (en los diques aluviales de las orillas de numerosos ríos del *Chocó*). Adicionalmente, están los bosques secos de la cuenca del río *Dagua* en Colombia, que corresponden a un enclave subxerófito, desafortunadamente severamente transformado por actividades de sobrepastoreo y quemas asociadas a la ganadería. Su cobertura vegetal original ha desaparecido casi por completo y los procesos de desertificación se han intensificado por la alteración y desecación de los cursos naturales de agua.

En la vertiente andina, alrededor de los 1,000 a 1,200 msnm, hay una transición a bosques montanos húmedos. En general, por encima de los 3,500 msnm, los bosques se cubren de niebla, hay proliferación de musgos y epífitas, y son reemplazados por páramos. Los páramos se diferencian por sus niveles de humedad relativa y composición de acuerdo con su ubicación altitudinal (subpáramo, que marca la transición entre bosque altoandino y el páramo propiamente dicho, y superpáramo en las mayores alturas). Pero, además de este patrón altitudinal típico, también se conocen los páramos azonales, llamados así porque ocurren por la confluencia de factores edáficos, geomorfológicos o microclimáticos, en los cuales, por su ubicación altitudinal, se esperaría la presencia de vegetación más arbórea. Estos páramos azonales se han descrito en áreas inundables (pantanos) y valles muy húmedos, como son los de *Cauca* y *Nariño*. Los páramos colombianos alcanzan una superficie de aproximadamente 1,443,425 ha, siendo su extensión en la cordillera Occidental la más baja del país:

8.1 % en el departamento del *Cauca* y 7.5% en *Nariño* (Hofstede *et al.* 2003). Desafortunadamente, la mayoría de los páramos de la cordillera *Occidental* en Colombia son aún desconocidos y se encuentran mal delimitados a nivel cartográfico (*Paramillo, Frontino, El Duende, Citará, Tatamá y Farallones de Cali*). En Ecuador los páramos cubren alrededor de un 1,250,000 ha (6% del territorio del país) (Medina & Mena en Mena & Hofstede 2006).

En el suroccidente de Ecuador los bosques húmedos a pluviales de tierras bajas presentan una transición gradual a bosques tropicales más secos. Estos bosques forman parte del sector biogeográfico y centro de endemismo conocido como *Tumbes-Piura* (costa pacífica del norte de Perú y sur de Ecuador), de gran importancia en el *Neotrópico* por su alta riqueza y nivel de endemismo. Se trata de ecosistemas con precipitaciones anuales menores a 1,600 mm y con una o dos estaciones secas pronunciadas al año, por lo cual sus bosques son clasificados como deciduos y se caracterizan por la presencia de bromelias, musgos y epifitas (Daly & Mitchell 2000, Pennington *et al.* 2000). Estructural y fisonómicamente, pueden ser bosques similares a bosques húmedos si se comparan en época de lluvias, pero con árboles de menor altura, biomasa, diversidad y densidad de epifitas y lianas. Tienen cerca de 50 a 60 especies con DAP > de 7.5 cm por 0.1 ha, y crecen sobre suelos con mayor fertilidad a la observada en las sabanas tropicales (Frankie 1997).

#### **1.4. Bibliografía**

Acosta-Solís, M. 1968. Divisiones fitogeográficas y formaciones geobotánicas del Ecuador. Casa de la Cultura Ecuatoriana, Quito.

Alberico, M. 1993. Los mamíferos de la planicie. En: Leyva-F., P. (Ed.). Colombia Pacífico. Tomo I. Fondo para la Protección del Medio Ambiente José Celestino Mutis, FEN Colombia, Santafé de Bogotá, pp. 240-247.

Daly, D.C., Mitchell, J.D. 2000. Lowland vegetation of tropical South America. In: Lentz, D.L. (Ed.). Imperfect balance: landscape transformations in the precolumbian Americas. Columbia University Press, New York, pp. 391-453.

D'Arcy, W., Correa, M. 1987. Flora of Panama checklist and index. The Series Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden Vols. 1-17.

Dinerstein, E., Powell, G., Olson, D., Wikramanayake, E., Abell, R., Loucks, C., Underwood, E.C., Allnutt, T., Wettengel, W.W., Ricketts, T., Strand, H., O'Connor, S., Burgess, N. 2000. A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Conservation Science Program, World Wildlife Fund. Washington D.C.

Dinerstein, E., Wikramanayake, E., Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A., Bookbinder, M.P., Ledec, G. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank. Washington, D.C.

Dodson, C.H., Gentry, A.H. 1991. Biological extinction in western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78, 273-295.

Forero, E. 1985. Estado actual del conocimiento de la vegetación y la flora del Chocó. En: D'Arcy, W.G., Correa-A., M.D. (Eds). The botany and natural history of Panama / La botánica e historia natural de Panamá. *Monogr. Syst. Bot.* 10, 185-191. Missouri Botanical Garden, Saint Louis.

Forero, E., Gentry, A.H. 1989. Lista anotada de las plantas del departamento del Chocó, Colombia. Biblioteca J.J. Triana No. 10, Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 142 pp.

Frankie, G.W. 1997. Endangered havens for diversity. *BioScience* 47, 322-324.

Gentry, A.H. 1982. Phytogeographic patterns as evidence for a Chocó refuge. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York, pp. 112-136.

Gentry, A.H. 1993. Riqueza de especies y composición florística. En: Leyva-F., P. (Ed.). *Colombia Pacífico*. Tomo I. Fondo para la Protección del Medio Ambiente José Celestino Mutis, FEN Colombia, Santafé de Bogotá, pp. 200-219.

Haffer, J. 1969. Speciation in Amazonian forest birds. *Science* 165, 131-137.

Haffer, J., Prance, G.T. 2001. Climatic forcing of evolution during the Cenozoic: on the refuge theory of biotic differentiation. *Amazoniana* 16, 579-607.

Mast, R.B., Rodríguez-Mahecha, J.V., Mittermeier, R.A., Hemphill, A.H., Mittermeier, C.G. 1999. Chocó-Darién-Western Ecuador. In: Mittermeier, R.A., Meyers, N., Robles Gil, P., Mittermeier, C.G. (Eds.). *Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions*. CEMEX, Mexico, pp. 122-135.

Mena Vásconez, P., Hofstede, R. 2006. Los páramos ecuatorianos. En: Moraes R., M., Øllgaard, B., Kvist, L.P., Borchsenius, F., Balslev, H. *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, pp. 91-109.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A.B., Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853-858.

Olson, D., Dinerstein, E., Abell, R., Allnutt, T., Carpenter, C., D'Amico, J., Hurley, P., Kassem, K.R., Strand, H., Taye, M., Thieme, M. 2000. *The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's distinctive ecoregions*. Volume 180.

Olson, D.M., Dinerstein, E., Powell, G.V.N., Wikramanayake, E.D. 2002. Conservation biology for the biodiversity crisis. *Conservation Biology* 16, 1-3.

Pennington, R.T., Prado, D.E., Pendry, C.A. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography* 27, 261-273.

Prance, G.T., Haffer, J. 2002. Impulsos climáticos da evolucao na Amazonia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos refúgios da diferenciacao biótica. *Amazoniana* 16, 175-206.

Rangel-Ch., J.O., Lowy, P. 1993. Tipos de vegetación y rasgos fitogeográficos de la región pacífica de Colombia. En: Leyva-F., P. (Ed.). *Colombia Pacífico*. Tomo I. Fondo para la Protección del Medio Ambiente José Celestino Mutis, FEN Colombia, Santafé de Bogotá, pp. 182-198.

Sánchez, E., Hurtado Guerra, A., Suárez, C., Walschburger, T. 2008. Escenario natural, social y cultural del Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD). En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 17-86.

Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J., Wege, D.C. 1998. Endemic bird areas of the World: priorities for biodiversity conservation. Birdlife International. Smithsonian Institution Press.

WWF - World Wildlife Fund. (s.f.). Northern Andean montane forests. Recuperado el 8 de octubre de 2011, de [http://wwf.panda.org/about\\_our\\_earth/ecoregions/northandean\\_montane\\_forests.cfm](http://wwf.panda.org/about_our_earth/ecoregions/northandean_montane_forests.cfm)

Zuluaga-R., S. 1987. Observaciones fitoecológicas en el Darién colombiano. Pérez-Arbelaesia 1, 85-145.



## **CAPITULO 2**

**ENFOQUE CONCEPTUAL Y PROCEDIMIENTO  
METODOLÓGICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE  
LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE  
MARIPOSAS (*PAPILIONOIDEA*) EN EL *COMPLEJO  
ECORREGIONAL CHOCÓ - DARIÉN***



## 2.1. Introducción

A pesar de la singularidad, riqueza e importancia biológica del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*, son escasos los esfuerzos para definir áreas representativas y ecológicamente funcionales para la conservación de su biodiversidad. Con el propósito de llenar este vacío, Walschburger *et al.* (2008a) desarrollaron un enfoque metodológico que relaciona variables biológicas y sociales en la definición de estas áreas prioritarias (estudio del cual soy coautora). Su aplicación se llevo a cabo, de manera conjunta e integrada, para cinco grupos taxonómicos (plantas, mariposas, anfibios, aves y mamíferos). En particular, en ese estudio la información de mariposas sólo contempló, parcialmente, tres de las cuatros familias de *Papilionoidea*, que en el presente trabajo sí se incorporan ampliamente (véase Tabla 4).

En este capítulo se retoma la revisión conceptual y la metodología diseñada por Walschburger *et al.* (2008a), pero referida de manera particular y detallada para la selección y priorización de áreas representativas de la diversidad de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*. El procedimiento metodológico desarrollado contempla tres componentes: i) un análisis de la distribución espacial de la riqueza de mariposas; ii) la diferenciación de arreglos espaciales de distribución de especies y su representatividad biológica relativa; y iii) la identificación y valoración de los escenarios para la planificación de la conservación de la diversidad de mariposas, según criterios de representatividad biológica e integridad de la matriz del paisaje de los arreglos espaciales, y funcionalidad ecológica y probabilidad de transformación por presión antrópica de sus fragmentos remanentes de cobertura vegetal original.

## 2.2. Revisión conceptual y de enfoques metodológicos

La planificación de la conservación debería partir de un conocimiento detallado sobre la distribución de todos los elementos que componen la biodiversidad de una región determinada (genes, poblaciones, especies, comunidades y ecosistemas). Sin embargo, en la realidad este conocimiento es incompleto y fragmentario. En el contexto actual de pérdida acelerada de los

hábitats naturales, resulta más efectivo tomar decisiones e implementar acciones de conservación sobre la base de la información disponible, por escasa que sea, que esperar a contar con inventarios y reconocimientos más detallados de la biodiversidad (Grantham *et al.* 2009). Por esta razón, la definición de áreas representativas de los componentes de la biodiversidad ha tomado gran relevancia y auge en los últimos tiempos, bajo diferentes enfoques, que se revisan y discuten a continuación .

Lo más común en los análisis de representatividad es el uso de variables sustitutas que son indicadoras, o reflejan de manera indirecta, los patrones de distribución de los componentes de la biodiversidad (e.g. Noss 1990, Humphries *et al.* 1995, Vane-Wright 1996, Ferrier 1997, 2002, Margules & Pressey 2000, Kati *et al.* 2004 a, b, Faith *et al.* 2004, Sarkar *et al.* 2005). Las variables más utilizadas son los datos de distribución de ciertas especies de particular importancia ecológica, especies endémicas focales o bandera (*flagship species*) (Lambeck 1997, Simberloff 1998, Caro & O'Doherty 1999, Chase *et al.* 2000). Igualmente, se utiliza el conjunto de especies de un grupo taxonómico indicador, como pueden ser las aves (Peterson *et al.* 2002), los escarabajos (Anderson & Ashe 2000) o las mariposas (Ehrlich & Murphy 1987, Brown 1991, Kremen *et al.* 1993, Kremen 1994, Nelson & Andersen 1994).

Sin embargo, el uso de ciertas especies y de grupos indicadores como variables sustitutas conlleva limitaciones tales como el nivel de congruencia esperado entre sus modelos de distribución y el modelo espacial que exhibiría el conjunto total de la biodiversidad (e.g. Prendergast *et al.* 1993, Balmford 1998, Reid 1998, van Jaarsveld *et al.* 1998a, Moritz *et al.* 2001). Pero aún no hay resultados concluyentes sobre cuáles grupos y qué especies pueden ser las variables sustitutas más efectivas (Conroy & Noon 1996, Flather *et al.* 1997, Kati *et al.* 2004 a, b, Arponen *et al.* 2005). Al parecer, los niveles de congruencia entre taxones pueden variar dependiendo de las especies consideradas, la heterogeneidad espacial a nivel de ecosistemas en el área de estudio, la historia biogeográfica y, desde luego, la escala de análisis empleada.

En el caso particular de las mariposas tropicales, en algunos estudios se ha encontrado poca correlación entre su diversidad y la de otras especies, así como

entre su diversidad y los impactos antrópicos sobre los hábitats (Ghazoul 2002 y Fleishman & Murphy 2009 citados en Bonebrake *et al.* 2010). Sin embargo, en general, su sensibilidad a los cambios ambientales, ciclos generacionales cortos y sistemática relativamente resuelta, las convierten en uno de los mejores candidatos como indicadores para desarrollar modelos predictivos sobre los impactos por la pérdida de hábitats naturales, y los efectos del cambio climático y de las especies invasoras (Bonebrake *et al.* 2010). En especial, estudios de las mariposas como indicadores de perturbación y cambio ambiental han sido de gran utilidad para enfocar los esfuerzos de conservación en el diseño de sistemas de áreas protegidas (Kremen 2003) y la conectividad del paisaje o establecimiento de corredores (Hill 1995 y Brown & Freitas 2000 citados en Bonebrake *et al.* 2010).

Otro método empleado en la selección de áreas de conservación es aquel que se centra en las propiedades colectivas de la biodiversidad, como por ejemplo la riqueza de especies y el nivel de endemismo (Austin 1999). Dentro de este enfoque lo más común es la aplicación de modelos estadísticos que relacionan la riqueza de especies registrada en un conjunto de localidades de una región con un grupo de variables medioambientales cartografiadas con la ayuda de sensores remotos (*e.g.* Nøhr & Jørgensen 1997, Leathwick *et al.* 1998, Lwanga *et al.* 1998, Wohlgemuth 1998). Aunque estos modelos permiten extrapolar la riqueza local de especies a un nivel regional, se cuestiona su viabilidad porque no consideran los elementos que conforman la biota de un área, sino sus atributos numéricos, que pueden ser similares entre lugares muy diferentes en su composición de especies.

Un método alternativo que busca superar la falta de información sobre la distribución de especies, se basa en información sobre el comportamiento espacial de variables ambientales que pueden ser capturadas con ayuda de sensores remotos (por ejemplo fotografías aéreas, imágenes de satélite, etc.). Para su aplicación es necesario dividir la región de estudio en un conjunto discreto de clases de cobertura de la tierra (como son los ecosistemas, paisajes ecológicos, hábitats y tipos de cobertura vegetal), asumiendo de nuevo que estas unidades espaciales concuerdan con los patrones de distribución de los

elementos de la biodiversidad y, por lo tanto, operan como variables sustitutas en la planificación de la conservación (e.g. Bowker 2000, Margules & Pressey 2000, Ferrier 2002, Faith *et al.* 2004, Warman *et al.* 2004). Al incluir fracciones representativas y ecológicamente funcionales de las diferentes clases de cobertura de la tierra en una red de áreas de conservación, se presume que se están conservando también las especies asociadas a estas clases de cobertura espacial. La ventaja comparativa de este método es que estas coberturas se pueden delimitar con ayuda de sensores remotos, obteniendo así la información requerida de manera económica y relativamente rápida. Incluso hay tipos de cobertura vegetal que se pueden delimitar manualmente, o con ayuda de algoritmos de interpretación automatizada de imágenes de sensores remotos, apoyándose en verificaciones de campo.

Como bien lo plantean Pressey (1994, 1997), Ferrier y Watson (1997), Noss *et al.* (1999) y Stoms *et al.* (2005), los niveles de congruencia entre patrones de distribución de tipos de cobertura vegetal y patrones de distribución de especies raramente han sido objeto de comprobación en campo, y es de esperar que éstos no siempre sean altos. Las especies pueden presentar variaciones en su distribución dentro de un mismo tipo de cobertura vegetal, siendo a veces agregada o irregular, dependiendo si está respondiendo a ciertas condiciones medioambientales, como microclimas, tipos de suelo, etc. Estos patrones espaciales sólo se pueden diferenciar a escalas espaciales más finas. Por ejemplo, a pesar de la escasez de estudios sobre la dinámica ecológica y poblacional de mariposas tropicales, en *Heliconius* e *Ithomiinae* hay evidencia sobre fluctuaciones poblacionales frente a la marcada estacionalidad de periodos húmedos a secos (Quintero 1998, de-Andrade & Freitas 2005 y Fleming *et al.* 2005 citados en Bonebrake *et al.* 2010). También es frecuente observar patrones de distribución por parches, que obedecen a otros factores biológicos, tales como competencia, predación, extinción local, presencia de barreras a la dispersión, efectos demográficos, etc. Las discontinuidades espaciales en la distribución de especies (reemplazo espacial a nivel de especies y subespecies), dentro de un mismo tipo de cobertura vegetal, también pueden obedecer a la acción de factores de orden histórico, como barreras de dispersión, aislamiento geográfico y cambios en la cobertura vegetal por cambios climáticos (Haffer & Prance 2001,

van der Hammen 2001). Además, muchas especies pueden estar presentes en más de un tipo de cobertura vegetal, con una distribución irregular en su interior. En consecuencia, aunque cada tipo de cobertura vegetal sea cartografiado como relativamente homogéneo, a una escala geográfica dada, internamente puede exhibir heterogeneidad biológica. Los diferentes tipos de cobertura vegetal en un mapa, principalmente los contiguos, pueden variar sólo hasta cierto grado en su composición de especies. Sin embargo, muchas veces las especies que no se comparten son precisamente las de gran interés para la conservación; sobretodo si son endémicas, raras, de distribución relictual o se encuentran bajo alguna categoría de amenaza.

Por último, hay otro enfoque que plantea la importancia de definir áreas de conservación basándose en procesos y factores físicos, climáticos y ecológicos, como los refugios climáticos secos (Morton *et al.* 1995), refugios climáticos húmedos (Noss 2001), áreas de diversificación reciente asociadas a ecotonos (Smith *et al.* 1997), interfaces geológicas (Cowling & Pressey 2001) o áreas de estabilidad climática (Fjeldsa & Rahbek 1997). Al respecto, varios autores hacen énfasis en la importancia de los cambios climáticos ocurridos durante las glaciaciones y periodos interglaciares del Pleistoceno (y posiblemente anteriores) para explicar la diversidad y los patrones de endemismo y de distribución actual de las comunidades neotropicales (*e.g.* van der Hammen 2001, Prance & Haffer 2002); razón por la cual se han definido numerosas áreas de conservación en concordancia con los límites propuestos para estos refugios húmedos pleistocénicos. En particular, los patrones de diversidad en mariposas han sido tradicionalmente explicados con base en el aislamiento temporal de las poblaciones durante tales glaciaciones, en islas o refugios de bosque separados entre sí, que potenció procesos de divergencia y formación de nuevas especies en su interior, las cuales entraron en contacto con otras poblaciones durante los periodos interglaciares, cuando los bosques ampliaron nuevamente su cobertura y se unieron (*e.g.* Brown *et al.* 1974, Brown 1982, Turner 1982). Sin embargo, estudios genéticos recientes (*e.g.* Knapp & Mallet 2003, Meggens *et al.* 2004, Whinnett *et al.* 2005 y Elias *et al.* 2009 citados en Bonebrake *et al.* 2010) sugieren un escenario más complejo, de continua divergencia en tiempo y espacio a lo

largo de la historia evolutiva de las mariposas, lo cual se describe más en detalle en el Capítulo 4.

En resumen, la tarea de identificar áreas representativas de la biodiversidad se ha basado en dos enfoques principales: uno centrado en la distribución de especies (filtro fino) y otro centrado en la distribución de ecosistemas (filtro grueso). Más recientemente, se ha buscado combinar los dos enfoques (e.g. Groves 2003, Stoms *et al.* 2005, Sarkar *et al.* 2005), teniendo en cuenta que las especies no presentan patrones de distribución homogéneos al interior de un solo ecosistema, lo que también puede implicar variaciones espaciales en la riqueza de especies.

En el presente estudio se combinan variables sustitutas de los niveles de ecosistema y de especie en una escala ecorregional. En el nivel de ecosistema se utilizan los tipos generales de cobertura vegetal que caracterizan el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, los cuales son además diferenciados de acuerdo con rangos altitudinales. Se asume que la compleja topografía del área de estudio, a lo largo de un amplio gradiente altitudinal andino y de las serranías aisladas en el *Darién* y litoral pacífico (*Baudó* en Colombia y serranía de *La Costa* en Ecuador), determina cambios en la estructura y composición de los bosques y, por lo tanto, en la distribución de las especies animales. En el nivel de especie se utilizan los datos de riqueza relativa y distribución potencial de mariposas en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*. Con base en este filtro fino se evalúa la variabilidad en los patrones de distribución y se identifican diferentes arreglos espaciales de distribución de especies al interior de un solo ecosistema o tipo de cobertura vegetal. Cada arreglo espacial corresponde al solapamiento total o parcial de varios patrones de distribución en un área geográfica. A partir del análisis jerárquico del grado de diferenciación de estos arreglos, se establecen distritos y provincias biogeográficas, involucrando así otros niveles superiores de variación espacial, determinados por factores diferentes a los ecológicos actuales, y posiblemente más de orden histórico. La valoración posterior de los arreglos espaciales, según criterios de representatividad biológica e integridad ecológica, y de sus fragmentos remanentes de cobertura vegetal natural, según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica,

considerando además el régimen legal de protección del territorio, permite seleccionar los escenarios más favorables para la conservación.

## **2.3. Métodos**

### **2.3.1. Clasificación y delimitación de la cobertura vegetal natural actual y original del área de estudio**

La delimitación de los tipos de cobertura vegetal existentes en el área de estudio es primordial para: i) diferenciar sus principales paisajes ecológicos, considerando que éstos determinan en buena parte la distribución de las especies, siendo fundamental su representatividad en la identificación de las áreas prioritarias para la conservación; y para ii) estimar, con base en la modelación de la cobertura vegetal original, el grado de transformación y fragmentación actual del paisaje.

La cobertura vegetal actual se conformó con base en la interpretación de imágenes de satélite, escala 1:100,000, por parte de la Fundación Natura para Ecuador, y por parte de WWF Colombia para los sectores de Panamá y Colombia. La generalización final se realizó a escala 1:250,000. Adicionalmente, en el caso de Colombia y Panamá se hizo una proyección de las coberturas vegetales teniendo en cuenta las curvas de nivel. Para Ecuador también se utilizó información cartográfica (escalas 1:50,000 y 1:250,000) del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), la Fundación Natura y el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), la cual fue verificada con las imágenes de satélite.

Dado que se carece de un sistema de clasificación de la cobertura vegetal aceptado por los tres países involucrados (Panamá, Colombia y Ecuador), en el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de WWF Colombia se realizó una integración y reconstrucción cartográfica a escala 1: 250,000 de la vegetación original del área de estudio, partiendo de tres mapas detallados sobre la vegetación de cada uno de estos países:

- Mapa de Ecosistemas Originales facilitado por el World Conservation Monitoring Center (WCMC 1996), a escala 1: 1,000,000.
- Mapa de Cobertura de Vegetación Actual del proyecto “Zonificación Ecológica de la Región Pacífica Colombiana” (IGAC & MMA 2000), a escala 1: 100,000.
- Mapa de Vegetación del Ecuador Continental (Sierra *et al.* 1999b), a escala 1:1,000,000.

A nivel de formaciones tipo y sus respuestas fenológicas o clases de vegetación, se determinaron 11 tipos principales de cobertura vegetal original en el área de estudio (véase Tabla 1), que fueron agrupados en ocho categorías de acuerdo con su rango altitudinal (véase Tabla 2). La interpretación de imágenes de satélite permitió determinar la cobertura actual de los fragmentos remanentes de estos ocho tipos de cobertura vegetal (véase Mapa 6), con relación a sus coberturas vegetales originales (véase Mapa 7).

Tabla 1. Tipos de cobertura vegetal original definidos en el área de estudio con base en las fuentes cartográficas utilizadas, imágenes de satélite y topografía (Walschburger *et al.* 2008b).

Tipos de cobertura vegetal definidos	ECUADOR (según Sierra <i>et al.</i> 1999a, b)	COLOMBIA (según IGAC-MMA 2000)	PANAMÁ (según WCMC 1996)
Bosque de manglar (m)	Manglar	Bosque de manglar	Manglar
	Manglillo	Arbustal de manglar	
Bosque húmedo de tierras bajas no inundable (b)	Bosque siempreverde de tierras bajas de la costa	Bosque aluvial (algunos)	Bosque húmedo de tierras bajas
	Bosque siempreverde de tierras bajas	Bosque de bajas altitudes	

*Continúa*

Tipos de cobertura vegetal definidos	ECUADOR (según Sierra <i>et al.</i> 1999a y b)	COLOMBIA (según IGAC-MMA 2000)	PANAMÁ (según WCMC 1996)
Bosque húmedo de tierras bajas inundable o inundado (b)	Bosque siempreverde inundable	Bosque pantanoso	Continuación de estos bosques de Colombia hacia Panamá según imágenes de satélite.
		Bosque aluvial (algunos)	
		Bosque turboso	
Bosque húmedo premontano o húmedo a seco premontano (pm)	Bosque siempreverde premontano de la cordillera <i>Occidental de Los Andes</i> y húmedo a seco de la cordillera de <i>La Costa</i>	Bosque submontano	De acuerdo a su rango altitudinal
Bosque húmedo montano bajo (mb)	Bosque siempreverde montano bajo de la cordillera de <i>La Costa</i>	Bosque subandino	Bosque húmedo subandino
	Bosque de neblina montano bajo de la cordillera <i>Occidental de Los Andes</i>		
	Bosque de neblina montano bajo de la cordillera de <i>La Costa</i>		
Bosque húmedo montano alto (ma)	Bosque de neblina montano alto de la cordillera <i>Occidental de Los Andes</i>	Bosque andino	Bosque húmedo andino
Bosque y/o matorral seco de tierras bajas (sb)	Bosque deceduo de tierras bajas de la costa	Matorral. Presente bajo los 1,200 msnm	Determinados a partir de imágenes de satélite, por debajo de los 1,200 msnm
	Bosque semideciduo de tierras bajas de la costa		
	Matorral seco de tierras bajas de la costa		
Bosque y/o matorral seco montano (sm)	Bosque semideciduo montano bajo de la cordillera <i>Occidental de Los Andes</i>	Bosques secos y matorrales secundarios xerofíticos subandinos de los valles intercordilleranos. Presentes sobre los 1,000 msnm	
Páramo (p)	Páramos secos	Páramos húmedos	
	Páramos húmedos		
	Páramos arbustivos		
Herbazal de tierras bajas (b)	Herbazal de tierras bajas de la costa	Herbácea/ vegetación hídrica	Humedales
		Herbácea/ vegetación de forbias	
Sabana arbustiva de tierras bajas (b)	Sabana arbustiva		

IGAC = Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Colombia); WCMC = *World Conservation Monitoring Center*.

Tabla 2. Rangos altitudinales en cada país de los principales tipos de cobertura vegetal original definidos en el área de estudio (Walschburger *et al.* 2008b).

Tipos de cobertura vegetal original	ECUADOR			COLOMBIA		PANAMÁ
	Cordillera o sierra de La Costa (msnm)	Estribación occidental de la cordillera de <i>Los Andes</i> (msnm)		Serranías del <i>Darién</i> , <i>Los Saltos</i> y <i>Baudó</i> (msnm)	Estribación occidental de la cordillera <i>Occidental</i> (msnm)	Serranías del <i>Darién</i> y <i>Sapo</i> (msnm)
		Norte	Sur			
m	0 – 10	0 - 10	0 – 10	0 – 10	0 - 10	0 - 10
b	0 – 450	0 - 300	0 – 300	0 – 200	0 - 200	0 - 200
pm	300 - 450	300 – 1,300	300 -1,100	200 – 1,200	200 - 1,200	200 – 1,200
mb	> 450	1,300 – 1,800	1,100-1,500	>1,200	1,200 – 2,000	>1,200
ma	No aplica	1,800 – 3,400	1,500-3,300	No aplica	2,000 – 3,500	No aplica
p	No aplica	> 3,400	> 3,300	No aplica	> 3,500	No aplica
sb	< 450	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
sm	>450	>1,300	>1,100	>500	>500	>500

m = Bosque de manglar; b = Bosque húmedo de tierras bajas inundable y no inundable;

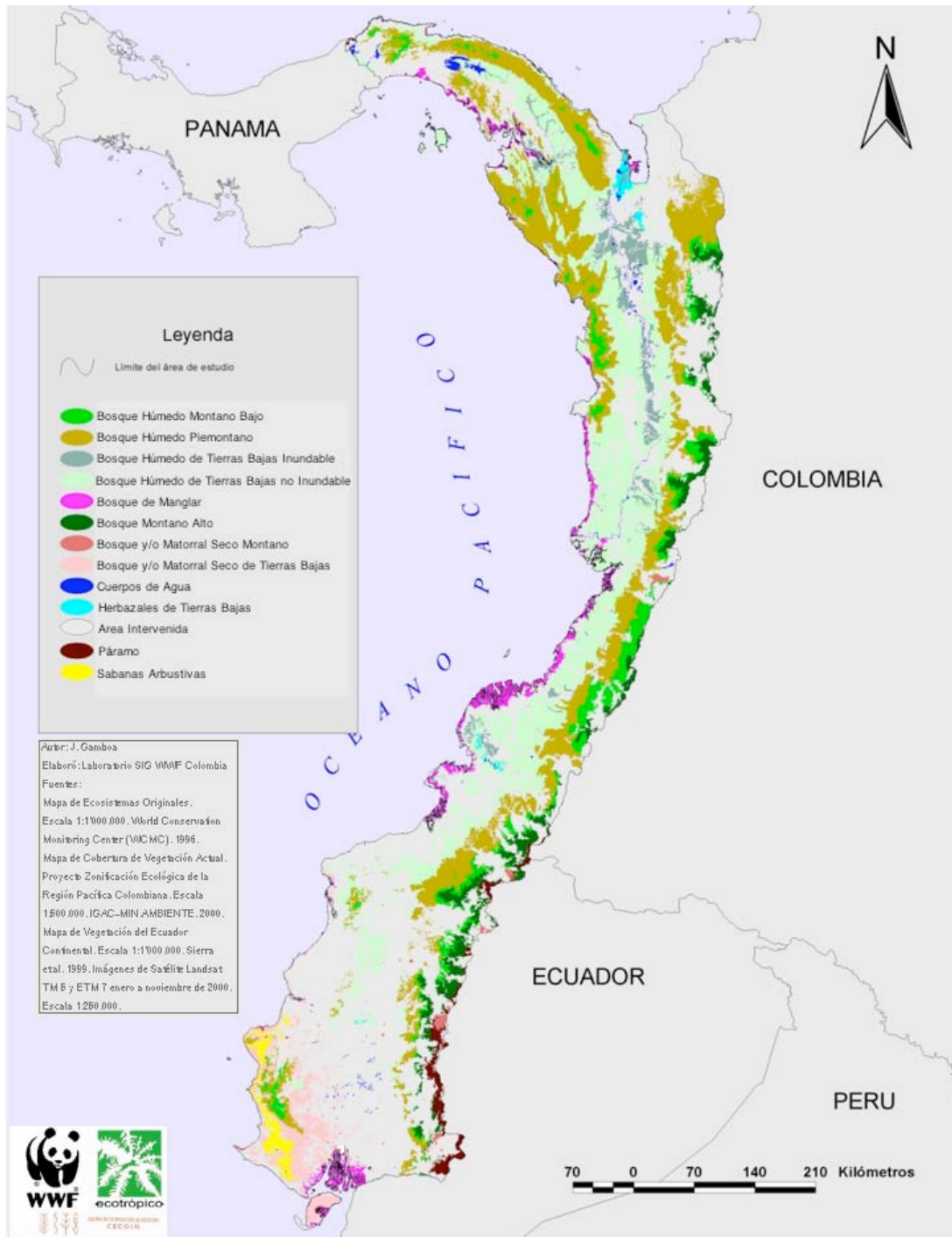
pm = Bosque húmedo premontano; mb = Bosque húmedo montano bajo;

ma = Bosque húmedo montano alto; p = Páramo; sb = Bosque y/o matorral seco de tierras bajas; sm = Bosque y/o matorral seco montano.

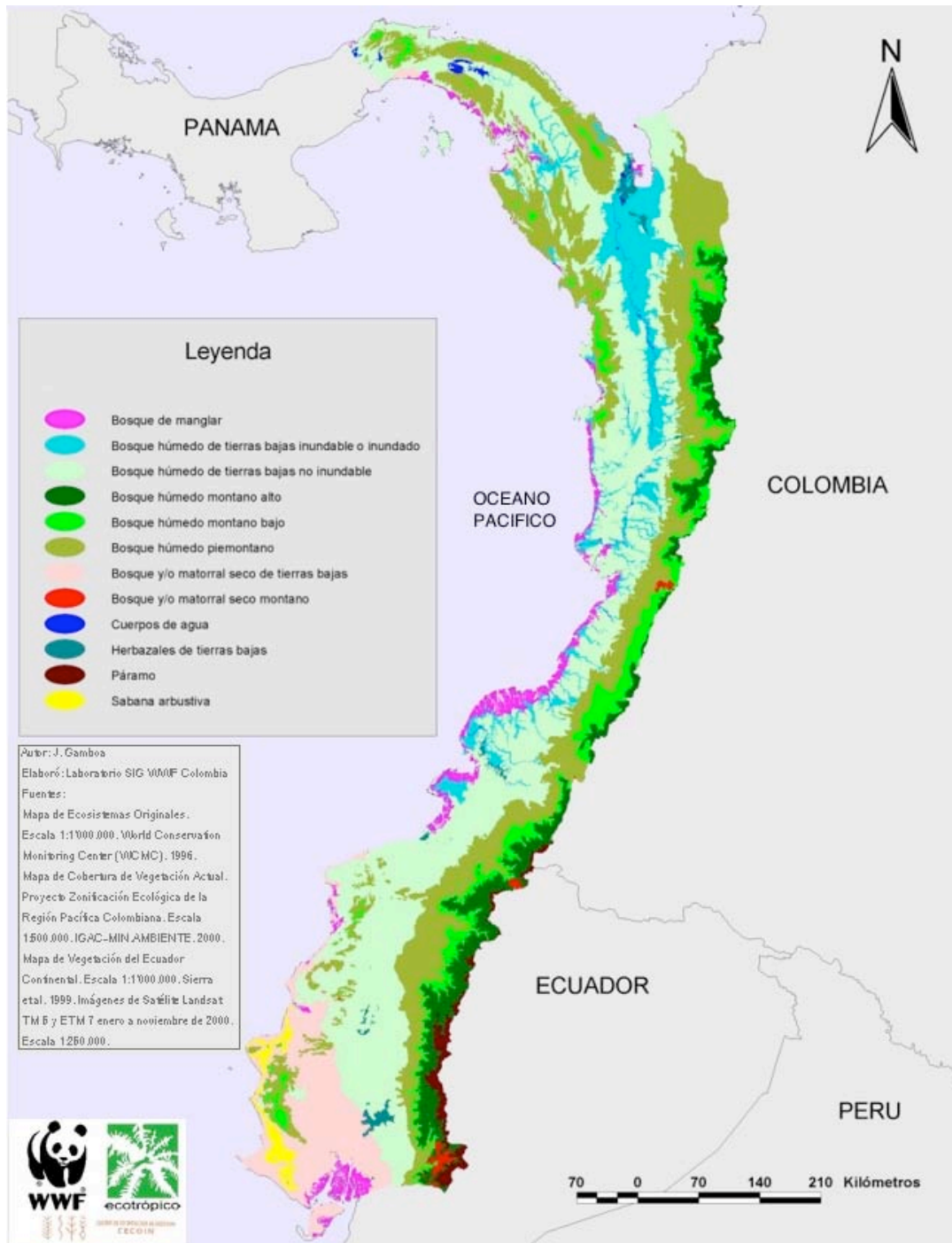
Tabla 3. Área remanente actual de los principales tipos de cobertura vegetal original definidos en el área de estudio (Walschburger *et al.* 2008b).

Tipos de cobertura vegetal	Área original (ha)	Área remanente actual (ha)	% Área remanente
Bosque de manglar (m)	665,225	483,806	73
Bosque húmedo de tierras bajas (b)	10'189,600	4,223,706	41
Bosque húmedo montano alto (ma)	1'581,743	803,625	51
Bosque húmedo montano bajo (mb)	1'771,275	1,015,013	57
Bosque húmedo premontano (pm)	5'658,587	3,850,019	68
Bosque y/o matorral seco de tierras bajas (sb)	1'850,243	622,031	34
Bosque seco montano (sm)	85,218	39,694	47
Páramo (p)	291,406	232,425	80
Total general	22,093,297	11,270,319	51

Actualmente el 51% del área de estudio se encuentra intervenido, siendo el sector ecuatoriano el que presenta la mayor transformación de su cobertura vegetal original, principalmente su cobertura de bosque seco de tierras bajas (véase Mapa 6 y Tabla 3).



Mapa 6. Cobertura vegetal natural actual del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (Walschburger et al. 2008b).



Mapa 7. Cobertura vegetal natural original del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (Walschburger et al. 2008b).

### **2.3.2. Recopilación y sistematización de la información de las familias de mariposas estudiadas**

Se seleccionaron cuatro familias de mariposas *Papilionoidea* (véase Tabla 4) y se recopilaron sus registros de colección disponibles para el área de estudio. Esta recopilación se realizó a través de la consulta de colecciones en museos nacionales e internacionales, colecciones privadas, revisión de fuentes bibliográficas especializadas y consulta de catálogos y bases de datos disponibles en Internet. La información se organizó y sistematizó en una base de datos relacional con los cuatro componentes principales que se describen a continuación.

**Información taxonómica:** familia, subfamilia, tribu, género, especie y subespecie. Cada dato se incluyó con la referencia de autor e información sobre fechas de descripción y sinonimia. La nomenclatura taxonómica se estandarizó y actualizó, en la medida de lo posible, siguiendo las revisiones sistemáticas y publicaciones más recientes.

**Información geográfica:** localidad o sitio de colección, unidades político-administrativas (municipio o cantón y provincia o departamento), país, coordenadas geográficas y elevación sobre el nivel del mar. Cada una de las localidades de colección fue georreferenciada (en aquellos casos en los que el registro no disponía de coordenadas, se utilizaron diccionarios geográficos y “gazeteers” de aves, o se calcularon con ayuda de mapas detallados), y recibió un código que fue transferido desde la base de datos al programa estadístico *SPSS* (*Statistical Package for the Social Sciences*, versión 10) para realizar los análisis de agrupamiento que se describen más adelante. Igualmente, las coordenadas geográficas fueron transferidas desde la base de datos a un sistema de información geográfico - SIG (*Arcview*, versión 3.2), con el propósito de trabajar la distribución de las localidades de colección en las unidades de análisis que también se describen a continuación.

**Información bibliográfica:** fuente bibliográfica completa (autor, año de publicación, título, revista o publicación periódica, volumen, número, páginas y editorial en el caso de los libros).

Tabla 4. Familias, subfamilias y tribus de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas.

Familia	Subfamilia	Tribu
<i>Papilionidae</i>	<i>Papilioninae</i>	<i>Leptocircini</i> <i>Papilionini</i> <i>Troidini</i>
<i>Pieridae</i>	<i>Coliadae</i>	
	<i>Dismorphiinae</i>	
	<i>Pierinae</i>	<i>Anthocharidini</i> <i>Pierini</i>
<i>Riodinidae</i>	<i>Euselasiinae</i>	<i>Euselasiini</i>
	<i>Riodininae</i>	<i>Riodinini</i> <i>Symmachiini</i> <i>Eurybiini</i> <i>Helicopini</i> <i>Mesosemiini</i> <i>Nymphidiini</i> <i>Stalachtini</i> <i>Symmachiini</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Apaturinae</i>	
	<i>Biblidinae</i>	<i>Biblidini</i>
	<i>Charaxinae</i>	<i>Anaeini</i> <i>Preponini</i>
	<i>Cyrestinae</i>	<i>Cyrestini</i>
	<i>Danainae</i>	<i>Danaini</i> <i>Ithomiini</i>
	<i>Limenitidinae</i>	<i>Limenitidini</i>
	<i>Libytheinae</i>	
	<i>Morphinae</i>	<i>Brassolini</i> <i>Morphini</i>
	<i>Nymphalinae</i>	<i>Coeini</i> <i>Melitaeini</i> <i>Victorini</i> <i>Nymphalini</i> <i>Junoniini</i>
	<i>Heliconiinae</i>	<i>Acraeini</i> <i>Heliconiini</i>
<i>Satyrinae</i>	<i>Haeterini</i> <i>Melanitini</i> <i>Satyrini</i>	

**Información de museos:** nombre del museo donde se encuentran depositados los ejemplares, acrónimo del museo, ciudad y país.

### **2.3.3. Distribución espacial de la riqueza relativa de especies**

La falta de homogeneidad en la distribución espacial de la información sobre las especies plantea algunos problemas para la delimitación de áreas de distribución y para la comparación de la riqueza de especies entre lugares. Uno de los métodos estadísticos más comunes para llenar vacíos geográficos en la distribución de las especies consiste en la interpolación y extrapolación espacial. Sin embargo, con este tipo de método es fundamental resolver el problema de las “falsas ausencias”, así como evitar la introducción de “falsas presencias”. Esto último ocurre cuando, en la generación de mapas de distribución, a una escala dada, se asume que una especie debe estar presente en todas las unidades espaciales para las cuales se cumplen condiciones ambientales similares a las de las unidades sobre las cuales se colocó la nube de puntos de sus localidades de colección. En realidad es probable que dicha especie sólo pueda sobrevivir en una fracción de la superficie de esas unidades en donde se conjugan ciertas condiciones específicas de calidad de hábitat. Por esta razón, es importante que la delimitación de áreas de distribución a escalas detalladas considere también los factores ambientales que operan a estas escalas (*e.g.* Lombard *et al.* 1999, Maddock & du Plessis 1999, Richardson & Funk 1999, Soberón *et al.* 2000).

Teniendo en cuenta que en el área de estudio hay sectores que se encuentran muy bien muestreados y otros que cuentan con muy poca información, se optó por agrupar espacialmente la información (registros de colección de las especies y subespecies) en unidades de análisis relativamente gruesas, involucrando en su delimitación factores ambientales como cambios en la cobertura vegetal, gradiente altitudinal y divisorias de cuencas hidrográficas, que podrían estar imponiendo restricciones en la distribución de las especies.

El procedimiento metodológico adelantado fue el siguiente: se dividió el área de estudio en sus principales cuencas y subcuencas hidrográficas, siguiendo en cada caso la divisoria de aguas y agrupando drenajes de primer y segundo orden.

Las 50 cuencas hidrográficas resultantes se subdividieron de acuerdo a los límites de los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en su interior, mediante su intersección con el mapa de cobertura vegetal natural original (véase Mapa 7), y se obtuvo el mapa de unidades de análisis (véase Figura 1). Con ayuda del SIG las localidades de colección se transfirieron a este mapa, lo cual permitió generar la matriz de presencia y ausencia de las especies y subespecies en las diferentes unidades de análisis, modelando la distribución probable de cada una, mediante interpolación y extrapolación espacial, con base en información obtenida de una revisión bibliográfica exhaustiva sobre su amplitud altitudinal, su amplitud de tipos climáticos, su presencia en diferentes tipos de cobertura vegetal y los extremos geográficos dentro del área de estudio para los que ha sido reportada.

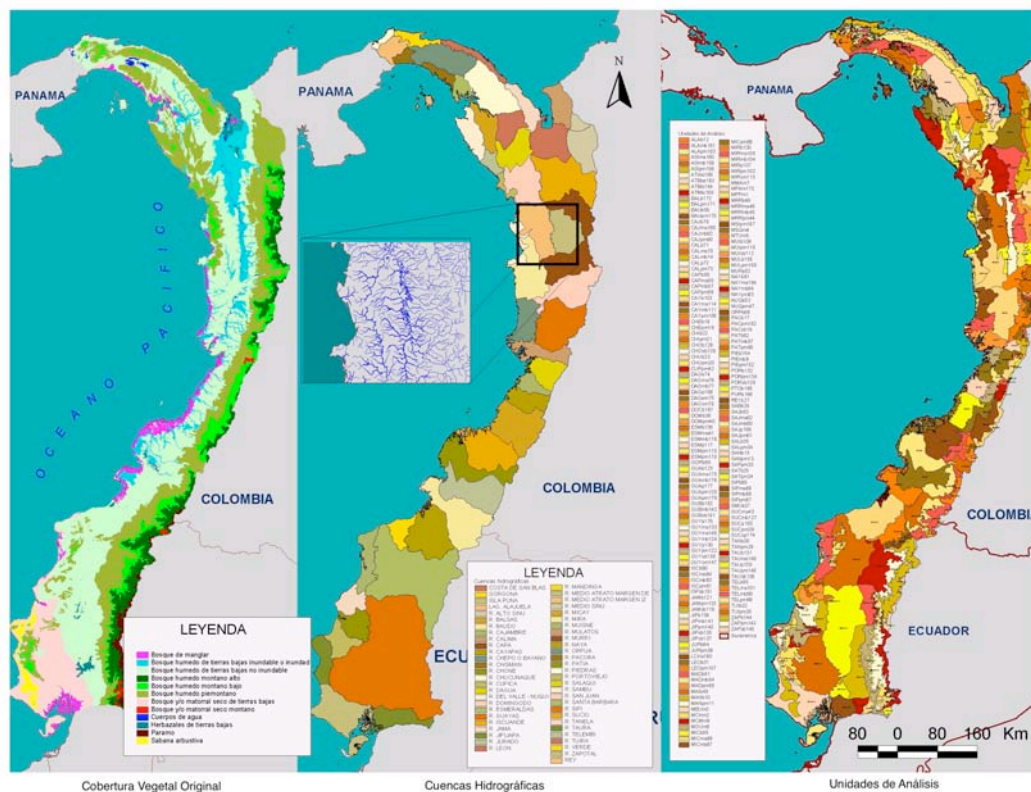


Figura 1. Método de integración a través del SIG para generar el mapa de unidades de análisis.

### ***Riqueza de especies por unidad de análisis***

Se calculó el total de especies y subespecies registradas en cada unidad de análisis, con el objetivo de comparar la riqueza relativa a nivel espacial por países y por familias.

### ***Riqueza de especies endémicas por unidad de análisis***

Con el mismo propósito, se calculó el número de especies y subespecies endémicas por unidad de análisis. Es importante aclarar que, dada la escala ecorregional de este estudio, se presentan especies y subespecies endémicas de amplia distribución dentro del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (como los endemismos de tierras bajas húmedas típicamente “chocoanos” o los endemismos de una gran extensión de la vertiente pacífica andina) y especies y subespecies endémicas de distribución más restringida y localizada dentro del mismo (por ejemplo, los endemismos de las serranías del *Darién*, *Baudó* y *Los Saltos*, o los endemismos de los bosques montanos bajos de un sector de Colombia o Ecuador). En el primer caso, esas especies endémicas se contabilizaron en la mayoría de las unidades de análisis y, en el segundo, se contabilizaron solo en una o pocas de estas unidades.

#### **2.3.4. Arreglos espaciales de distribución de especies, y su relación y organización jerárquica en distritos y provincias biogeográficas**

Los arreglos espaciales de distribución de especies se definieron con ayuda de un análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por niveles de similitud en su composición de especies. Cada uno de estos arreglos constituye una unidad relativamente homogénea de cobertura vegetal, que se diferencia de otros arreglos espaciales por su composición de especies. Estas especies pueden ser endémicas y de distribución periférica (se definen más adelante), entre muy localizadas y de distribución amplia dentro del área de estudio, conformando así conjuntos únicos de especies.

Los diferentes análisis de agrupamiento se realizaron con base en el método estadístico “del vecino más lejano”, buscando maximizar las distancias entre los arreglos espaciales de distribución de especies. El índice de similitud se calculó utilizando la medida de *Ochiai* (Norusis 1993) que permite comparar la fauna entre dos unidades:

$$\sqrt{ \frac{a}{a+b} \frac{a}{a+c} }$$

Las letras a, b y c representan el número de especies presentes en una sola o en ambas unidades:

	Unidad de análisis 1	
		Presente
		Ausente
Unidad de análisis 2		
Presente	a	b
Ausente	c	*

\*Es importante anotar que el índice de similitud empleado no considera la doble ausencia.

Posteriormente se realizó un segundo análisis de agrupamiento, pero esta vez entre los arreglos espaciales de distribución de especies, para establecer su nivel de distancia relativa en cuanto a su similitud con relación a la composición de especies, y sus relaciones dentro de una escala jerárquica. En el nivel jerárquico más alto, o nivel más general del dendrograma resultante (menor similitud o mayor distancia), se diferenciaron provincias biogeográficas, y en el nivel intermedio distritos biogeográficos. De igual forma que para los arreglos espaciales de distribución de especies, a cada uno de estos niveles de jerarquía biogeográfica también le subyace un conjunto único de especies y subespecies con diferentes patrones de distribución que se solapan total o parcialmente.

### **2.3.5. Representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies**

Se construyó un índice de representatividad biológica relativa, buscando identificar y resaltar aquellos espacios geográficos con mayor riqueza y singularidad en la composición de especies en el área de estudio. Este índice contempla dos conjuntos de variables que se describen a continuación.

#### ***Variables relacionadas con la riqueza de especies en los arreglos espaciales de distribución de especies***

**Número total de especies:** se refiere al número total de especies y subespecies registradas en cada arreglo espacial. A lo largo del estudio esta variable es utilizada como riqueza de especies.

**Número de especies endémicas:** se refiere al número total de especies y subespecies endémicas (distribución restringida y exclusiva) de cada arreglo espacial.

**Número de especies de distribución periférica:** se refiere a aquellas especies y subespecies que, además de presentar una distribución espacial restringida exclusivamente a uno o varios arreglos dentro del área de estudio, también presentan un área de distribución que se extiende en más de un 50% por fuera del área de estudio. Muchas de estas especies se encuentran en la zona de transición hacia otras ecorregiones. Adicionalmente, algunas de las especies invasoras, asociadas a la transformación del paisaje por causas humanas, presentan este tipo de distribución. En consecuencia, son especies que también intervienen en la conformación y diferenciación de los arreglos espaciales.

#### ***Variables relacionadas con la complejidad biogeográfica de los arreglos espaciales de distribución de especies***

Es importante aclarar que las áreas de distribución de muchas especies pueden ser total o parcialmente coincidentes en sus límites y corresponder a un

patrón de distribución, y que el solapamiento total o parcial de diferentes patrones de distribución de especies corresponde a un arreglo espacial de distribución de especies. Para identificar los patrones de especies que sustentan o subyacen a los arreglos espaciales, se realizó un análisis de agrupamiento de las especies de acuerdo a su presencia y ausencia en los diferentes arreglos. El dendrograma resultante de este análisis muestra las relaciones de similitud que se presentan entre las diferentes áreas de distribución de las especies y subespecies estudiadas y, en consecuencia, los patrones que lo conforman. Con esta información se realizó un conteo sobre el número de patrones que se solapan en cada arreglo espacial.

### ***Índice de representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies***

Luego de realizar los conteos de especies y patrones, de acuerdo con las variables descritas anteriormente para cada uno de los arreglos espaciales, se calculó el índice de representatividad biológica relativa por medio del *Análisis Estadístico de Componentes Principales* (ACP). A través de este método estadístico se analizaron todas las variables arriba descritas y, mediante un análisis de correlación, se agruparon en componentes los conjuntos de variables que mostraron un comportamiento similar, determinando su peso relativo en la explicación del fenómeno. El índice en cuestión jerarquiza cada arreglo espacial de acuerdo a su valor en la regresión de cada componente resultante y de acuerdo a la participación (peso relativo) de cada componente en la explicación del fenómeno aquí denominado representatividad biológica relativa. El ACP se realizó de manera independiente para los tipos de cobertura vegetal andinos (vertiente occidental de la cordillera *Occidental* > 1,200 msnm), para los tipos de cobertura vegetal del sector seco ecuatoriano y para los tipos de cobertura vegetal de las tierras bajas húmedas. Los valores del índice se ajustaron en una escala de 0 a 10, con el objetivo de establecer una jerarquía de representatividad biológica relativa. En el caso 0, no significa que el arreglo espacial no sea importante, sino que mostró los menores valores con relación a las variables consideradas; sin embargo, también es importante mencionar que puede ser reflejo de falta de información (registros de colección insuficientes).

### **2.3.6. Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies**

Con base en el mapa de cobertura vegetal actual (véase Mapa 6) se realizaron los análisis de fragmentación para determinar los índices de integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies y la funcionalidad ecológica de sus fragmentos remanentes de cobertura vegetal original. Estos procedimientos se describen a continuación.

La pérdida parcial del hábitat original es considerada como uno de los principales factores que pone en riesgo la supervivencia de una especie. En los arreglos espaciales de distribución de especies propuestos, la cobertura vegetal original se encuentra fragmentada en diferentes grados, debido a la dinámica de transformación del paisaje asociada a los sistemas productivos presentes en el área de estudio. El número, tamaño y posibilidades de conexión entre los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original al interior de un arreglo, garantizan o no el mantenimiento o posibilidades de reconstrucción de sus procesos ecológicos esenciales y, por lo tanto, el mantenimiento de sus poblaciones. De lo anterior se deriva el criterio de integridad ecológica, con el cual se pretende reflejar el grado de “salud” en el que se encuentran actualmente los arreglos espaciales de distribución de especies. La integridad ecológica relativa de los arreglos espaciales se midió a través de las cinco variables que se describen a continuación.

**Cobertura vegetal original remanente (REM)** : Para cada arreglo espacial de distribución de especies se calculó el área que ocupan los diferentes tipos de cobertura vegetal en la actualidad, con relación a su superficie original.

$$\text{REM} = \frac{\text{Área cobertura vegetal actual}}{\text{Área cobertura vegetal original}} \times 100 \quad [1]$$

**Tamaño del fragmento más grande con relación al área del arreglo espacial (TAMF)**: relaciona el área del fragmento de cobertura vegetal más

grande del arreglo con el área total de remanencia de dicho tipo de cobertura en el arreglo. Se trata de un índice indirecto de tamaño y fragmentación de la cobertura vegetal original. Por ejemplo, un índice de 90 indica que el 90% de la cobertura vegetal original remanente está concentrada en un solo fragmento.

$$\text{TAMF} = \frac{\text{Área fragmento más grande}}{\text{Área cobertura vegetal actual}} \times 100 \quad [2]$$

**Tamaño medio de los fragmentos por arreglo espacial (TMEF):** indica el grado de fragmentación de la cobertura vegetal original en cada arreglo, calculado como el promedio del tamaño de todos los fragmentos en el arreglo.

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Área cobertura vegetal actual}}{\text{Número de fragmentos en el arreglo espacial}} \quad [3]$$

**Proximidad de los fragmentos:** se refiere a la proximidad o aislamiento espacial de un fragmento en relación a otros de su mismo tipo de cobertura vegetal. Con ayuda de *Fragstats* (programa de análisis espacial de procesos de fragmentación del paisaje) se calculó el índice de proximidad (PROX) desarrollado por Gustafson y Parker (1992), que relaciona la distancia entre cada fragmento de cobertura vegetal con el área de los fragmentos que se encuentran a una distancia no mayor de dos kilómetros. Por lo tanto, para cada uno de los fragmentos se realizó este cálculo y como medida para el arreglo espacial se tomó la media estadística de todos los fragmentos presentes.

$$\text{PROX (para el fragmento X)} = \frac{\sum_i^n \left( \frac{\text{Área del fragmento } i \text{ a menos de 2 Km}}{\text{Distancia fragmento X-i}} \right)}{\text{Distancia fragmento X-i}} \quad [4]$$

**Área núcleo efectiva de los fragmentos:** con este índice se pretende mostrar la susceptibilidad a la pérdida de cobertura vegetal original de los fragmentos en cada arreglo espacial, de acuerdo a su forma y tamaño. La pérdida de superficie de los fragmentos se da principalmente sobre la franja perimetral de estos. En consecuencia, se generó una franja perimetral de pérdida hipotética de 500 m en cada fragmento, y la superficie remanente se relacionó en porcentaje con su superficie original. De acuerdo a la forma y tamaño del fragmento, éste pierde más o menos superficie en relación a su área original. Este valor relativo de pérdida en porcentaje se calculó para cada fragmento y se promedió para todo el arreglo.

$$CAI = \left( \frac{\text{Área del fragmento} - \text{Área franja de 500}}{\text{Área del fragmento}} \right) \times 100 \quad [5]$$

Adicionalmente, con base en los valores de las cinco variables descritas, se realizó un ACP para conocer el peso y porcentaje de varianza que explican los componentes resultantes en el índice de integridad ecológica relativa de los arreglos espaciales. Los valores obtenidos se ajustaron en una escala de 1 a 10 de menor a mayor integridad ecológica de los arreglos.

### **2.3.7. Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies**

No todos los fragmentos remanentes del área de estudio tienen la misma capacidad para mantener los procesos ecológicos y evolutivos de las especies y ecosistemas que albergan. Los fragmentos deben cumplir con algunas características de composición (configuración) de ecosistemas y, a la vez, contar con ciertas características de tamaño, forma y conectividad para que sean ecológicamente funcionales y viables como áreas para la conservación de la biodiversidad. En respuesta a lo anterior, se desarrolló un índice de funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes que considera las siguientes variables:

**Rango altitudinal de los fragmentos (RALT):** Dado por la diferencia en altura entre la cota máxima y mínima para cada fragmento; su cálculo se realizó de forma desagregada (cada fragmento con un identificador único) y en combinación con el modelo de elevación digital, obteniendo valores de área, altura mínima, altura máxima y rango altitudinal.

$$\text{RALT} = \text{Cota máxima fragmento} - \text{Cota mínima fragmento} \quad [6]$$

**Remanente en cabeceras de cuencas (REMC):** Para esta variable se trabajó de nuevo con los remanentes o fragmentos desagregados y con el mismo identificador de fragmento. El mapa de fragmentos desagregados se combinó en *Arcview* con el mapa de cuencas hidrográficas (elaborado durante el proceso de definición del mapa de unidades de análisis, véase Figura 1). Cada fragmento se dividió en cuatro partes, se seleccionó el cuarto superior de su cuenca como “Cabecera de Cuenca” y se determinó la proporción de área de dicha cabecera con relación al fragmento total.

$$\text{REMC} = \frac{\text{Área del fragmento en cabecera de cuenca}}{\text{Área total del fragmento}} \quad [7]$$

$$\text{Cabecera Cuenca} = \text{Cota máx} - \frac{1}{4} (\text{Cota máx cuenca} - \text{Cota mín cuenca}) \quad [8]$$

Para mayor claridad, tomemos como ejemplo una cuenca cuya cota máxima es 3,200 msnm y la mínima es el nivel del mar. Su valor de cabecera cuenca se calcula de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Cabecera cuenca} &= 3,200 - [(3,200 - 0)/4] \\ \text{Cabecera cuenca} &= 3,200 - 800 \\ \text{Cabecera cuenca} &= 2,400 \end{aligned}$$

En consecuencia, la cabecera de cuenca estará definida por la cota de 2,400 m en adelante.

**Diversidad y número de tipos de cobertura vegetal original presentes en cada fragmento (DIV):** También con ayuda de *Arcview*, se combinaron los fragmentos remanentes desagregados con el mapa de cobertura vegetal original (véase Mapa 7) y se calculó el área por tipo de cobertura vegetal presente en cada fragmento. Con base en estos datos se calculó el número e índice de diversidad de coberturas vegetales para cada fragmento, utilizando para esto el índice de diversidad de *Shanon* y *Wiener*.

$$DIV = - \sum_i^m \left( \frac{\text{Área cobertura}_i}{\text{Área fragmento}} \right) \cdot \ln \left( \frac{\text{Área cobertura}_i}{\text{Área fragmento}} \right) \quad [9]$$

Ln(Número de coberturas vegetales)

**Área total del fragmento:** El área del fragmento como valor absoluto es un buen indicador de funcionalidad ecológica. Contra mayor sea el área de un fragmento, mayores son las probabilidades de estabilidad de sus ecosistemas y especies. Esta cifra se obtiene de la tabla resultante en el cálculo de la variable *rango altitudinal* de cada fragmento. Su valor en metros cuadrados se convirtió a hectáreas.

**Área núcleo efectiva del fragmento:** Esta variable pretende evaluar hasta qué punto un fragmento es susceptible de ser transformado por deforestación a lo largo de su perímetro. En un fragmento de forma alargada el impacto de la deforestación es mayor en toda su área que en un fragmento de forma más redondeada. Utilizando de nuevo *Fragstats* para los fragmentos remanentes desagregados, se calculó la proporción de área que pierde un fragmento si se elimina una franja de 1,000 metros a lo largo de su perímetro. Vale la pena aclarar que esta variable ya se había calculado dentro de integridad ecológica, para el conjunto de fragmentos dentro de cada arreglo espacial; aquí se refiere a cada fragmento de manera independiente.

**Conectividad del fragmento (CON):** Hay fragmentos que pueden ser en sí viables ecológicamente como áreas de conservación, pero es conveniente que, en caso de que no lo sean, puedan ser conectados espacialmente con otros a

través de corredores para ayudar a mantener poblaciones y procesos ecológicos en escalas espaciales más amplias. Para establecer una medida de conectividad entre fragmentos se estableció una franja de 5,000 metros (m) de ancho alrededor de cada fragmento y se calculó qué fracción del área en esta franja corresponde a remanentes de cobertura vegetal original.

$$\text{CON} = \frac{\text{Área cobertura vegetal original en franja de 5,000 m}}{\text{Área de la franja de 5,000 m}} \quad [10]$$

Por último, se trabajó con un ACP para determinar el peso relativo (varianza) que tienen los componentes o conjuntos de todas estas variables en la construcción del índice de funcionalidad ecológica. Los valores obtenidos se ajustaron en una escala de 1 a 10 de menor a mayor funcionalidad ecológica de los fragmentos.

### **2.3.8. Valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies**

Se combinaron los mapas de representatividad biológica relativa, integridad y funcionalidad ecológica, todos con valores ajustados en escalas relativas de 0 a 10, clasificando los resultados de la siguiente forma:

	Baja	Alta
Funcionalidad	< promedio	> promedio
Representatividad Biológica	< promedio	> promedio
Integridad	< promedio	> promedio

El resultado es una gama de ocho combinaciones, donde se destacan por un lado los escenarios muy favorables para la conservación, obtenidos de la conjugación de una elevada representatividad biológica con alta integridad ecológica y remanentes de alta funcionalidad ecológica y, por otro, los escenarios críticos

para la conservación, obtenidos de la conjugación de una alta representatividad biológica con una baja integridad y funcionalidad ecológica, a causa de la pérdida y fragmentación de la cobertura vegetal original. De esta forma, en el interior de cada arreglo espacial se pueden tener fragmentos con mayor o menor funcionalidad, pero en cambio la integridad ecológica y representatividad biológica son la misma para todo el arreglo (porque son calculadas para la totalidad del mismo y no por fragmento).

### **2.3.9. Susceptibilidad a la transformación por presión antrópica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original**

Históricamente los paisajes naturales han sido intervenidos con una mayor o menor transformación de su cobertura, su estructura y funciones ecológicas. Las causas sociales relacionadas con su transformación son complejas y tienen que ver con la interacción de un conjunto de factores relacionados con los procesos de ocupación territorial, los modelos productivos de cada sociedad y los ciclos y procesos económicos que inciden desde la región o fuera de la misma, presionando por el acceso y comercialización de productos naturales. En el caso particular del área de estudio, sus dinámicas de ocupación espacial han sido el resultado histórico, entre otras, de estrategias de poblamiento, como la colonización, explotación minera, construcción de centros y puertos comerciales y sus vías de acceso (Sánchez *et al.* 2008).

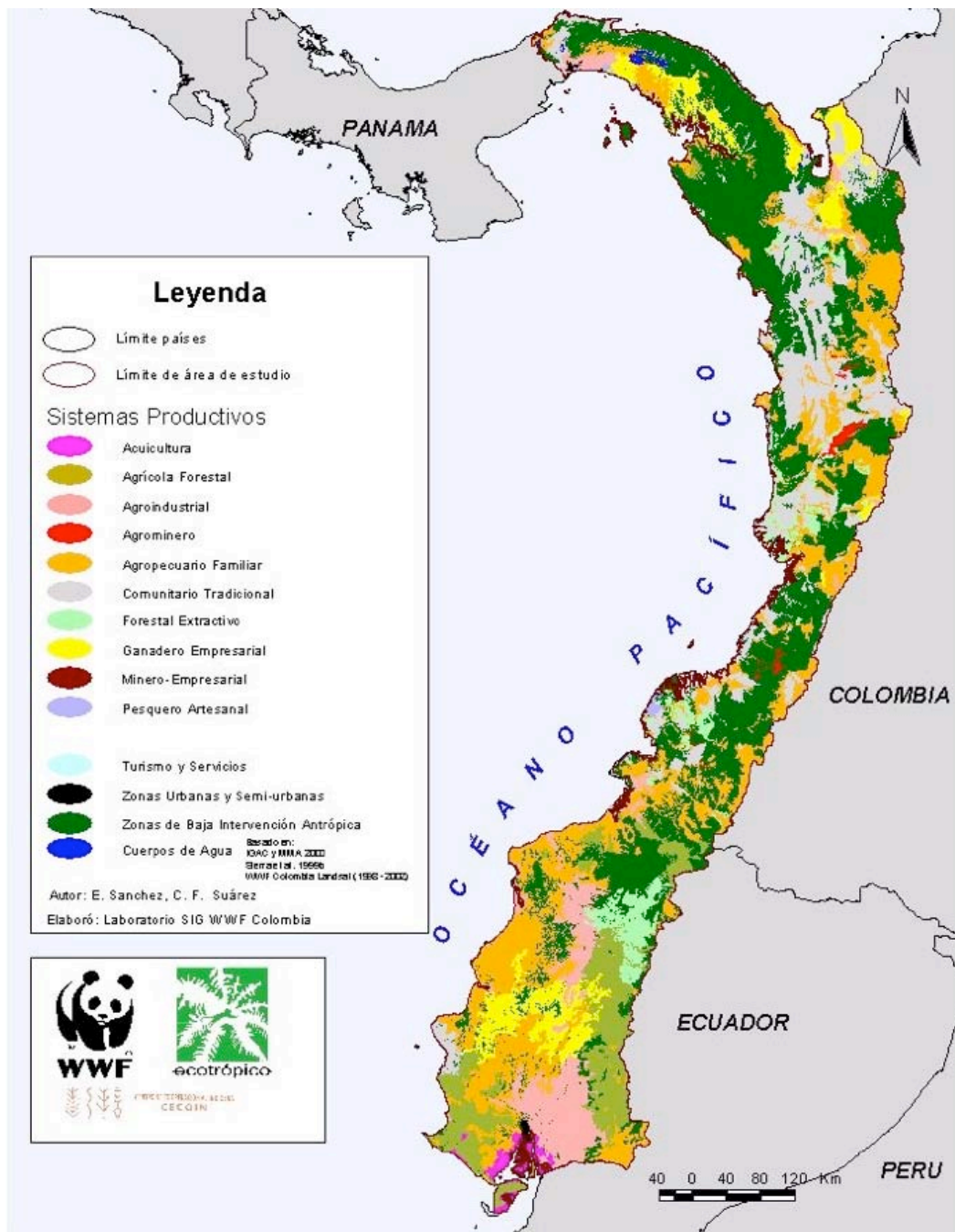
Para que la conservación de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en las áreas representativas de la biodiversidad sea exitosa, es conveniente que estos se encuentren no solo en los escenarios ecológicos más favorables, sino también en los escenarios socioeconómicos y culturales más viables. Con este fin, se diseñó un índice sintético de presión antrópica (IPA) que busca establecer la probabilidad de transformación de una unidad espacial (celda o *píxel*) perteneciente a un fragmento de cobertura vegetal original, de acuerdo al comportamiento de las siguientes variables: i) expansión de los sistemas productivos de acuerdo a la densidad de poblacional; ii) probabilidad de que un fragmento de cobertura vegetal original sea afectado por los sistemas productivos

circundantes (contagio); iii) presencia de vías de acceso; y, por último, iv) efecto que puede ejercer el estado legal del territorio (régimen legal de tierras y protección del territorio) sobre esta dinámica de transformación del paisaje.

Para la definición de variables e indicadores involucrados con el IPA, se hizo un ejercicio inicial mediante el cual, de un universo de campos se seleccionaron los que tenían un mayor peso explicativo, entendiendo que la permanencia de un fragmento remanente de vegetación natural original dentro de un paisaje depende de la relación entre la dinámica poblacional, la estructura productiva y el régimen legal de tenencia y manejo del territorio. Mientras los dos primeros campos se expresan como factores de presión (presión poblacional, presión productiva), el tercero se expresa como una condición que frena o modula el ritmo de transformación del área remanente.

Para el análisis se consideró como un factor explicativo clave la incidencia de los sistemas productivos en la transformación de la cobertura vegetal, lo que precisa de un análisis multitemporal para poder definir tasas de deforestación según el tipo de sistema productivo imperante. De igual manera, se consideró el impacto de la infraestructura productiva, especialmente las vías de acceso. Un sistema productivo se refiere en este estudio al conjunto de actividades que constituyen la base de sustento y economía de un grupo humano. En el área de estudio, la mayoría de los sistemas productivos dependen del uso de recursos naturales (véase Mapa 8), por lo cual se pueden valorar de acuerdo a su compatibilidad con los ecosistemas naturales o su capacidad de transformación de los mismos. Así, un sistema productivo comunitario indígena debería mostrar compatibilidad mayor con la permanencia de los bosques naturales que un sistema productivo ganadero empresarial, ya que este último requiere para su desarrollo sustituir totalmente el bosque por áreas de pastizal.

Específicamente se utilizó la información sobre deforestación obtenida en un análisis multitemporal adelantado por el WWF Colombia para la vertiente pacífica sur de Colombia entre los años 1986 y 2000. Con las tasas de deforestación se pudo establecer la tasa de expansión de los sistemas productivos presentes en esta área sobre la cobertura vegetal natural original. La tasa de cambio se ajustó en una escala de 1 a 10. Para los sistemas productivos del área de estudio que



no estaban presentes en el área del estudio multitemporal, se aplicaron las tasas propuestas por Sánchez (2002 no publicado).

### ***Expansión de los sistemas productivos de acuerdo con la densidad poblacional***

La densidad poblacional, que está directamente relacionada con la intensidad de la demanda de recursos naturales y otros servicios ambientales, y algunos eventos demográficos (por ejemplo la migración), tienen una incidencia importante en la transformación de los paisajes. Los indicadores demográficos cobran importancia en la medida que se relacionan con otros campos, en especial, el productivo. En consecuencia, se relacionó la densidad poblacional con los sistemas productivos y la tasa de cambio sobre las coberturas vegetales originales.

La información demográfica utilizada fue la de los censos realizados y disponibles hasta el 2005 en Panamá, Colombia y Ecuador: 2000 para Panamá (Contraloría General de la República de Panamá 2005); 1993 para Colombia (DANE 2003) y 1990 para Ecuador, proyectado al 2000 (SIISE - INFOPLAN 1990). Teniendo en cuenta que la información correspondía a diferentes años, fue necesario actualizarla mediante una proyección de población con un corte al año 2000.

Se tomó el modelo de densidad (hab/km<sup>2</sup>) del *United States Geographical Society* (USGS), al cual se le eliminaron aquellas áreas mayores a 100 hab/km<sup>2</sup> por ser consideradas centros poblados. Este modelo se multiplicó por la tasa de cambio de los sistemas productivos (ver sección anterior), obteniendo de esta forma la presión ejercida por un sistema productivo sobre los remanentes de cobertura vegetal original presentes en él. Al resultado se le aplicó el logaritmo natural, con el fin de disminuir las diferencias de valores entre las áreas de mayor y menor presión.

$$\text{Densidad \& Sistemas Productivos} = \text{Ln} \left( \text{Densidad hab/Km}^2 \times \text{Tasa de cambio del Sist. Prod.} \right) \quad [11]$$

### ***Contagio de los sistemas productivos sobre los fragmentos de cobertura vegetal original***

Dentro de un paisaje en donde predominan ciertos sistemas productivos, lo más probable es que estos se expandan sobre áreas de cobertura vegetal original. De esta manera los remanentes de bosque tienen una probabilidad muy alta de ser absorbidos por los sistemas productivos que los rodean. Esta tendencia espacial por la cual un fragmento remanente es influenciado por su contexto se conoce como contagio.

Se generó un mapa donde se encuentran los sistemas productivos identificados con su tasa de cambio probable; a los remanentes de cobertura vegetal original se les asignó un identificador de valor cero (0). Se generó alrededor de cada celda (*píxel*) de cobertura original una matriz de 21 x 21 celdas (2,500m x 2,500m) y se calculó en ésta la tasa media de transformación probable para la celda central.

### ***Transformación probable de la cobertura vegetal original por vías de acceso***

Las vías de acceso son elementos muy importantes en la configuración del paisaje, ya que definen, hasta cierto grado, la dinámica económica y determinan por dónde se dan los flujos de bienes y servicios. A lo largo de cada carretera de primer y segundo orden y de las principales vías fluviales presentes en el área de estudio se calcularon 10 áreas o franjas de impacto, cada 1,000 metros. Igual procedimiento se siguió con las vías fluviales, diferenciando mayores y menores.

Dado que la dinámica de ocupación del espacio es diferente en cada país, se introdujo un identificador de país en los atributos espaciales. En la Figura 2 se explica cómo se codificó cada área de amortiguación alrededor de las vías.

Dentro de cada franja se calculó la cobertura vegetal original remanente. El índice de transformación por vías de acceso (ITVA) se calculó de la siguiente manera:

$$ITVA = \left[ \frac{100 - \text{remanencia}}{10} \right] \quad [12]$$

(remanencia significa área de cobertura vegetal original remanente)

De acuerdo a lo anterior, a mayor deforestación (inverso de mayor área de cobertura vegetal original) mayor será el ITVA. Según este cálculo, un ITVA de 1,3 en una vía 216 se traduce en un 87% de cobertura vegetal original remanente en una franja a 6 kilómetros de una carretera de primer orden en Colombia.

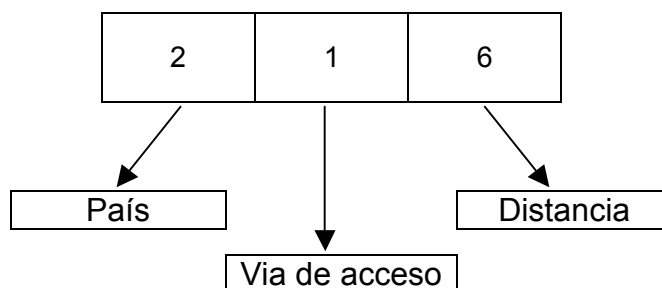


Figura 2. Procedimiento de codificación de las áreas de amortiguación alrededor de vías de acceso en el análisis de dinámica de transformación antrópica del paisaje en el área de estudio (Wasichburger *et al.* 2008a). (País: Panamá=1; Colombia=2; Ecuador=3. Vía de acceso: 1=Vía de acceso de primer orden; 2=Vía de acceso de segundo orden. Distancia= el número define la distancia en kilómetros de la franja de 1,000 metros a la vía de acceso).

Como se puede apreciar en la Figura 3, las áreas de amortiguación no se solapan entre los diferentes tipos de vías de acceso. Para aquellas áreas no influenciadas por las franjas analizadas se determinó un ITVA de acuerdo con la media del áreas de cobertura vegetal original remanente presente en cada país.

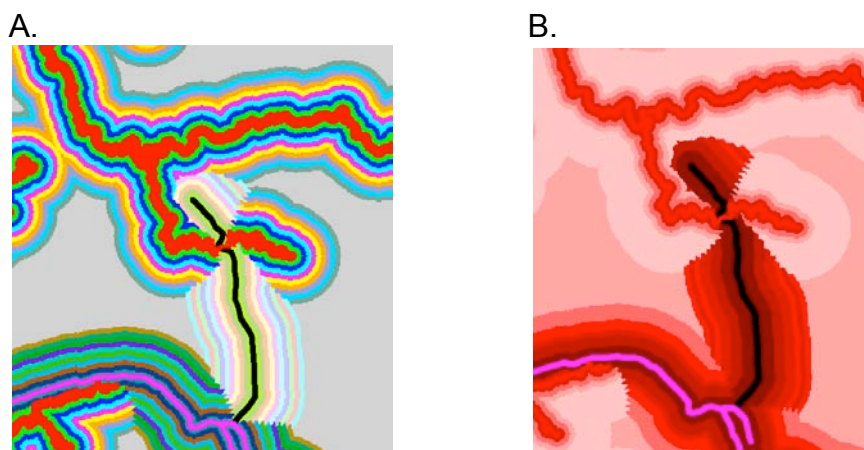


Figura 3. (A) Diseño de las Áreas de Amortiguación alrededor de las vías de acceso y visualización del Índice de Transformación por Vías de Acceso (ITVA) (Waslchburger *et al.* 2008a). (En rojo las vías fluviales de un sector del área de estudio con sus áreas de amortiguación; en negro las carreteras de segundo orden y en morado las de primer orden). (B) Áreas de Amortiguación de las Vías Fluviales con su Índice de Transformación por Vías de Acceso (ITVA) (Waslchburger *et al.* 2008a). (Visualizado en escala ascendente a medida que aumenta la saturación del rojo).

### **Presión antrópica**

Finalmente se construyó el índice sintético de presión antrópica (IPA), integrando en una sola medida, con ayuda del sistema de información geográfico, los tres indicadores de presión considerados anteriormente (véase Figura 4).

### **Efecto del régimen o estado legal del territorio**

El régimen legal de propiedad de la tierra y las regulaciones relacionadas con el uso y manejo de los recursos naturales tienen una incidencia alta en los procesos de transformación de la cobertura vegetal. Es importante destacar el nivel de conservación de la cobertura vegetal natural en áreas con diferentes grados de protección, de acuerdo a las bases legales que las rigen, tales como territorio de propiedad colectiva indígena o de afrodescendientes y parque o reserva natural (véase Mapa 9). En los cálculos realizados sólo se tuvieron en cuenta las categorías estrictas de conservación I-IV de la *Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza* – UICN (IUCN 1994); por lo tanto no se contemplaron las reservas privadas en Colombia, las reservas hídricas y cinturones verdes en Panamá y los bosques protectores en Ecuador.

$IPA =$  Expansión de los sistemas productivos de acuerdo con con la densidad poblacional + Contagio de los sistemas productivos sobre las áreas remanentes + Transformación por vías de acceso (ITVA)

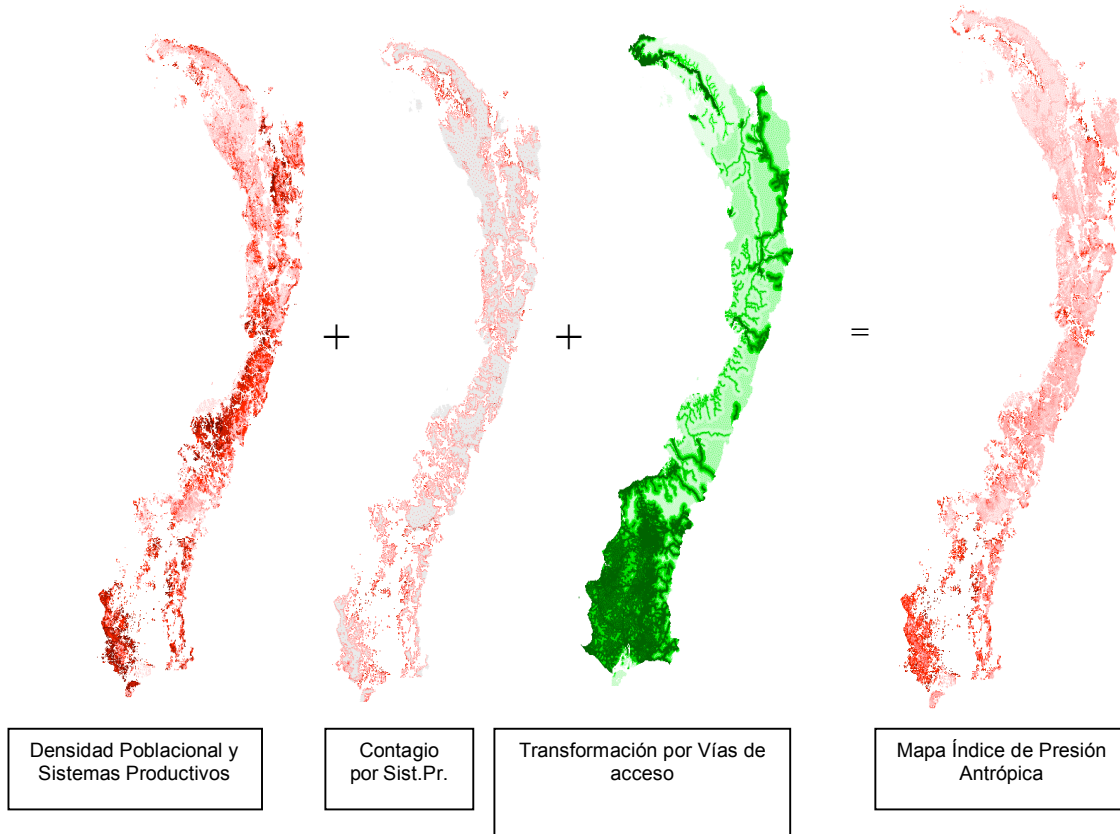


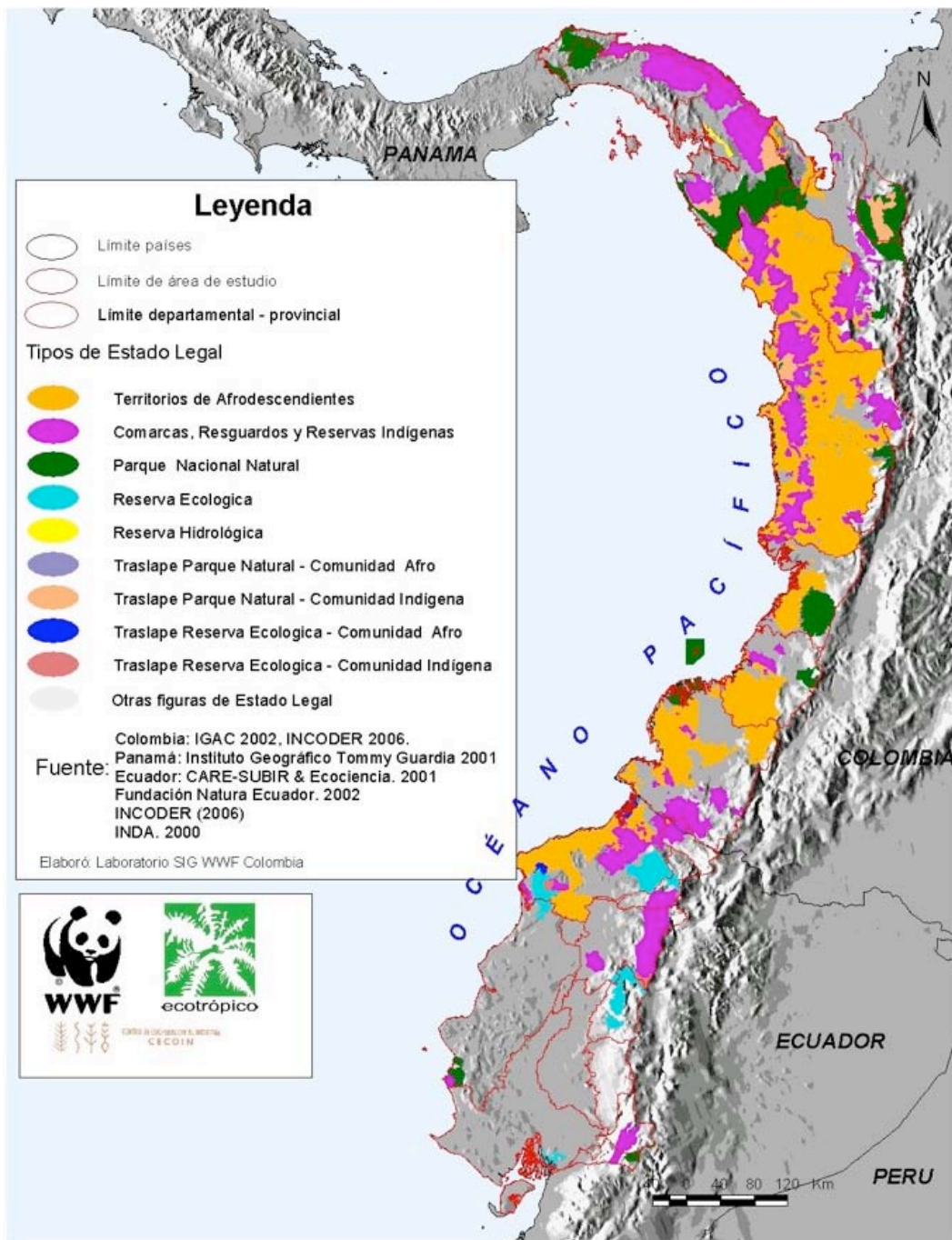
Figura 4. Integración de capas de información (mapas) en el sistema de información geográfico (SIG) para la valoración de la presión antrópica.

Es importante aclarar que la categoría de reserva considerada también corresponde a las reservas ecológicas en Ecuador, las cuales poseen un status estricto de conservación.

El índice de transformación según el estado o régimen legal del territorio (ITELT) fue calculado de la siguiente forma:

$$ITELT = \left[ \frac{100 - \text{remanencia}}{100} \right]$$

(remanencia significa área de cobertura vegetal original remanente)



Mapa 9. Estado legal del territorio en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (Walschburger et al. 2008c).

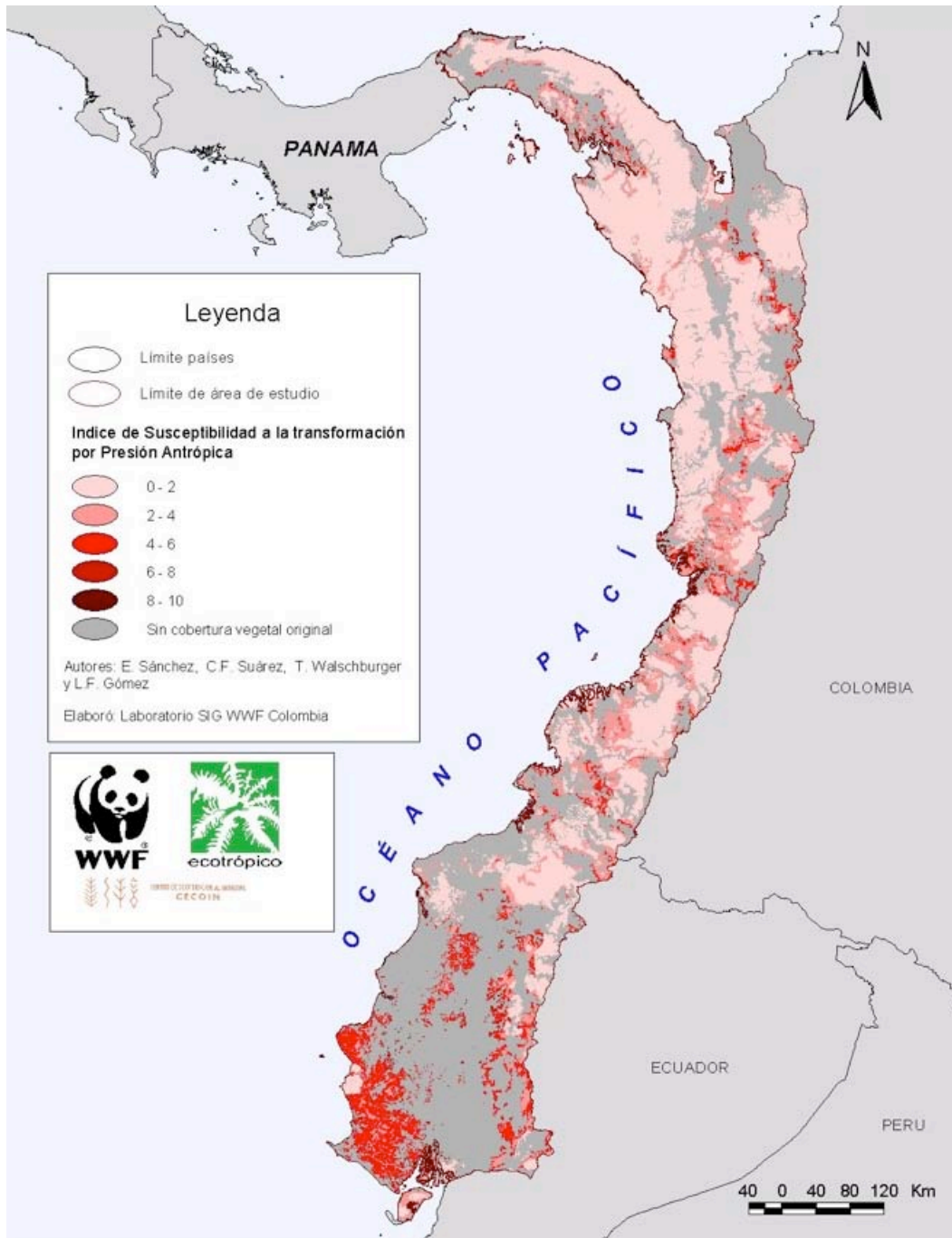
Se definió como 1 el valor del ITELT para tierras sin régimen de protección legal ya que este valor no afecta el valor del número multiplicado. Valores del ITELT menores a 1 se traducen en una probabilidad menor de transformación de un fragmento de cobertura vegetal original por efecto de su régimen de protección legal.

### ***Índice de susceptibilidad a la transformación por presión antrópica***

Finalmente la susceptibilidad a la transformación de los fragmentos remanentes por presión antrópica fue calculada de la siguiente manera:

$$\text{Índice de susceptibilidad} = \text{Índice sintético de presión antrópica (IPA)} \times \text{Índice de transformación según estado legal del territorio (ITELT)}$$

De esta forma, un área que está expuesta a una presión antrópica dada puede presentar un índice de susceptibilidad menor, de acuerdo al estado legal del territorio que afecta dicha área. En consecuencia, el valor de susceptibilidad es el más bajo en aquellas áreas donde existe una figura de conservación estricta (como por ejemplo un parque natural). En contraste, el valor más alto se dará en lugares con alta presión antrópica y sin figura de protección legal (véase Mapa 10).



Mapa 10. Susceptibilidad a la transformación por presión antrópica de los fragmentos de cobertura vegetal original en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (Walschburger et al. 2008b).

### **2.3.10. Favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de representatividad biológica, integridad ecológica, presencia de áreas protegidas y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica**

Con el objetivo de ordenar los arreglos por su viabilidad para la conservación, se construyó un índice de favorabilidad que contempla las siguientes variables:

- Índice de representatividad biológica relativa del arreglo espacial.
- Índice de integridad ecológica del arreglo espacial.
- Porcentaje de área de los fragmentos en el arreglo espacial ya protegida bajo las categorías I a IV de la UICN.
- Porcentaje de área del arreglo espacial cubierta por fragmentos de alta funcionalidad y baja susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.

El índice en cuestión calcula un ACP para estas cuatro variables en cada arreglo espacial de distribución de especies y se ajusta a una escala de favorabilidad relativa entre 0 y 10.

### **2.3.11. Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica**

Los fragmentos de los arreglos espaciales de distribución de especies se clasificaron según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica considerando, en ambos casos, como valores altos aquellos por encima del promedio de los respectivos índices y como bajos aquellos valores por debajo del promedio. Adicionalmente, se adoptaron los valores de hábitat mínimo requerido por especies paraguas o focales de mamíferos que habitan en ecosistemas similares (Caro & O'Doherty 1999, IUCN 1996, Noss *et al.* 1999, Fleishman *et al.* 2000) como áreas mínimas para

garantizar la conservación de las especies en los diferentes tipos de cobertura vegetal (ecosistemas) en que se encuentran sus hábitats: 100,000 hectáreas en tierras bajas y premontanos y 50,000 hectáreas en bosques secos y andinos (montanos bajos, montanos altos y páramos). Estos valores fueron aplicados a los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original de las cinco categorías que se describen a continuación, las cuales se organizaron en dos grupos:

**Fragmentos esenciales para cubrir el área mínima a conservar:**

**Categoría 1** = alta funcionalidad, baja susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.

**Categoría 2** = alta funcionalidad, alta susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.

**Categoría 3** = baja funcionalidad, baja susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.

**Categoría 4** = baja funcionalidad, alta susceptibilidad a la transformación por presión antrópica.

**Categoría 5** = fragmentos con presencia de endemismos no registrados en los fragmentos de las categorías anteriores.

**Fragmentos complementarios para la conservación:**

**Categoría 6** = baja funcionalidad, baja amenaza por presión antrópica .

**Categoría 7** = baja funcionalidad, alta amenaza por presión antrópica.

A partir de estas categorías, se recorrió la siguiente secuencia, en el interior de cada uno de los arreglos espaciales, para la clasificación de todos sus fragmentos en esenciales o complementarios:

- Se seleccionaron los fragmentos de mayor tamaño con alta funcionalidad y baja amenaza por presión antrópica (Categoría 1), hasta alcanzar al menos 100,000 ha en bosques de tierras bajas y premontanos, y 50,000 ha en bosques secos y bosques montanos bajos, altos y páramos.

- En los arreglos espaciales donde no se alcanzó este valor de área mínima con los fragmentos de las categorías 1 y 2, se fueron seleccionando fragmentos de la Categoría 3 hasta lograrlo.
- En los arreglos espaciales donde tampoco se consiguió cubrir el valor de área mínima establecida con los fragmentos de categoría 1, 2 y 3, se seleccionaron fragmentos de la Categoría 4 hasta lograrlo. Sin embargo, en algunos casos extremos, donde los procesos de deforestación están muy avanzados, tampoco fue posible alcanzar el valor de área mínima establecida con estos fragmentos de la Categoría 4.
- Finalmente, en los arreglos espaciales donde la meta de conservación se cumplió con fragmentos de las categorías 1 y 2, los fragmentos restantes se clasificaron como fragmentos complementarios para la conservación, dentro de las categorías 6 y 7.

Adicionalmente, al interior de cada arreglo espacial se hizo una revisión para garantizar que los fragmentos correspondientes a las localidades de colección de las especies y subespecies endémicas quedaran clasificados como fragmentos esenciales para la conservación (categorías 1 a 4). Para los casos de especies y subespecies endémicas sin ninguna localidad de colección en fragmentos de las categorías 1 a 4, se seleccionaron los fragmentos correspondientes a sus localidades de colección como fragmentos también esenciales, pero bajo una categoría independiente (Categoría 5).

## **2.4. Bibliografía**

Anderson, R.S., Ashe, J.S. 2000. Leaf litter inhabiting beetles as surrogates for establishing priorities for conservation of selected tropical montane cloud forests in Honduras, Central America (Coleoptera; Staphylinidae, Curculionidae). *Biodiversity Conservation* 9, 617-653.

- Arponen, A., Risto, K., Heikkinen, C.D.T., Moilanen, A. 2005. The Value of biodiversity in reserve selection: Representation, species weighting, and benefit functions. *Conservation Biology* 19, 2009-2014.
- Austin, M.P. 1999. The potential contribution of vegetation ecology to biodiversity research. *Ecography* 22, 465-484.
- Balmford, A. 1998. On hotspots and the use of indicators for reserve selection. *Trends of Ecology and Evolution* 13, 409.
- 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, 1831-1841.
- Bowker, G.C. 2000. Mapping biodiversity. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 14, 739-754.
- Brown, K.S. 1982. Paleoecology and regional patterns of evolution in Neotropical forest butterflies. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- Brown, K.S. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. In: Collins, N.M., Thomas, J.A. (Eds.). *The conservation of insects and their habitats*. Academic Press, London, pp. 380-404.
- Brown, K.S., Sheppard, P.M., Turner, J.R.G. 1974. Quaternary refugia in tropical America: evidence from race formation in *Heliconius* butterflies. *Proceedings of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences* 187, 369-378.
- Caro, T.M., O'Doherty, G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology* 13, 805–814.
- Chase, M.K., Kristan, W.B., Lynam, A.J., Price, M.V., Rotenberry, J.T. 2000. Single species as indicators of species richness and composition in California coastal sage scrub birds and small mammals. *Conservation Biology* 14, 474-487.
- Conroy, M.J., Noon, B.R. 1996. Mapping of species richness for conservation of biological diversity: Conceptual and methodological issues. *Ecological Applications* 6, 763-773.

Contraloría General de la República de Panamá – Dirección de Estadística y Censo. 2005. Panamá en cifras 2000 – 2004.

Cowling, R.M., Pressey, R.L. 2001. Rapid plant diversification: planning for an evolutionary future. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98, 5452-5457.

DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2003. Base de datos Censo 1993. Bogotá.

Ehrlich, P.R., Murphy, D.D. 1987. Conservation lessons from longterm studies of checkerspot butterflies. *Conservation Biology* 1, 122-131.

Faith, D., Ferrier, P., Walker, P.A. 2004. The ED strategy: how species-level surrogates indicate general biodiversity patterns through an 'environmental diversity' perspective. *Journal of Biogeography* 31, 1207-1217.

Ferrier, S. 1997. Biodiversity data for reserve selection: Making best use of incomplete information. In: Pigram, J.J., Sundell, R.C. (Eds.). *National parks and protected areas: Selection, delimitation and management*. Centre for Water Policy Research, University of New England, Armidale, New South Wales, pp. 315–329.

Ferrier, S. 2002. Mapping spatial pattern in biodiversity for regional conservation planning: Where to from here? *Systematic Biology* 51, 331–363.

Ferrier, S., Watson, G. 1997. An evaluation of the effectiveness of environmental surrogates and modeling techniques in predicting the distribution of biological diversity. Environment. Australia, Canberra.

Fjeldsa, J., Rahbek, C. 1997. Species richness and endemism in South American birds: Implications for the design of networks of nature reserves. In: Laurance, W.F., Bierregaard, R.O. (Eds.). *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. University Chicago Press, Chicago, pp: 466–482.

Flather, C.H., Wilson, K.R., Dean, D.J., McComb, W.C. 1997. Identifying gaps in conservation networks: of indicators and uncertainty in geographic-based analyses. *Ecological Applications* 7, 531-542.

- Fleishman, E., Murphy, D.D., Brussard, P.F. 2000. A new method for selection of umbrella species for conservation planning. *Ecological Applications* 10, 569-579.
- Grantham, H.S., Wilson, K.A., Moilanen, A., Rebelo, T., Possingham, H.P. 2009. Delaying conservation actions for improved knowledge: how long should we wait? *Ecology Letters* 12, 293-301.
- Groves, C.R. 2003. Drafting a conservation blueprint. The Nature Conservancy, Island Press.
- Gustafson, E.J., Parker, G.R. 1992. Relationships between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern. *Landscape Ecology* 7, 101-110.
- Gutiérrez, D., Menéndez, R. 2007. Regional hotspots of butterfly diversity in a protected area: Are they indicators of unique assemblages and areas with more species of conservation concern? *Acta Oecologica* 32, 301-311.
- Haffer, J., Prance, G.T. 2001. Climatic forcing of evolution during the Cenozoic: on the refuge theory of biotic differentiation. *Amazoniana* 16, 579-607.
- Humphries, C.J., Williams, P.H., Vane Wright, R.I. 1995. Measuring biodiversity value for conservation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26, 93-111.
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi, MMA - Ministerio del Medio Ambiente. 2000. Proyecto de zonificación ecológica de la región pacífica colombiana. Bogotá, Colombia.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature. 1994. Guidelines for Protected Areas Management Categories. Cambridge, UK, Gland, Switzerland.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature. 1996. Memoirs of the Cat Specialist Group Meeting. Gland, Switzerland.
- Kati, V., Devillers, P., Dufrene, M., Legakis, A., Vokou, D., Lebrun, P. 2004a. Hotspots, complementarity or representativeness? Designing optimal small-scale reserves for biodiversity conservation. *Biological Conservation* 120, 471-480.

- Kati, V., Devillers, P., Dufrene, M., Legakis, A., Vokou, D., Lebrun, P. 2004b. Testing the value of six taxonomic groups as biodiversity indicators at local scale. *Conservation Biology* 18, 1-9.
- Kremen, C. 1994. Biological inventory using target taxa: A case study of the butterflies of Madagascar. *Ecological Applications* 4, 407-422.
- Kremen, C. 2003. Butterflies and conservation planning in Madagascar: from pattern to practice. In: Boggs, C.L., Watt, W.B., Ehrlich, P.R. (Eds.). *Butterflies: ecology and evolution taking flight*. University of Chicago Press, Chicago.
- Kremen, C., Colwell, R.K., Erwin, T.L., Murphy, D.D., Noss, R.F., Sanjayan, M.A. 1993. Terrestrial arthropod assemblages: their use in conservation planning. *Conservation Biology* 7, 796-808.
- Lambeck, R.J. 1997. Focal species: A multi-species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology* 1, 849-856.
- Leathwick, J.R., Burns, B.R., Clarkson, B.D. 1998. Environmental correlates of tree alpha diversity in New Zealand primary forests. *Ecography* 21, 235-246.
- Lombard, A.T., Hilton-Taylor, C., Rebelo, A.G., Pressey, R.L., Cowling, R.M. 1999. Reserve selection in the Succulent Karoo, South Africa: Coping with high compositional turnover. *Plant Ecology* 142, 35-55.
- Lwanga, J.S., Balmford, A., Badaza, R. 1998. Assessing fern diversity: Relative species richness and its environmental correlates in Uganda. *Biodiversity Conservation* 7, 1387-1398.
- Maddock, A., du Plessis, M.A. 1999. Can species data only be appropriately used to conserve biodiversity? *Biodiversity Conservation* 8, 603-615.
- Margules, C.R., Pressey, R.L. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405, 243-253.
- Moritz, C., Richardson, K.S., Ferrier, S., Monteith, G.B., Stanistic, J., Williams, S.E., Whiffin, T. 2001. Biogeographic concordance and efficiency of taxon

indicators for establishing conservation priority in a tropical rainforest biota. *Proceedings of the Royal Society of London B* 268,1875-1881.

Morton, S.R., Stafford Smith, D.M., Friedel, M.H., Griffin, G.F., Pickup, G. 1995. The stewardship of arid Australia: ecology and landscape management. *Journal of Environmental Management* 43, 195-217.

Nelson, S.M., Andersen, D.C. 1994. An assessment of riparian environmental quality by using butterflies and disturbance susceptibility scores. *The Southwestern Naturalist* 39, 137-142.

Nøhr, H., Jørgensen, A.F. 1997. Mapping of biological diversity in Sahel by means of satellite image analyses and ornithological surveys. *Biodiversity Conservation* 6, 545-566.

Norusis, M.J. 1993. *SPSS for windows: professional statistics, release 9.0*. SPSS, Inc., Chicago.

Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4, 355-364.

Noss R.F. 2001. Beyond Kyoto: Forest management in a time of rapid climate change. *Conservation Biology* 15, 578-590.

Noss, R.F., Strittholt, J.R., Vance-Borland, K., Carroll, C., Frost, P. 1999. A conservation plan for the Klamath–Siskiyou Ecoregion. *Nat. Areas J.* 19, 392-411.

Peterson, A.T., Stockwell, D.R.B., Kluza, D.A. 2002. Distributional prediction based on ecological niche modeling of primary occurrence data. In: Scott, J.M., Heglund, P.J., Morrison, M.L. (Eds.). *Predicting species occurrences: Issues of scale and accuracy*. Island Press, Washington, D.C., pp 617-623.

Prance, G.T., Haffer, J. 2002. Impulsos climáticos da evolução na Amazonia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos refúgios da diferenciação biótica. *Amazoniana* 16, 175-206.

Prendergast, J.R., Quinn, R.M., Lawton, J.H., Eversham, B.C., Gibbons, D.W. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365, 335-337.

Pressey, R.L. 1994. Land classifications are necessary for conservation planning but what do they tell us about fauna? In: Lunney, D., Hand, S., Reed, P., Butcher, D. (Eds.). *Future of the fauna of western New South Wales*. Royal Zoological Society of New South Wales, Sydney, pp 31–41.

Pressey, R.L. 1997. Priority conservation areas: Towards an operational definition for regional assessments. In: Pigram, J.J., Sundell, R.C. (Eds.). *National parks and protected areas: Selection delimitation and management*. Centre for Water Policy Research, Univ. of New England, Armidale, New South Wales, Sydney.

Reid, W.V. 1998. Biodiversity hotspots. *Trends of Ecology and Evolution* 13, 275-280.

Richardson, K.S., Funk, V.A. 1999. An approach to designing a systematic protected area system in Guyana. *Parks* 9, 7-16.

Ricketts, T.H., Gretchen, C.D., Ehrlich, P.R. 2002. Does butterfly diversity predict moth diversity? Testing a popular indicator taxon at local scales. *Biological Conservation* 103, 361-370.

Sánchez, E. 2002 no publicado. Estudio socioeconómico y cultural del *Complejo Ecorregional Chocó*. En: Walschburger, T., Hurtado Guerra, A., Gamboa, J. (Eds). *Memorias del Taller “Visión de conservación de la biodiversidad para la Ecorregión del Chocó, Panamá, Colombia y Ecuador”*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin. Santiago de Cali.

Sánchez, E., Hurtado Guerra, A., Suárez, C., Walschburger, T. 2008. Escenario natural, social y cultural del Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD). En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). *Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 17-86.

Sarkar, S., Justus, J., Fuller, T., Kelley, CH., Garson, J., Marfield, M. 2005. Effectiveness of environmental surrogates for the selection of conservation area networks. *Conservation Biology* 19, 815-25.

Sierra R., Cerón, C., Palacios, W., Valencia, R. 1999a. Propuesta preliminar para la clasificación de la vegetación del Ecuador continental. En: Sierra, R. (Ed.). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF, Ecociencia, Quito, Ecuador.

Sierra, R., Cerón, C., Palacios, W., Valencia, R. 1999b. Mapa de vegetación del Ecuador continental. 1:1,000,000. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF, Wildlife Conservation Society y Ecociencia. Quito, Ecuador.

SIISE - Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, INFOPLAN - Sistema de Información para la Planificación Nacional. 1990. Censo 1990. Quito.

Simberloff, D. 1998. Flagships, umbrellas and keystones: Is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation* 83, 247-257.

Smith, T. B., Wayne, R.K., Girman, D.J., Bruford, W. 1997. A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. *Science* 276.

Soberón, J.M., Llorente, J., Onate, L. 2000. The use of specimen-label data basis for conservation purposes: an example using Mexican Papilionid and Pierid butterflies. *Biodiversity and Conservation* 9, 1441-1446.

Stoms, D.M., Comer, P.J., Crist, P.J., Grossman, D.H. 2005. Choosing surrogates for biodiversity conservation in complex planning environments. *Journal of Conservation Planning* 1, 44-63.

Turner, J.R.G. 1982. How do refuges produce biological diversity? Allopatry and parapatry, extinction and gene flow in mimetic butterflies. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.

van der Hammen, T. 2001. Ice age tropical Southamerica: what was it really like? *Amazoniana* 16, 647-652.

van Jaarsveld, A.S., Freitag, S., Chown, S.L., Muller, C., Koch, S., Hull, H., Bellamy, C., Krueger, M., EndroÁndy-Younga, S., Mansell, M.W., Scholtz, C.H. 1998a. Biodiversity assessments and conservation strategies. *Science* 279, 2106-2108.

Vane-Wright, R.I. 1996. Identifying priorities for the conservation of biodiversity: Systematic biological criteria within a socio-political framework. In: Gaston, K.J. (Ed.). *Biodiversity: biology of numbers and difference*. Blackwell, Oxford, U.K., pp. 309-341.

Walschburger, T., Sánchez, E., Suárez, C., Romero Ruiz, M., Gómez N., L.F., Hurtado Guerra, A., 2008a. Enfoque conceptual y metodológico para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD). En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). *Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 87-142.

Walschburger, T., Hurtado Guerra, A., Romero Ruiz, M., Rosas Foschi, M.L., Suárez, C., Sánchez, E., Gómez N., L.F. 2008b. Representatividad biológica, transformación antrópica del paisaje en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD) y sus fragmentos más funcionales para la conservación. En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). *Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 143-220.

Walschburger, T., Gómez N., L.F., Hurtado Guerra, A., Romero Ruiz, M., Sánchez, E., Suárez, C. 2008c. Acciones de conservación propuestas para el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD). En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). *Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 221-274.

Warman, L.D., Sincalir, A.R.E., Scudder, G.G.E., Klinkenberg, B., Pressey, R. 2004. Sensitivity of systematic reserve selection to decisions about scale, biological data, and targets. *Conservation Biology* 18, 655-666.

WCMC - World Conservation Monitoring Center. 1996. Ecosystem Map 1: 1,000,000.

Wohlgemuth, T. 1998. Modelling floristic species richness on a regional scale: A case study in Switzerland. *Biodiversity Conservation* 7, 159-177.



## **CAPITULO 3**

### **DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA RIQUEZA DE MARIPOSAS (*PAPILIONOIDEA*) EN EL COMPLEJO *ECORREGIONAL CHOCÓ – DARIÉN***



### 3.1. Introducción

Los estudios sobre las mariposas han contribuido significativamente en el desarrollo de temáticas tales como la biogeografía, el comportamiento, la coevolución, conservación, genética ecológica, evolución, el calentamiento global, mimetismo, la ecología de poblaciones, selección sexual, especiación y las asociaciones simbióticas; incidiendo en nuestra percepción de la biodiversidad (DeVries 2001). Probablemente, en el contexto de los ecosistemas templados las mariposas son el grupo mejor conocido de los insectos; sin embargo, a pesar de que alrededor del 90% de sus especies viven en el trópico, la comprensión de la diversidad taxonómica y ecología de las mariposas tropicales continua siendo débil (Bonebrake *et al.* 2010). En el contexto de tales limitaciones y de la altísima diversidad de especies de tierras bajas tropicales, es difícil hacer estimaciones de riqueza sin caer en una severa subestimación. Sin embargo, desde una perspectiva conservadora las “verdaderas mariposas” (superfamilia *Papilionoidea*) se pueden organizar en cinco familias: *Papilionidae*, *Pieridae*, *Nymphalidae*, *Riodinidae* y *Lycaenidae* que, en conjunto, engloban entre 12,900 y 15,819 especies (DeVries 2001). Robbins y Opler (1997) hacen referencia a 17,500 especies en el mundo (13,750 de *Papilionoidea* y 3,750 de *Hesperioidea*), de las cuales estiman que 7,500 son neotropicales (43%). Entre todas las regiones biogeográficas del mundo la *Neotropical* es la de mayor riqueza de mariposas; de acuerdo con estos autores aproximadamente igual a la de Africa tropical y Asia juntas.

Para Panamá, con tan solo 82,901 km<sup>2</sup> de superficie, se han registrado 1,550 especies de mariposas (Robbins 1982 en Robbins & Opler 1997); pero no hay información sobre cuántas de éstas ocurren en sus bosques orientales. Para Colombia, con 1'141,748 km<sup>2</sup> de superficie, se calcula una riqueza de 3,100 especies (Brown 1991, Beccaloni & Gaston 1994); estimativo que Robbins y Opler (1997) consideran bajo. Basándose en sus esfuerzos de colección y los de Ernesto Schmidt-Mumm, Julián Salazar y Jean Francois LeCrom, Constantino (1996) registra 3,492 especies para Colombia. Independiente de la subestimación o sobrestimación que estas dos cifras puedan involucrar, dan una idea de la magnitud de la riqueza en cuestión y ponen de manifiesto la importancia de lograr

una revisión taxonómica especializada de las colecciones colombianas, con acceso a ejemplares tipo de los museos internacionales. Específicamente, para el *Chocó* colombiano (toda la vertiente pacífica), Constantino *et al.* (1993 no publicado) estiman una riqueza de 1,450 especies de mariposas, equivalente al 41% del total reportado para todo el país. Adicionalmente, los estudios de Callaghan (1985, 1993) llaman la atención sobre el *Chocó* colombiano porque no es la región más diversa de este país, pero sí la de mayor endemismo; el 36% de las 91 especies de *Riodinidae* revisadas por este autor para la región son endémicas.

En el marco del proyecto *Mariposas del Ecuador*, Willmott y Hall (*s.f.*) sugieren una riqueza aproximada de 2,700 especies de mariposas (*Papilionoidea*) en Ecuador (país con una superficie de 272,116 km<sup>2</sup>). También mencionan que los rangos altitudinales mejor muestreados en la vertiente occidental de la cordillera son 0-900 y 1,600-2,000 msnm, dejando el rango intermedio de los bosques montanos y las mayores altitudes o bosques altoandinos mal representados.

Sobre la fauna lepidóptera altoandina no es posible realizar estimaciones representativas de riqueza y endemismo, debido a que la cordillera *Occidental* y sus páramos son los menos conocidos de las tres cordilleras andinas (Descimon 1986), y hay grandes vacíos sobre el conocimiento de los rangos altitudinales de distribución de muchas de sus especies.

En este capítulo se aborda el objetivo de establecer la riqueza relativa estimada de especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) en el área de estudio y comparar su distribución espacial en los diferentes tipos de cobertura vegetal, como primer paso y resultado para el análisis de representatividad biológica que se desarrolla en el Capítulo 4.

### **3.2. Métodos**

La metodología que se utilizó para determinar la riqueza de mariposas y su distribución en los diferentes tipos de cobertura vegetal en el *Complejo*

*Ecorregional Chocó – Darién* se describe en el Capítulo 2 a través de los siguientes tres componentes:

- Recopilación y sistematización de la información de las familias de mariposas estudiadas (véase sección 2.3.2).
- División del área de estudio en unidades de análisis (véase sección 2.3.3).
- Análisis de la distribución espacial de la riqueza relativa de especies (véase sección 2.3.3).

Con relación a las familias estudiadas, es importante mencionar que se seleccionaron cuatro de las cinco familias que componen *Papilionoidea*, cuya taxonomía y diversidad, entre otros aspectos, son los más trabajados y conocidos (de esto dan cuenta las colecciones de mariposas nacionales y las colecciones de mariposas neotropicales en los museos internacionales, así como las publicaciones científicas). No se incluyó la familia *Lycaenidae* (también perteneciente *Papilionoidea*), debido a que la validez de las identificaciones de sus ejemplares en las colecciones nacionales es altamente variable. Adicionalmente, sus especies son malas indicadoras biogeográficas, por su amplia distribución y poca fidelidad ecológica a las áreas de bosque (son principalmente de áreas abiertas o de dosel arbóreo), y la mayoría son difíciles de capturar y tienen grandes fluctuaciones poblacionales, por lo que generalmente sus registros de ocurrencia son de naturaleza oportunista y sus mapas de distribución muestran enormes vacíos de información (Lamas *com. pers.*).

En general, la sistemática y taxonomía de las mariposas es un tema bastante dinámico, y depende de la autoridad que, en su momento, se decida seguir. En el Anexo 1 se referencian las principales revisiones sistemáticas y contribuciones utilizadas (algunas se utilizaron de manera parcial). Solo para algunos casos conflictivos, como *Ithomiini* (*Danainae*) y *Pronophilina* (*Satyrini*, *Satyrinae*), se tuvo la oportunidad que dos de sus especialistas, Gerardo Lamas y Thomas Pyrcz, respectivamente, brindaran sus opiniones en una etapa del proceso de recopilación y sistematización de la información. La colección del *Natural Museum of Natural History* (NMNH-Smithsonian Institute) fue de gran ayuda para la taxonomía de las especies de la familia *Riodinidae*, puesto que ha sido

parcialmente curada por dos especialistas en el grupo (Don Harvey y Jason P.W. Hall).

Como se menciona en el Capítulo 2, las unidades de análisis se definieron considerando los diferentes tipos de cobertura vegetal. Mediante el cálculo de la riqueza por unidad de análisis se busca evaluar la distribución de las especies en los diferentes tipos de cobertura. Es importante mencionar que, posterior a la sistematización de los registros de colección, se excluyó un conjunto de unidades de análisis por presentar muy poca información o carecer de la misma. A partir del Mapa 9 estas unidades se señalan como sectores sin información:

- Manglares de las costas de Panamá, Colombia y Ecuador (por obvias razones, todos los registros de colección de mariposas del litoral provienen de bosques de tierra firme).
- Cuencas de los ríos *Chismán* y *Santa Bárbara* (serranía de *Majé*) en la vertiente pacífica de Panamá.
- Bosques de tierras bajas de las islas *Rey* en Panamá y *Gorgona* en Colombia, y del río *Taura* en Ecuador.
- Bosques montanos bajos y altos andinos de la cuenca del río *Sinú* en Colombia, y bosques secos montanos de las cuencas de los ríos *Mira* y *Guayas* en Ecuador.

### **3.3. Resultados**

#### **3.3.1. Recopilación y sistematización de la información de las familias de mariposas estudiadas**

Se recopilaron 16,799 registros de colección provenientes de 1,183 localidades del área de estudio (véase Mapa 11). De estos registros, 11,714 fueron obtenidos a través de la revisión de colecciones en museos nacionales (Colombia y Ecuador) e internacionales (*National Museum of Natural History* – NMNH en Washington y *British Museum of Natural History* – BMNH en Londres) y en colecciones privadas (en Colombia) (véase Anexo 2). Los 5,085 registros restantes se recopilaron a través de la consulta de fuentes bibliográficas. Esta

labor de recopilación y sistematización se llevó a cabo en diferentes periodos de tiempo, y en el marco de los siguientes tres proyectos de investigación de la Fundación Ecotrópico Colombia:

- Diversidad biogeográfica de la región del *Pacífico* colombiano, 1996-1998 (Walschburger *et al.* 1999).
- Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el *Complejo Ecorregional Chocó-Darién*, 2001-2005 (Hurtado Guerra *et al.* 2008).
- Efectos de la fragmentación del paisaje e indicadores de conservación de la biodiversidad en el *Darién* colombiano y modelamiento de áreas de distribución de especies endémicas en el corredor *Chocó-Manabí*, 2005-2007 (Walschburger *et al.* 2007 no publicado).

Con relación a las colecciones consultadas de los dos museos internacionales, es importante destacar que el USNM alberga la colección más importante de mariposas de Panamá, y el BMNH cuenta, principalmente, con importantes registros del sector ecuatoriano del área de estudio, pero también de Panamá y Colombia.

Del número total de registros recopilados, el 22% corresponde a Panamá, 59% a Colombia y 19% a Ecuador. Estas cifras solo tienen relevancia en el contexto de la participación geográfica de cada uno de estos países en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (véase Tabla 5). En este sentido es relevante que Ecuador, con menos área y menos registros de colección que Colombia, ofrece una mayor y mejor distribución de los mismos; y Panamá, con la menor participación de territorio, sobresale por su buen nivel de información o cantidad de registros de colección.

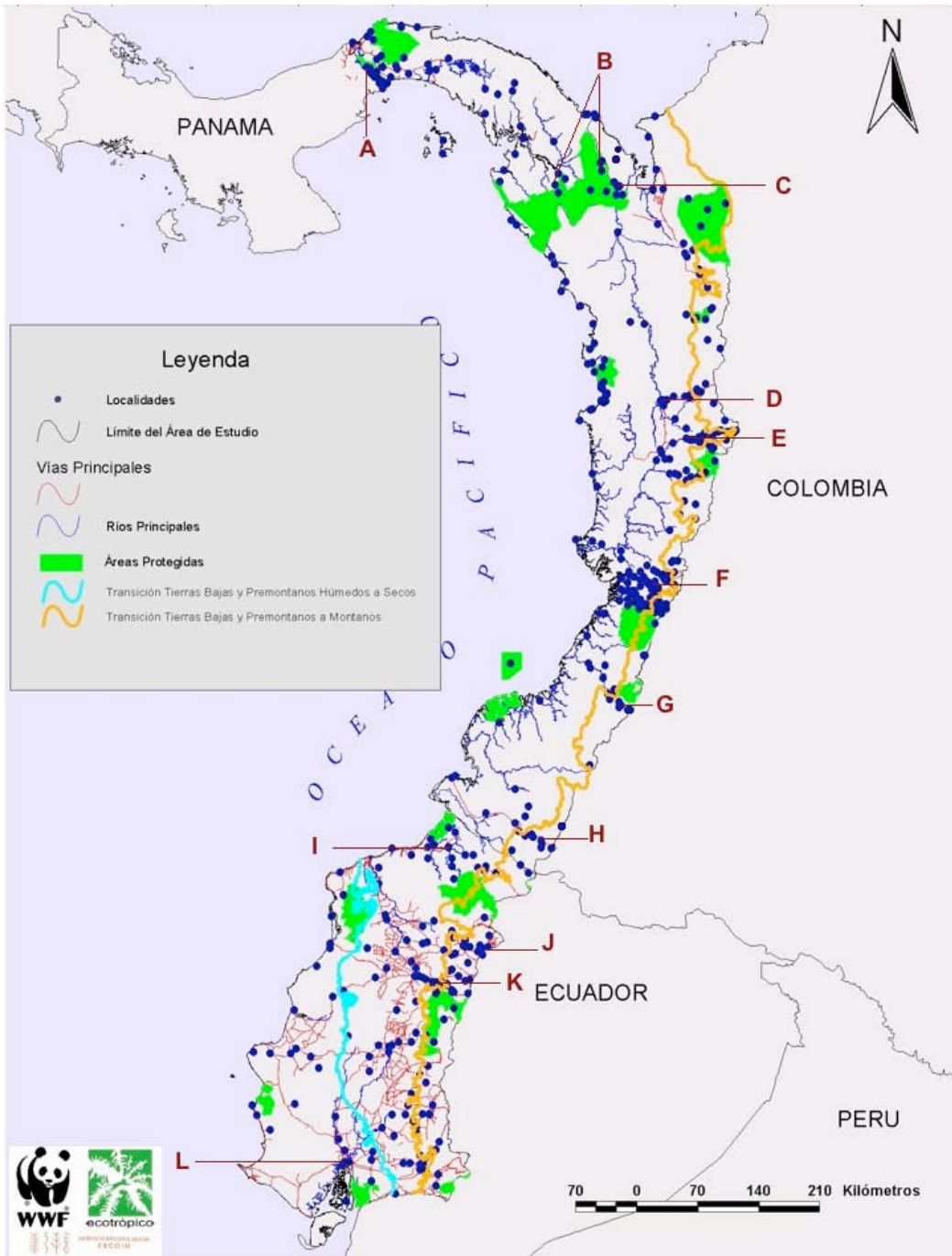
Tabla 5. Número de registros de colección recopilados y su distribución por país en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*.

	No. de registros de colección*
Panamá (12% del área de estudio)	3,667
Colombia (49% del área de estudio)	9,908
Ecuador (39% del área de estudio)	3,224
Total	16,799

\*Cada registro de colección corresponde a una especie o subespecie y a una localidad, entendiéndose que hay múltiples registros de una misma especie o subespecie, así como múltiples registros para una sola localidad.

Como se puede apreciar en el Mapa 11, en sentido norte a sur, las áreas mejor estudiadas en los tres países son las siguientes: en Panamá la *Zona del Canal* (A), los cerros *Pirre* y *Tacarcuna*, y otras localidades de su provincia del *Darién* (B); en Colombia el Parque Nacional Natural *Los Katíos* (C), la localidad de *Quibdó* (D), el medio y alto río *San Juan* (E), las cuencas de los ríos *Dagua* y *Calima* (F; principalmente la carretera *Cali-Buenaventura*, el bajo río *Anchicayá* y el río *Tatabro*), los alrededores del Parque Nacional Natural *Munchique* (G) y la carretera *Pasto-Tumaco* (H); y en Ecuador, el sector noroccidental (Cayapas) (I), los alrededores de Quito (J), alrededores de *Santo Domingo de Los Colorados* (K) y el sector de *Guayaquil* (L).

Las colecciones de los entomólogos Richard Haensch, M. de Mathan y William F. H. Rosenberg, entre otros, realizadas aproximadamente entre 1890 y 1920, y depositadas principalmente en el BMNH, representan el mayor porcentaje de los registros de colección de las tierras bajas del occidente ecuatoriano.



Mapa 11. Localidades de colección de mariposas (*Papilionoidea*) en el Complejo Ecorregional Chocó - Darién.

Las contribuciones recientes más importantes sobre las mariposas del sector ecuatoriano corresponden a estudios y descripciones de especies de sus bosques premontanos y montanos; particularmente de *Papilionidae* (Racheli & Pariset 1992), *Pieridae* (Racheli 1996), *Riodinidae* (Willmott & Hall 1994, Hall & Willmott 1995a, 1995b, 1996a, 1996b, 1998, Hall 1998, 1999), *Heliconiinae* (Racheli & Racheli 1997) y *Satyrinae* (Pyrz 1999a, 2000, Pyrcz & Vilorio 1999a, Pyrcz *et al.* 1999, Pyrcz *et al.* 2009).

Las colecciones realizadas entre 1897 y 1927 en el *Chocó* colombiano por los entomólogos G.M. Palmer, E. Trotsch, William F. H. Rosenberg, Anton H. Fassel y Eduard Krüger, y depositadas principalmente en el BMNH y en el *Museo del Instituto de Zoología de la Academia Polaca de Ciencias*, aportaron los primeros registros para las cuencas de los ríos *Tamaná*, *San Juan*, *Dagua* y *Aguacatal*, la localidad de *Frontino* y algunas localidades altoandinas en la vertiente pacífica del *Cauca*. Sin embargo, en los últimos 20 a 30 años han sido fundamentales los esfuerzos de colección realizados en diferentes sectores por Ernesto Schmidt-Mumm, Luis Miguel Constantino, Julián Salazar, Jesús Vélez y Curtis Callaghan. Las colecciones privadas de la familia Constantino, Julián Salazar y Curtis Callaghan, la colección del *Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas* y la de Ernesto Schmidt-Mumm, depositada en el *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, albergan ejemplares de la mayoría de las especies y subespecies que se conocen para el occidente de Colombia. También son importantes las colecciones y los estudios que han aportado información sobre localidades representativas de sectores bastante inexplorados, como son la reserva forestal *Tambito* y el parque natural *Munchique* en la vertiente occidental del departamento del *Cauca* (col. A.J. Negret, depositada en el *Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca*; Pyrcz & Vilorio 1999b, Pyrcz & Wojtusiak 1999), los parques naturales *Los Katíos* y *Utría* (Kano 1989, 1991), y las localidades de *Capurganá*, en el extremo norte del golfo de *Urabá* (col. privada de J.F. LeCrom), y de *Nuquí* en la costa pacífica (*Corporación de Investigaciones Biológicas de Medellín – CIB*). La colección del *Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (ICN-Bogotá)* alberga pocos ejemplares del occidente de los departamentos de *Antioquia*, *Valle*, *Cauca* y *Nariño*, y un poco más del *Chocó*; sin embargo, su importancia radica en las

colecciones de Gonzalo Andrade de los municipios de *Mistrató* y *Pueblo Rico* en el occidente de *Risaralda* (Andrade, 1994).

Con relación a Panamá, en los últimos 20 a 25 años los trabajos de campo y publicaciones de Delgado y Small Jr. (1986 no publicado), Robbins y Aiello (1982), Robbins y Venables (1991), Aiello (1991, 1992), Monje-Nágera (1992), Hall y Harvey (1998), entre otros, han contribuido significativamente al conocimiento de aspectos biológicos y ecológicos de algunas de sus especies de lepidópteros diurnos. Sin embargo, lo esencial es que el país cuenta con reconocimientos y revisiones completas sobre la fauna de mariposas de la *Zona del Canal*, la isla de *Barro Colorado* (Dyar 1914, Hallinan 1920, Bell 1931, Huntington 1932, Emmel & Leck 1970) y un catálogo de *Nymphalinae* de Panamá (Lamas & Small Jr. 1992) que involucra sus bosques orientales. Este último, indispensable para este estudio, fue posible gracias al valioso y enorme esfuerzo de colección de Gordon Small Jr., cuyos especímenes se encuentran depositados en el NMNH. Su colección corresponde a la información disponible más completa sobre la fauna de mariposas del oriente de Panamá y el *Darién* (cerros *Galera*, *Jefe*, *Pelado* y *Altos de Pacora*, cordillera de *San Blas*, cerro *Pirre* y serranía *Sapo*). Adicionalmente, los trabajos de DeVries (1987, 1997), sobre mariposas de Costa Rica, constituyen una importante guía y fuente de consulta, ya que Panamá forma parte del área de distribución de muchas de las especies centroamericanas.

Considerando exclusivamente la fauna altoandina, la mejor estudiada es la del área de la *Sierra Nevada de Santa Marta* y la serranía de *Valledupar*, al norte de Colombia (Adams 1973, 1977, Adams & Bernard 1977, 1979). Al sur de esta región los datos disponibles son antiguos, vagos e incluso poco confiables, con indicaciones imprecisas sobre el lugar de captura y sus características ecológicas; siendo con frecuencia imposible establecer si la especie fue colectada en páramo o en bosque montano (Descimon 1986). Desafortunadamente, la cordillera *Occidental* es la menos conocida de las tres cordilleras andinas y hay grandes vacíos en el conocimiento de los rangos altitudinales de distribución de muchas de sus especies. Además, no hay registros disponibles de la mayoría de los páramos de Colombia (Descimon 1986). A pesar de la antigüedad de sus trabajos, los de Godman y Salvin (1891) y Weymer y Maassen (1891) continúan

siendo una referencia importante. Posterior a éstos, la información disponible es de Fassl (1914, 1915). Las revisiones de Adams (1985, 1986), sobre *Pronophilina* de las tres cordilleras de *Los Andes* en Colombia, solo involucran puntualmente el área de los *Farallones de Cali* en la cordillera *Occidental*. La información más reciente proviene del valioso trabajo liderado por Pyrcz (1999b, 1999c), sobre los patrones de distribución vertical de *Pronophilina* (*Satyrinae*) en la vertiente pacífica del *Cauca*, al sur de la cordillera *Occidental* en Colombia (Pyrcz & Vilorio 1999b, Pyrcz & Wojtusiak 1999), y en la cordillera de *Los Andes* en Ecuador (Pyrcz 1999a, 2000, Pyrcz & Vilorio 1999a, Pyrcz et al. 1999, Pyrcz et al. 2009).

### 3.3.2. Distribución espacial de la riqueza relativa de especies

En total se registraron 1,236 especies y subespecies de mariposas de las cuatro familias estudiadas (*Papilionidae*, *Pieridae*, *Riodinidae* y *Nymphalidae*) para todo el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (véase Anexo 3). Las familias con el mayor número de especies son *Nymphalidae* y *Riodinidae* (véase Tabla 6). En la familia *Nymphalidae* sobresalen las subfamilias *Danainae*, por la significativa riqueza de su tribu *Ithomiini* (casi 200 especies), *Satyrinae* por la riqueza de su tribu *Satyrini*, y la subfamilia *Biblidinae* (estas últimas con una riqueza superior a las 100 especies). En la familia *Riodinidae* se destaca la subfamilia *Riodininae* con más de 200 especies.

De las 1,236 especies y subespecies registradas para el área de estudio, 270 son endémicas, lo cual representa el 22% de la fauna lepidóptera estudiada. La tribu *Ithomiini* y la familia *Riodinidae* presentan los valores más significativos de riqueza de endemismos (véase Tabla 6). En el Anexo 4 se presentan las especies y subespecies endémicas con distribución más localizada en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, o exclusivas de los arreglos espaciales de distribución de especies que se diferencian en el Capítulo 4.

La distribución de la riqueza total de especies y subespecies en los tres países, de acuerdo con su participación en el área de estudio, se puede apreciar en la Tabla 7.

Tabla 6. Familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas y su riqueza relativa y de endemismos en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*. (Se resaltan las familias con los mayor riqueza).

Familia	Subfamilia	Tribu	Número de especies y subespecies	Número de especies y subespecies endémicas*
<i>Papilionidae</i>	<i>Papilioninae</i>	<i>Leptocircini</i>	25	19
		<i>Papilionini</i>	20	
		<i>Troidini</i>	20	
		65		
<i>Pieridae</i>	<i>Coliadinae</i>		31	4
	<i>Dismorphiinae</i>		28	
	<i>Pierinae</i>	<i>Anthocharidini</i>	1	
		<i>Pierini</i>	75	
			76	
			135	
<i>Riodinidae</i>	<i>Euselasiinae</i>	<i>Euselasiini</i>	32	44
	<i>Riodininae</i>	<i>Eurybiini</i>	7	
		<i>Helicopini</i>	17	
		<i>Incertae sedis</i>	26	
		<i>Mesosemiini</i>	33	
		<i>Nymphidiini</i>	69	
		<i>Riodinini</i>	55	
		<i>Stalachtini</i>	2	
		<i>Symmachiini</i>	39	
			248	
		280		
<i>Nymphalidae</i>	<i>Apaturinae</i>		6	
	<i>Biblidinae</i>	<i>Biblidini</i>	101	
	<i>Charaxinae</i>	<i>Anaeini</i>	36	
		<i>Preponini</i>	21	
			57	
	<i>Cyrestinae</i>	<i>Cyrestini</i>	9	
	<i>Danainae</i>	<i>Danaini</i>	4	
		<i>Ithomiini</i>	198	152
			202	
	<i>Heliconiinae</i>	<i>Acraeini</i>	17	24
		<i>Argynnini</i>	1	
		<i>Heliconiini</i>	66	
			84	
	<i>Limenitidinae</i>	<i>Limenitidini</i>	27	
	<i>Lybytheinae</i>		1	
	<i>Morphinae</i>	<i>Brassolini</i>	36	
		<i>Morphini</i>	20	
			56	
	<i>Nymphalinae</i>	<i>Coeini</i>	6	66
<i>Junoniini</i>		2		
<i>Melitaeini</i>		44		
<i>Nymphalini</i>		10		
<i>Victorini</i>		4		
		66		

*Continúa*

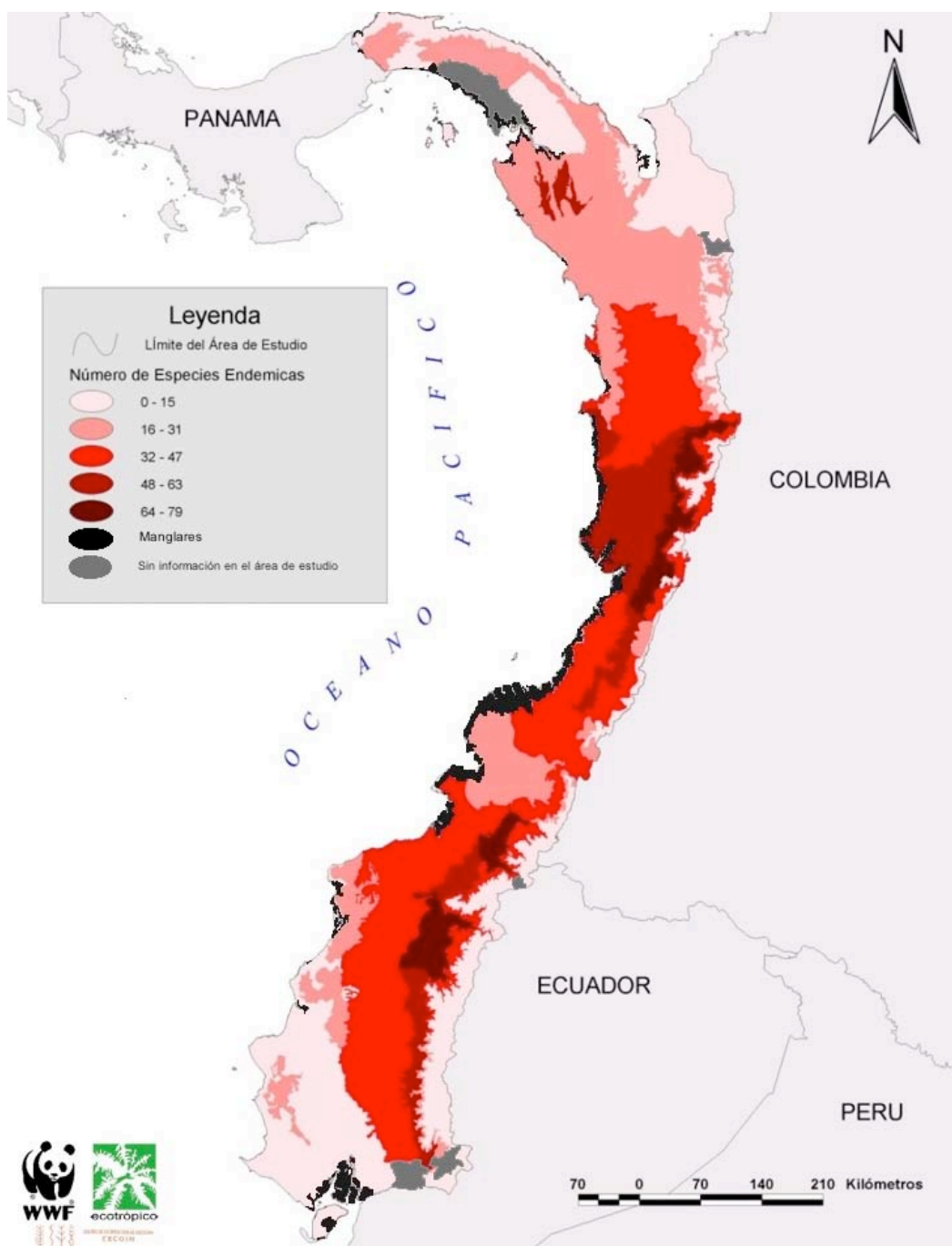
Familia	Subfamilia	Tribu	Número de especies y subespecies	Número de especies y subespecies endémicas*
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Haeterini</i>	10	
		<i>Melanitini</i>	1	
		<i>Satyrini</i>	136	27
			147	
		756		
			1,236	270

\*Incluye especies y subespecies endémicas del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, con amplia distribución en el área de estudio, y endémicas con distribución más restringida y localizada dentro del área de estudio (p.e. en páramos, enclaves secos y cerros de las serranías del pacífico y Darién).

Tabla 7. Riqueza relativa de mariposas (*Papilionoidea*), y su distribución por país de acuerdo con su porcentaje de participación en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*.

	No. de especies y subespecies	% con relación a la riqueza total del <i>Complejo Ecorregional Chocó - Darién</i>
Panamá (12% del área de estudio)	352	28
Colombia (49% del área de estudio)	959	77
Ecuador (39% del área de estudio)	356	29
Total	1,236*	100

\*Esta cifra no corresponde a la sumatoria de los tres países porque una especie o subespecie puede estar registrada en uno, en dos o en los tres países.



Mapa 12. Distribución de la riqueza relativa de especies endémicas de mariposas (*Papilionoidea*) en las unidades de análisis en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*.

En el contexto de los diferentes tipos de cobertura vegetal, la mayor riqueza de especies y subespecies, así como de endemismos, se concentra en el piedemonte andino (premontanos, desde el nivel de mar hasta los 1,200 msnm) y en la gran planicie de bosques húmedos de tierras bajas; teniendo en cuenta que también son los que cubren la mayor extensión en el área de estudio (véase Tabla 8 y Mapa 12). Les sigue toda la franja de bosques andinos entre los 1,200 y 2,000 msnm (montanos bajos) en Colombia y Ecuador.

En general, se observan dos patrones: la disminución de la riqueza en la cordillera de *Los Andes*, por encima de los 1,200 msnm, y hacia los ecosistemas secos o ecorregiones de transición (de húmedo a seco), en el suroccidente de Ecuador, al oriente del golfo de *Urabá* y hacia los enclaves secos andinos de *Dabeiba* y *Dagua* en Colombia. Sin embargo, en términos de riqueza por unidad de área (véase Tabla 9), sobresalen considerablemente los bosques montanos bajos (1,200 a 2,000 msnm), y los valores disminuyen tanto por encima como por debajo de su rango altitudinal.

Específicamente, los mayores valores de endemismo en mariposas se presentan en los bosques premontanos andinos entre las cuencas de los ríos *San Juan* y *Dagua* en Colombia, y entre las cuencas de los ríos *Mira* y *Esmeraldas* en Ecuador. Al interior de los bosques húmedos de tierras bajas también se destaca el sector colombiano entre las cuencas de los ríos *San Juan* y *Dagua*, incluyendo los bajos ríos *Sipí*, *Docordó*, *Orpúa* y *Purrí* (departamentos de *Chocó* y *Valle del Cauca*). Y entre los bosques montanos bajos andinos, el valor es alto, de manera continua, desde la cuenca del río *San Juan* en Colombia hasta el río *Guayas* en Ecuador. Igualmente, se destacan los bosques de las serranías aisladas, al noroccidente de Colombia y oriente de Panamá, como son *Los Saltos* y *Sapo* (que son una continuación de la serranía de *Baudó*).

Tabla 8. Riqueza general y de especies endémicas de mariposas (*Papilionoidea*) por tipo de cobertura vegetal y país en diferentes sectores del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. (Se resaltan los tipos de cobertura vegetal con mayor riqueza).

Tipo de cobertura vegetal	No. especies y subespecies	No. especies y subespecies endémicas
Bosque húmedo de tierras bajas (b) (Panamá, Colombia y Ecuador)	627	145
Bosque húmedo premontano (pm) y montano bajo (mb) de la <i>Zona del Canal</i> (Panamá)	143	25
Bosque húmedo premontano (pm) de la serranía del <i>Darién</i> (incluyendo los cerros <i>Tacarcuna</i> , en Panamá y Colombia, y <i>Pirre</i> en la provincia de <i>Darién</i> en Panamá)	219	45
Bosque húmedo premontano (pm) de las serranías de <i>Baudó</i> , <i>Los Saltos</i> y <i>Sapo</i> (Panamá y Colombia)	283	82
Bosque húmedo premontano (pm) andino	732	158
Bosque húmedo montano bajo (mb) andino	504	100
Bosque húmedo montano alto (ma) andino	205	28
Páramo (p)	8	1
Bosque seco de tierras bajas en la <i>Zona del Canal</i> (sb) y costa pacífica húmeda a seca en Panamá	46	11
Bosque seco de tierras bajas (sb) y húmedo a seco de la sierra de <i>La Costa</i> en el suroccidente de Ecuador (b, pm, mb)	76	29
Bosque seco montano (sm) o andino de <i>Dabeiba</i> y del valle del río <i>Dagua</i>	70	8

\* Muchas especies se comparten entre diferentes coberturas vegetales y entre países, por esta razón el número total de especies y subespecies no corresponde a la suma de los números de los tres países.

Tabla 9. Riqueza de especies de mariposas (*Papilionoidea*) por unidad de área en los diferentes tipos de cobertura vegetal dominantes en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. (Se resalta el tipo de cobertura vegetal con los mayores valores).

Tipos principales de cobertura vegetal	Número de especies/subespecies por 100 km <sup>2</sup>	Número de especies/subespecies endémicas por 100 km <sup>2</sup>
Bosque húmedo de tierras bajas (b)	0.6	0.1
Bosque húmedo premontano andino (pm)	1.2	0.3
Bosque húmedo montano bajo andino (mb)	2.8	0.6
Bosque húmedo montano alto andino (ma)	1.3	0.2

### 3.4. Discusión y conclusiones

De acuerdo con las estimaciones realizados por DeVries (2001), y mencionadas en la introducción de este capítulo, en el mundo hay una riqueza de 12,900 a 15,819 especies de *Papilionoidea*. Teniendo en cuenta que en este estudio no se incluyó *Lycaenidae* (familia para la que estima una riqueza entre 6,000-6,500 especies), es posible aproximar la riqueza global de las familias estudiadas en un rango entre 6,900 y 9,319 especies. En este contexto, el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* alberga un 15% de la riqueza global de mariposas de *Papilionidae*, *Pieridae*, *Nymphalidae* y *Riodinidae* (1,236 especies). Sin embargo, estos resultados cobran verdadera relevancia en el marco de la riqueza de las tribus cuyas especies tienen una distribución principalmente *Neotropical* (véase Tabla 10 y Figura 5). Un 89% de las especies de la tribu *Heliconiini* habitan los bosques del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, así como un 66% de las especies de *Ithomiini*, 48% de *Morphini* y 44% de *Brassolini*.

Tabla 10. Comparación de la riqueza mundial de mariposas (*Papilionoidea*) de las familias y subfamilias estudiadas y su riqueza registrada en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. (Se resaltan las subfamilias y tribus con mayor riqueza).

Subfamilia o tribu (distribución tomada de DeVries 2001)	En el mundo (según DeVries 2001)	Complejo Ecorregional Chocó – Darién (% con relación al total)
<i>Papilioninae</i> (la mayoría son tropicales)	500-600	65 (12)
<i>Dismorphinae</i> (casi todas son neotropicales)	100	28 (28)
<i>Pierinae</i> (principalmente tropicales, especialmente en África y Asia)	700	76 (11)
<i>Coliadinae</i> (regiones templadas y subtropicales)	400-600	31 (6)
<i>Riodininae</i> y <i>Euselasiinae</i> (casi exclusivamente neotropicales)	1,200-1,400	280 (22)
<i>Charaxinae</i> (principalmente tropicales)	350-400	57 (15)
<i>Satyrinae</i> (cosmopolitas)	1,500-2,000	136 (8)
<i>Pronophilina</i> ( <i>Satyrini</i> ) (neotropicales)	>400 *	86 (21)
<i>Brassolini</i> (neotropicales)	70-80	36 (48)
<i>Morphini</i> (neotropicales)	40-50	20 (44)
<i>Nymphalinae</i> (incluye <i>Biblidinae</i> ) (cosmopolitas)	3000	167 (6)
<i>Acraeini</i> (tropicales, principalmente en Africa, y unas pocas en Asia y Neotrópico)	250	17 (7)
<i>Heliconiini</i> (principalmente neotropicales)	70-80	66 (89)
<i>Ithomiini</i> (neotropicales)	300	198 (66)
<i>Libytheinae</i> (cosmopolitas)	10	1 (10)

\* Vilorio y Pycz (en Pycz y Vilorio 1999b) anotan que se han descrito más de 400 especies, pero que se estima una cifra mayor a 500.

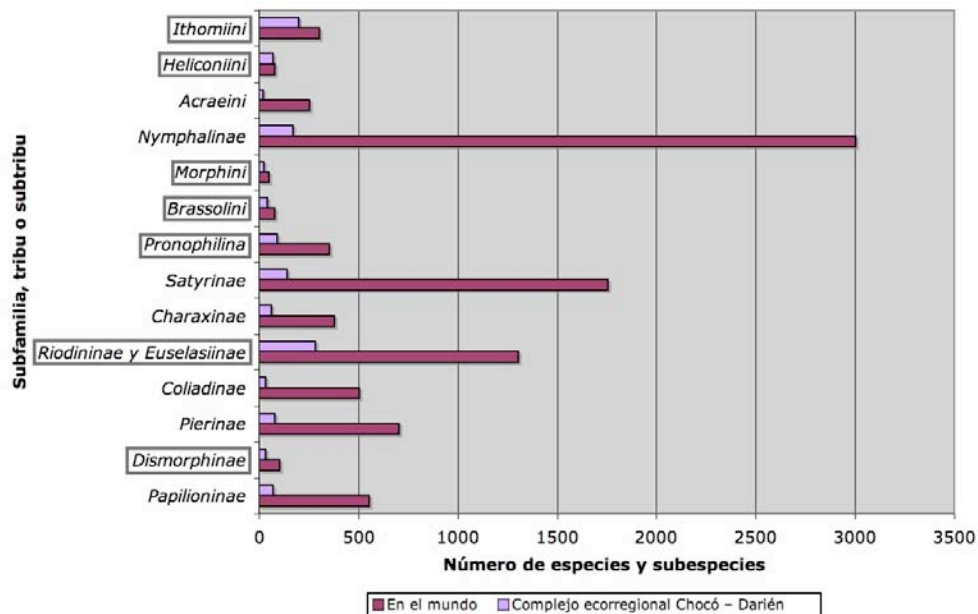


Figura 5. Comparación de la riqueza mundial de mariposas (*Papilionoidea*) de algunas de las subfamilias, tribus y subtribus estudiadas, y su riqueza en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (se resaltan aquellas cuyas especies son principalmente neotropicales).

*Heliconiinae* e *Ithomiini* son tribus cuya riqueza es significativamente alta en el nivel de subespecie. La primera presenta una mayor diferenciación en sentido latitudinal en el área de estudio, y en la segunda se aprecia una alta subespeciación tanto en sentido latitudinal, como altitudinal (de 0 a 3,000 msnm aproximadamente). Los *Ithomiini* se encuentran asociados exclusivamente a bosques húmedos, y la mayor diversidad se encuentra en las elevaciones medias de *Los Andes* en Colombia, Ecuador y Perú (Lamas 1999).

Las especies de *Riodininae* y *Euselasiinae* son exclusivas de hábitats de bosques de tierras bajas, premontanos y montanos bajos (principalmente bosques nublados). En general Colombia y Ecuador cuentan con una megadiversidad de *Riodinidae*, debido a que encierran grandes faunas amazónicas y de bosques nublados andinos (Hall 1999). Lo interesante es que los estudios sobre esta familia han demostrado que, a pesar de la gran extensión de hábitats de los bosques mencionados, más que diversa, la fauna de mariposas del *Chocó* y de la

vertiente pacífica de *Los Andes* es altamente endémica (Callaghan 1985, Hall 1999). El 37% de las 91 especies registradas por Callaghan (1985) para el *Chocó* colombiano son endémicas. En el presente el 16% de las 280 especies de *Riodininae* y *Euselasiinae* del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* son endémicas. En general, el contexto de mariposas, las tierras bajas *chocoanas* y la vertiente *Pacífica* de la cordillera *Occidental* han sido destacadas, más que por su alta riqueza de especies, por sus altos niveles de endemismo. En un análisis espacial de diversidad faunística de *Los Andes* de Colombia, basado en cinco grupos taxonómicos, incluyendo mariposas, la vertiente oriental de la cordillera *Oriental* y la vertiente pacífica de la cordillera *Occidental* sobresalen por su riqueza, tanto en el número total de especies como en el número de endemismos, pero siendo más rica en especies la primera y en endemismos la segunda (Kattan *et al.* 2004).

Las especies norandinas de *Pronophilina* son exclusivas de los bosques nublados y fríos (bosques montanos bajos y altos), que solo corresponden al 15 % del área de estudio. La tribu ha sufrido una alta diversificación a nivel de géneros y especies en los bosques montanos, sin embargo por encima del límite superior del bosque permanecen presentes pero ya en una baja diversidad (Descimon, 1986). Según Adams (1985) la mayor diversidad de especies se encuentra a los 2,600-2,700 msnm. En el presente estudio la mayor riqueza de este grupo también se encontró en el rango de los bosques montanos bajos, pero para un rango mucho más amplio: 2,000 a 2,600 msnm. Adams (1985, 1986) elaboró la primera lista de *Pronophilina* de la cordillera *Occidental*, con 53 especies, basándose principalmente en sus muestreos de la parte central (*Farallones de Cali*). Para el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* se recopiló información de 86 especies presentes en la vertiente pacífica de *Los Andes* en Colombia y Ecuador. Es de esperar una riqueza aún mayor, si se tiene en cuenta que los *Pronophilina* de la cordillera *Occidental* han sido muy poco estudiados en comparación con las otras cordilleras andinas en Colombia (Pyrz & Wojtusiak, 1999).

La comparación entre los valores de riqueza por país no tiene mayor significado, porque la información recopilada no exhibe una distribución

homogénea a lo largo del área de estudio. Al respecto es importante resaltar que los valores de riqueza del sector ecuatoriano reflejan falta de información. Aunque su condición de ecorregión de transición (ecotono), de bosques húmedos a secos, permite suponer una riqueza menor, los valores son extremadamente bajos en comparación con los de Panamá y Colombia. Desde la perspectiva interna de cada país, los valores son más interesantes (véase Tabla 11).

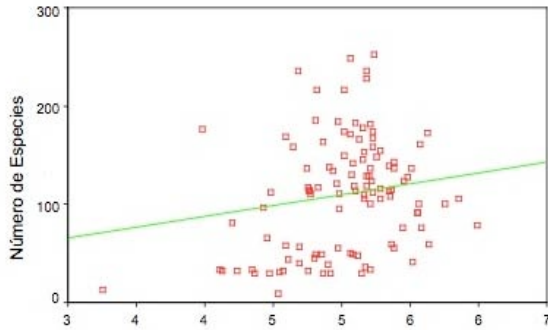
Tabla 11. Relación entre la riqueza de mariposas (*Papilionoidea*) obtenida para cada país, de acuerdo con su porcentaje de participación en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, y la riqueza estimada en el nivel nacional.

	Riqueza estimada para el país	Riqueza en el <i>Complejo Ecorregional Chocó – Darién</i> (% del total nacional)
Panamá (12% del área de estudio)	1,550 (1)	352 (23)
Colombia (49% del área de estudio)	3,492(2)	959 (27)
Ecuador (39% del área de estudio)	2,700(3)	356 (13)

(1) Robbins 1982 en Robbins & Opler 1997, (2) Constantino (1996), (3) Willmott y Hall (s.f.)

Los dos tipos de cobertura vegetal dominantes y con mayor extensión en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* soportan la mayor riqueza de especies de mariposas: bosques premontanos y de tierras bajas. Esto era esperable, si se tiene en cuenta la tendencia ecológica de que a mayor área mayor riqueza de especies. Los resultados de la regresión realizada para evaluar esta relación en tierras bajas y premontanos (0-1,200 msnm), y en bosques montanos bajos y altoandinos (>1,200 msnm), así lo confirman (véase figuras 6 y 7). Hay un aumento en la riqueza de especies y de endemismos con el aumento en el tamaño o área de las unidades de análisis. En los dos casos la prueba de F es significativa ( $p < 0.01$ ). A pesar de que la escala del eje Y es considerablemente mayor en tierras bajas y premontanos, la dispersión de los datos también es mayor en este caso. La tendencia en la relación es la misma para la riqueza de especies endémicas.

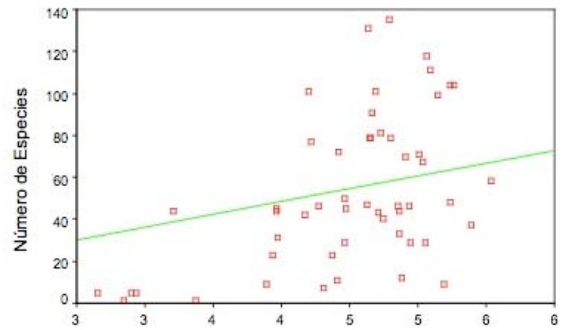
Relación Especies – Área  
Bosques de tierras bajas y premontanos



Logaritmo Área Unidades de Análisis

A

Relación Especies – Área  
Bosques montanos bajos y altos

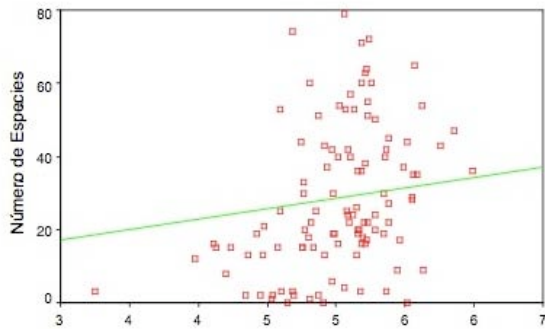


Logaritmo Área Unidades de Análisis

B

Figura 6. Relación entre la riqueza de especies y subespecies y el tamaño de las unidades de análisis: (A) en los bosques de tierras bajas y premontanos. (B) en los bosques montanos bajos y altoandinos

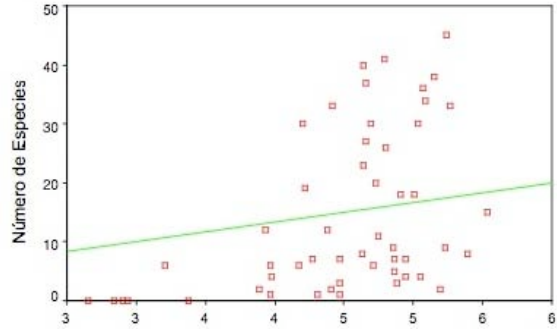
Relación Especies Endémicas – Área  
Bosques de tierras bajas y premontanos



Logaritmo Área Unidades de Análisis

A

Relación Especies Endémicas – Área  
Bosques montanos bajos y altos



Logaritmo Área Unidades de Análisis

B

Figura 7. Relación entre la riqueza de especies y subespecies endémicas y el tamaño de las unidades de análisis (A) en los bosques de tierras bajas y premontanos. (B) en los bosques montanos bajos y altoandinos

El aspecto fundamental a destacar sobre la distribución de la riqueza de las especies de mariposas en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* es que la correlación entre riqueza y endemismo es directa. Esta correlación se cumple tanto en términos de riqueza general y de endemismos en el área de estudio, como de riqueza de especies y endemismos por unidad de área. En los bosques premontanos andinos se concentra la mayor riqueza de especies y de endemismos, debido a que allí confluyen elementos de tierras bajas y de bosques montanos bajos. En los bosques andinos montanos bajos (1,200 – 2,000 msnm) se concentra el mayor número de especies y también de endemismos por unidad de área. Vale la pena resaltar que los bosques montanos bajos aportan más por riqueza de endemismos que por riqueza de especies en general. Por encima de los 1,200 msnm las especies ocurren dentro de rangos altitudinales bien definidos y, en el caso particular de *Pronophilina (Satyrini)*, muchas subespecies tienen parientes cercanos parapátricos ocupando franjas altitudinales por encima o por debajo en la vertiente pacífica de la cordillera *Occidental*.

### **3.5. Bibliografía**

Adams, M.J. 1973. Ecological zonation and the butterflies of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *J. Nat. Hist. (London)* 7, 699-718.

Adams, M.J. 1977. Trapped in a colombian Sierra. *Geogr. Mag.* 49, 250-254.

Adams, M.J. 1985. Speciation in the Pronophilina butterflies (Satyridae) of the Northern Andes. *Journal of Research on the Lepidoptera Suppl.* 1, 33-49.

Adams, M.J. 1986. Pronophilina butterflies of the three Andean Cordilleras of Colombia. *Zoological Journal of the Linnean Society* 87, 235-320.

Adams, M.J., Bernard, G.I. 1977. Pronophilina butterflies (Satyridae) of the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Syst. Entomol.* 2, 263-281.

Adams, M.J., Bernard, G.I. 1979. Pronophilina butterflies of the Serrania de Valledupar, Colombia-Venezuela border. *Syst. Entomol.* 2, 263-281.

Aiello, A. 1991. *Adelpha ixia leucas*: immature stages and position within *Adelpha* (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterists' Society* 45, 181-187.

Aiello, A. 1992. Dry season strategies of two Panamanian butterfly species, *Anartia fatima* (Nymphalinae) and *Pierella luna luna* (Satyrinae) (Lepidoptera: Nymphalidae). In: Quintero Arias, D., Aiello, A. (Eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica: selected studies*. Oxford University Press, New York, pp. 573-575.

Andrade, M.G. 1994. Annotated list of butterflies at Tinalandia, seen between 8-14 of May 1994. Recuperado el 10 de febrero de 2005, de [www.tinalandia.net/html/butterfly\\_report.html](http://www.tinalandia.net/html/butterfly_report.html).

Beccaloni, G.W., Gaston, K.J. 1994. Predicting the species richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. *Biological Conservation* 71, 77-86.

Bell, E.L., 1931. A list of HesperIIDae from Barro Colorado Island, canal Zone and adjacent Panama, with a description of a new species. *Journal of the New York Entomological Society* 39, 81-108.

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, 1831-1841.

Brown, K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators. En: Collins, N.M., Thomas, J.A. (Ed.). *The conservation of insects and their habitats*. Academic Press, London, Pp. 380-404.

Callaghan, C.J. 1985. Notes on the zoogeographic distribution of butterflies of the subfamily Riodininae in Colombia. En: Lamas, G. (Ed.). *Second Symposium on Neotropical Lepidoptera (Arequipa, Perú, 1983)*. *Journal of Research on the Lepidoptera Suppl.* 1, 51-69.

Callaghan, C.J. 1993. Neotropical Riodininae endemic to the Chocó region of western Colombia. In: New, T.R. (Ed.). *Conservation Biology of Lycaenidae (Butterflies)*. *Occasional Paper of the IUCN Species Survival Comisi3n* 8, 153.

Constantino, L.M. 1996. Butterfly life history studies, diversity, ranching and conservation in the Chocó rain forests of western Colombia (Insecta: Lepidoptera). SHILAP Revta. Lepid. 24, 353-355.

Constantino, E., Constantino, L.M., Jiménez, C. 1993 no publicado. Elementos de la biodiversidad de la vertiente del Pacífico del Valle del Cauca (mamíferos, aves, peces, mariposas y orquídeas), con énfasis en las cuencas de los ríos Anchicayá, Dagua y Calima. Fundación Herencia Verde, Cali, 145pp.

Delgado F.P., Small Jr., G. 1986 no publicado. Lista de ropaloceros de Panamá. 20 pp.

Descimon, H. 1986. Origins of lepidopteran faunas in the high tropical Andes. In: Vuilleumier, F., Monasterio, M. (Eds.). High altitude tropical biogeography. Oxford University Press, New York, pp. 500-532.

DeVries, Ph.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, 327 pp.

De Vries, Ph.J. 1997. The butterflies of Costa Rica and their natural history. Volume II: Riodinidae. Princeton University Press, 288 pp.

DeVries, Ph.J. 2001. Butterflies. In: Encyclopedia of Biodiversity. Volume 1. Academic Press, pp. 559-573.

Dyar, H.G. 1914. Report on the Lepidoptera of the Smithsonian Biological Survey of the Canal Zone. Proc. U.S. Nat. Mus. 47, 139-350.

Emmel, Th.C., Leck, Ch.F. 1970. Seasonal changes in organization of tropical rain forest butterfly populations in Panama. Journal of Research on the Lepidoptera 8, 133-152.

Fassl, A.H. 1914. Tropische Reisen. V. Das obere Caucaital und die Westkordillere. Entomologischen Rundschau 31, 35-38, 42-46, 50-52, 57-58.

Fassl, A.H. 1915. Die vertikale Verbreitung der Lepidopteren in der Columbischen West-Cordillere. Entomologischen Rundschau 32, 9-12.

- Godman, F.D., Salvin, O. 1891. Lepidoptera Rhopalocera. In: Whymper, E. (Ed.). Supplementary appendix to travels amongst the great Andes of the Equator. John Murray, London.
- Hall, J.P.W. 1998. A review of the genus *Sarota* (Lepidoptera: Riodinidae). *Tropical Lepidoptera* 9, 1-21.
- Hall, J.P.W. 1999. A review of the genus *Theope*, its systematics and biology (Lepidoptera: Riodinidae: Nymphidiini). Scientific Publishers Inc., Gainesville, FL., 118 pp.
- Hall, J.P.W., Harvey, D.J. 1998. A new genus of Riodinid, with a new species from Panama (Lepidoptera: Riodinidae: Nymphidiini). *Tropical Lepidoptera* 9, 36-40.
- Hall, J.P.W., Willmott, K.R. 1995a. Two new species of *Mesene* from western Ecuador (Lepidoptera: Riodinidae). *Tropical Lepidoptera* 6, 110-112.
- Hall, J.P.W., Willmott, K.R. 1995b. Notes on the genus *Argyrogrammana*, with descriptions of five new species (Lepidoptera: Riodininae). *Tropical Lepidoptera* 6, 136-143.
- Hall, J.P.W., Willmott, K.R. 1996a. Notes on the genus *Argyrogrammana*, Part 2, with one new species (Lepidoptera: Riodininae). *Tropical Lepidoptera* 7, 71-80.
- Hall, J.P.W., Willmott, K.R. 1996b. Systematics of the Riodinid tribe *Symmachiini*, with the description of a new genus and five species from Ecuador, Venezuela and Brazil (Lepidoptera: Riodinidae). *Lambillionea* XCVI, 637-660.
- Hall, J.P.W., Willmott, K.R. 1998. Nine new species and one new subspecies of *Euselasia* from Ecuador (Lepidoptera: Riodinidae) *Tropical Lepidoptera* 9, 27-35.
- Hallinan, Th. 1920. General notes on the Lepidoptera of the Canal Zone, Isthmus of Panama. *Journal of the New York Entomological Society* 28, 238-239.
- Huntington, I. 1932. A list of the Rhopalocera of Barro Colorado Island, Canal Zone, Panama, with descriptions of two new species of *Theclinae*. *Bulletin American Museum of Natural History* 63, 191-230.

Hurtado Guerra, A., Walschburger, T., Gómez, L.F., Chaves, M.E. (Eds.). 2008. Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién. WWF Colombia, Fundación Ecotropico Colombia, Cecoin. Santiago de Cali, 274 pp.

Kano, T. 1989. Entomofauna del Parque Nacional Natural "Los Katíos" (Lepidoptera: Parte I). Servicio Nacional de Protección Forestal, Inderena, Medellín, Informa 3, 39-58.

Kano, T. 1991. Entomofauna del Parque Nacional Natural "Ensenada de Utria" Servicio Nacional de Protección Forestal, Inderena, Medellín, Informa 5, 16-28.

Kattan, G.H., Franco, P., Rojas, V., Morales, G. 2004. Biological diversification in a complex region: a spatial análisis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31, 1829-1839.

Lamas, G. 1999. Nymphalidae II. Pt. 3 Ithomiinae. In: Bauer, E., Frankenbach, T. (Eds.). *Butterflies of the World*. Goecke & Evers, Keltern, pp. 1-17.

Lamas G., Small Jr., G.B. 1992. Catalogue of the Nymphalinae of Panama (Lepidoptera: Nymphalidae). In: Quintero Arias, D., Aiello, A. (Eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica: selected studies*, Oxford University Press, New York, pp. 554-566.

Monje-Nágera, J. 1992. Clicking butterflies, Hamadryas, of Panama: their biology and identification. In: Quintero Arias, D., Aiello, A. (Eds.). *Insects of Panama and Mesoamerica: selected studies*, Oxford University Press, New York, pp. 567-572.

Pyrz, T.W. 1999a. Contributions to the knowledge of Ecuadorian Pronophilini, Part II. The genus *Lasiophila* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Genus* 10, 479-495.

Pyrz, T.W. 1999b. The E. Krüger collection of the Pronophiline butterflies. Part I: Introduction, genera *Altopedaliodes* to *Lymanopoda* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Lambillionea* XCIX, 221-240.

- Pyrz, T.W. 1999c. The E. Krüger collection of the Pronophilina butterflies. Part II: genera *Manerebia* to *Theimeia* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Lambillionea* XCIX, 351-376.
- Pyrz, T.W. 2000. Contributions to the knowledge of Ecuadorian Pronophilini, Part IV. New taxa of *Pronophila* Doubleday (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Genus* 11, 69-86.
- Pyrz, T.W., Vilorio, A.L. 1999a. Contributions to the knowledge of Ecuadorian Pronophilini, Part I; new pedalioidines (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Genus* 10, 117-150.
- Pyrz, T.W., Vilorio, A.L. 1999b. Mariposas de la tribu Pronophilini de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia. Primera parte. Convergencia de los patrones de coloración en mariposas andinas: siete nuevas especies del género *Pedaliodes* Butler, 1867 (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *SHILAP Revta. Lepid.* 27, 173-187.
- Pyrz, T.W., Willmott, K.R., Hall, J.P.W. 1999. Contribution to the knowledge of Ecuadorian Pronophilini. Part III. Three new species and five new subspecies of *Lymanopoda* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae). *Genus* 10, 497-522.
- Pyrz, T.W., Wojtusiak, J. 1999. Mariposas de la tribu Pronophilini de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia. Segunda parte. Patrones de distribución altitudinal (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *SHILAP Revta. Lepid.* 27, 203-213.
- Pyrz, T.W., Wojtusiak, J., Garlacz, R. 2009. Diversity and distribution patterns of Pronophilina butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) along an altitudinal transect in north-western Ecuador. *Neotrop. Entomol.* 38, 716-726.
- Racheli, T. 1996. An annotated check-list of Ecuadorian Pieridae (Lepidoptera, Pieridae). *Atalanta* 27, 545-580.
- Racheli, T., Pariset, L. 1992. An annotated check-list of Ecuadorian Papilionidae (Lepidoptera, Papilionidae). *Atalanta* 23, 423-447.

Racheli, T., Racheli, L. 1997. An annotated check list of Ecuadorian Nymphalidae, Part I: Heliconiinae (Lepidoptera). *Nachr. Entomol. Ver. Apollo*, N.F. 18, 231-260.

Robbins R.K., Aiello, A. 1982. Foodplant and oviposition records for Panamanian Lycaenidae and Riodinidae. *Journal of the Lepidopterists' Society*, 36, 65-75.

Robbins R.K., Opler, A. 1997. Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. In: Reaka-Kudla, M.L., Wilson, D.E., Wilson, E.O. (Eds.). *Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources*. Joseph Henry Press, Washington, D.C., pp. 69-82.

Robbins, R.K., Venables, B.A.B. 1991. Synopsis of a new Neotropical hairstreak, genus *Janathecla*, and description of a new species. *Journal of the Lepidopterists' Society* 45, 11-33.

Walschburger, T., Hurtado-Guerra, A., Romero, M., Rivas P., P., Polo, C.S., Ahumada, M.L. 1999. Diversidad biogeográfica de la región del Pacífico colombiano. En: *El Estudio de la biodiversidad regional. Aportes al conocimiento y a la práctica investigativa*. Tomo VI. Proyecto Biopacífico, Ministerio del Medio Ambiente, GEF, PNUD, Bogotá.

Walschburger, T., Hurtado Guerra, A., Sagardía, R., Ortigón-Martínez, D., Ruiz, J.M., Tavera-Casas, S., Sánchez, E. 2007 no publicado. Efectos de la fragmentación del paisaje e indicadores de conservación de la biodiversidad en el Darién colombiano y modelamiento de áreas de distribución de especies endémicas en el corredor Chocó-Manabí. Fundación Ecotrópico Colombia, Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) - Conservación Internacional Colombia, Bogotá.

Weymer, G., Massen, P. 1891. Lepidopteren gesammelt auf einer Reise durch Colombia, Ecuador, Peru, Brasilien, Argentinien und Bolivien in den Jahren 1868-77 von Alphons Stübel. Im: Reiss, W., Stübel, A. *Reisen in Süd-Amerika*.

Willmott, K.R., Hall, J.P.W. (s.f.). Proyecto mariposas del Ecuador. En: Proyecto Diversidad de las mariposas andinas tropicales. Darwin Initiative. Recuperado el 4 de noviembre de 2011, de <http://www.butterfliesofecuador.com/intro.html>.

Willmott, K.R., Hall, J.P.W. 1994. Four new species of riordinids from western Ecuador (Lepidoptera: Riordinidae). *Tropical Lepidoptera* 5, 87-91.



## **CAPITULO 4**

### **ARREGLOS ESPACIALES DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE MARIPOSAS (*PAPILIONOIDEA*) EN EL COMPLEJO ECORREGIONAL CHOCÓ – *DARIÉN* Y SU REPRESENTATIVIDAD BIOLÓGICA RELATIVA**



#### 4.1. Introducción

La singularidad y endemismo de la fauna de los bosques neotropicales ha hecho pensar que la mayoría de sus elementos se derivaron localmente en tiempos geológicos recientes. Así, en lo que a mariposas concierne, en los trabajos de Blandin y Descimon (1975, 1977), Brown (1977a, 1977b, 1982), Turner (1982), Erwin y Adis (1982) y Tyler *et al.* (1994), entre otros, se considera que los principales patrones de distribución de su fauna lepidóptera encontrados en la actualidad han sido modelados por eventos geológicos ocurridos durante la mayor parte del Cenozoico y los grandes cambios climáticos del Pleistoceno. Callaghan (1985) sugiere que la fauna actual de *Riodinidae* es principalmente de mediados del Terciario, y no responde exclusivamente a los eventos pleistocénicos. Sin embargo, en la última década estas hipótesis vienen siendo cuestionadas y replanteadas por estudios biogeográficos, genéticos y de sistemática molecular (e.g. Vilorio 1998, 2003; Wahlberg & Freitas 2007; Knapp & Mallet 2003, Meggens *et al.* 2004, Whinnett *et al.* 2005, Elias *et al.* 2009, citados en Bonebrake 2010), donde se ha encontrado que los eventos terciarios y cuaternarios no son suficientes para explicar la biogeografía histórica de las mariposas y los patrones de distribución continental que presentan las especies neotropicales.

En la actualidad, el modelo de los refugios pleistocénicos como factores de especiación se encuentra prácticamente desechado, ya que se estima que la gran mayoría de las especies son mucho más antiguas que las vicisitudes climáticas del Pleistoceno-Holoceno. Según Vilorio (1998, 2003), la composición actual de la fauna de mariposas del mundo es un resultado de eventos vicariantes y de dispersión, con los principales linajes modernos representados en cada continente sugiriendo, *a priori*, que por lo menos son tan antiguos como la ruptura de las grandes masas continentales. Por ejemplo, los trabajos de Vilorio (1998, 2003) y Miller y Miller (1997 en Vilorio 1998) indican que los linajes principales al interior de la subfamilia *Satyrinae* ya estaban presentes en *Godwana*, por lo menos antes de la ruptura de los continentes africano, suramericano y australiano. Por su

singularidad y endemismo, la fauna de los bosques neotropicales no se asociaba a las faunas de otros continentes, porque se consideraba que la mayoría se había derivado localmente en tiempos geológicamente recientes. Lo que sí se considera probable dentro del replanteamiento de esta hipótesis, en los últimos años, es que las vicisitudes del Pleistoceno-Holoceno hayan modificado profundamente los patrones individuales de distribución de las especies, y pueden haber inducido la formación de subespecies. En efecto, Brown (1982) afirma que los hábitats tropicales ya eran diversos mucho antes del Pleistoceno y que la diversificación durante esta época estuvo probablemente más relacionada con cambios en la distribución de las especies y la diferenciación infraespecífica; lo que explica la gran diversidad de subespecies en tribus neotropicales como *Ithomiini* o, principalmente neotropicales, como *Heliconiini*. Por lo tanto, los centros de endemismo (*sensu* Brown) son más bien aplicables a subespecies, pero teniendo en cuenta que esto no significa que esos centros hayan sido necesariamente producto de la existencia de refugios forestales (Lamas *com.pers.*).

Con relación a la biogeografía de mariposas de *Los Andes* septentrionales, el modelo propuesto por Adams (1985, 1986) atribuye la especiación alopátrica de *Pronophilina* (*Satyrini*) al efecto de las glaciaciones pleistocénicas sobre los hábitats de bosques nublados y páramos de *Los Andes*, y la especiación parapátrica de grupos de especies muy relacionadas a procesos de exclusión competitiva. Sin embargo, Vilorio (1998, 2003) identificó una secuencia de eventos terrestres relevantes para el origen del arreglo de los *Satyrinae* andinos, a saber: separación de *Godwana*, orogenia de *Los Andes* y fluctuaciones glaciales del Cuaternario. Este autor concluye que el modelo alopátrico de Adams (1985, 1986) puede ser correcto, pero que se requiere un componente simpátrico para describir todo el proceso de especiación.

La investigación en sistemática molecular no solo está arrojando resultados reveladores sobre la biogeografía histórica de los lepidópteros, sino replanteando sus relaciones filogenéticas y, por tanto, su estructura taxonómica (e.g. Wahlberg & Freitas 2007). Mientras estos avances continúan esclareciendo el origen de la composición y distribución actual de los grupos de especies de mariposas en Suramérica y Centroamérica, es evidente que la posición geográfica del *Chocó*

permite esperar claras afinidades entre su fauna de mariposas *Papilionoidea* y la de Centroamérica. Según las estimaciones realizadas por Callaghan (1985, 1993), la fauna chocona, desde el norte de *Quibdó*, a lo largo de las vertientes occidentales de la cordillera *Occidental*, al sur, hasta el noroccidente de Ecuador, muestra grandes afinidades con Panamá y Costa Rica, con los cuales comparte un 58% de las especies de *Riodinidae*. Adicionalmente, Callaghan (1985, 1993) encuentra que el *Chocó* presenta la menor correlación con las demás regiones de Colombia, sugiriendo un alto grado de aislamiento en el pasado. Según este autor, el 43% de las especies de *Riodinidae* del *Chocó* también se encuentran en el *Valle del Cauca*, al oriente de la cordillera, pero más al oriente de allí las similitudes faunísticas se reducen considerablemente; solo el 17% de las especies de *Riodinidae* del *Chocó* se encuentra también en la vertiente oriental de la cordillera *Oriental (Amazonia)*. Por el contrario, en un análisis espacial de *Los Andes* colombianos (Kattan *et al.* 2004), la vertiente Pacífica entre los 200 y 1,000 msnm se agrupó con la vertiente oriental de la cordillera *Oriental* y, por encima de los 1,000 msnm, mostró mayor afinidad con las vertientes interandinas. En cuanto al *Chocó* ecuatoriano, Willmott & Hall (1994) comentan que su fauna presenta claras afinidades con el sur de Centroamérica, pero que también presenta un gran número de especies endémicas y otras que sólo llegan al norte hasta el occidente de Colombia.

En este capítulo se definen los arreglos espaciales o espacios geográficos representativos de la diversidad de mariposas en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*, en cuanto reflejan la variabilidad en los patrones de distribución de sus especies y subespecies en los diferentes tipos de cobertura vegetal. Estos arreglos espaciales de distribución de especies son la base primordial del análisis de representatividad biológica a partir del cual se seleccionan y priorizan “sitios” para la conservación en el Capítulo 5.

## **4.2. Métodos**

La metodología que se utilizó para el análisis de representatividad biológica, la cual se detalla en el Capítulo 2, tiene como punto de partida establecer los

niveles de similitud por composición de especies entre las unidades espaciales de análisis (Hengeveld 1990). Este enfoque se acerca al concepto de complementariedad, ampliamente utilizado en los algoritmos de selección de áreas representativas de la biodiversidad, para determinar qué especies y subespecies están geográficamente restringidas a las unidades de análisis y cuáles se comparten entre las mismas. En síntesis, se desarrollaron los siguientes tres procedimientos:

- Diferenciación de los arreglos espaciales de distribución de especies (véase sección 2.3.4 en el Capítulo 2).
- Evaluación de las relaciones jerárquicas entre los arreglos espaciales de distribución de especies desde una perspectiva biogeográfica (véase sección 2.3.4 en el Capítulo 2).
- Construcción de un índice de representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies (véase sección 2.3.5 en el Capítulo 2).

### **4.3. Resultados**

#### **4.3.1. Arreglos espaciales de distribución de especies**

Se diferenciaron 22 arreglos espaciales de distribución de especies, agrupando las unidades de análisis por la similitud en su composición de especies, los cuales se separan en la escala del dendrograma resultante aproximadamente en el rango de distancia relativa entre 10 y 20 (véase Figura 8 y Mapa 13). Estos arreglos reflejan los patrones o las variaciones espaciales en la distribución de las especies. Cada arreglo espacial constituye una unidad relativamente homogénea, a nivel de cobertura vegetal, donde coincide total o

parcialmente un conjunto de áreas de distribución de especies y subespecies diferente al de los otros arreglos. De acuerdo con su patrón de distribución en el área de estudio, ese conjunto lo conforman especies y subespecies que pueden corresponder a una o varias de las siguientes categorías:

- Endémicas de un sector amplio del Complejo Ecorregional Chocó – Darién.
- Endémicas más localizadas (restringidas a un solo arreglo).
- Especies con distribución periférica, con ocurrencia en un sector amplio del Complejo Ecorregional Chocó – Darién.
- Especies con distribución periférica más localizada (restringidas a un solo arreglo).

En el Anexo 4 se detallan las especies y subespecies endémicas localizadas y aquellas con distribuciones periféricas localizadas o restringidas, que sustentan la diferenciación de estos 22 arreglos espaciales.

El conjunto de especies y subespecies que separa el **arreglo 1** se caracteriza por ser exclusivo dentro del área de estudio de los bosques húmedos de *la Zona del Canal* y sus cerros aledaños (*Altos de Pacora, Galera, Jefe, Pelado, Azul*). La mayoría son especies y subespecies endémicas de los bosques húmedos de Panamá, así como de distribución centroamericana más amplia, pero que alcanzan su límite austral en la *Zona del Canal*.

En el Pacífico colombiano hay dos grandes cordilleras separadas de la cordillera *Occidental* de *Los Andes*; una es la serranía del *Darién* y la otra es la serranía del *Baudó*. Esta última se extiende desde Colombia hacia el norte; de *Cabo Corrientes* a *Punta Ardita* recibe el nombre de serranía de *Los Saltos*, y termina cerca al *golfo de San Miguel*, en Panamá, donde recibe el nombre de serranía *Sapo*. Ambas serranías gozan de gran singularidad biológica,

particularmente en sus cerros más altos (*Tacarcuna* y *Pirre* en la serranía del *Darién*, *Alto del Buey* y parte más alta del *Sapo* en la serranía del *Baudó*), sustentada por múltiples endemismos en plantas, aves y otros grupos animales (Hernández-Camacho *et al.* 1992, entre otros). Las mariposas no son la excepción; los resultados obtenidos en este estudio también lo confirman, separándolas en dos arreglos espaciales: **arreglo 2** para la serranía del *Darién* y **arreglo 3** para la serranía de *Baudó*.

Además de las especies y subespecies endémicas de la serranía del *Darién*, el **arreglo 2** involucra especies asociadas a los bosques húmedos de las tierras bajas aledañas, tanto del lado panameño como colombiano (estos son específicamente los bosques húmedos del oriente de Panamá y la *Comarca de San Blas*, y los del valle del río *Tanela* en los municipios de *Acandí* y *Unguía* en el *Darién* colombiano).

También es importante evaluar el **arreglo 3**, desde la diferenciación que los resultados plantean entre la fauna de mariposas al occidente del golfo de *Urabá* en Colombia y la fauna al oriente del mismo. El **arreglo 3** corresponde al sector occidental del golfo, donde se encuentra la gran extensión de zonas pantanosas y bosques inundables y no inundables del bajo río *Atrato*, así como los bosques húmedos de tierras bajas de los ríos *Salaquí* y *Domingodó*, aledaños a las serranías de *Baudó*, *Los Saltos* y *Sapo*. El **arreglo 4** corresponde al sector oriental del golfo, que es más seco, donde se encuentran las planicies del bajo río *León* y bajo río *Mulato*, y el alto río *Sinú* (parte baja de la serranía de *Abibe*). Este arreglo espacial lo determina la presencia mayoritaria de especies y subespecies con distribución periférica en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, cuya distribución es más amplia hacia el valle del *Magdalena*.

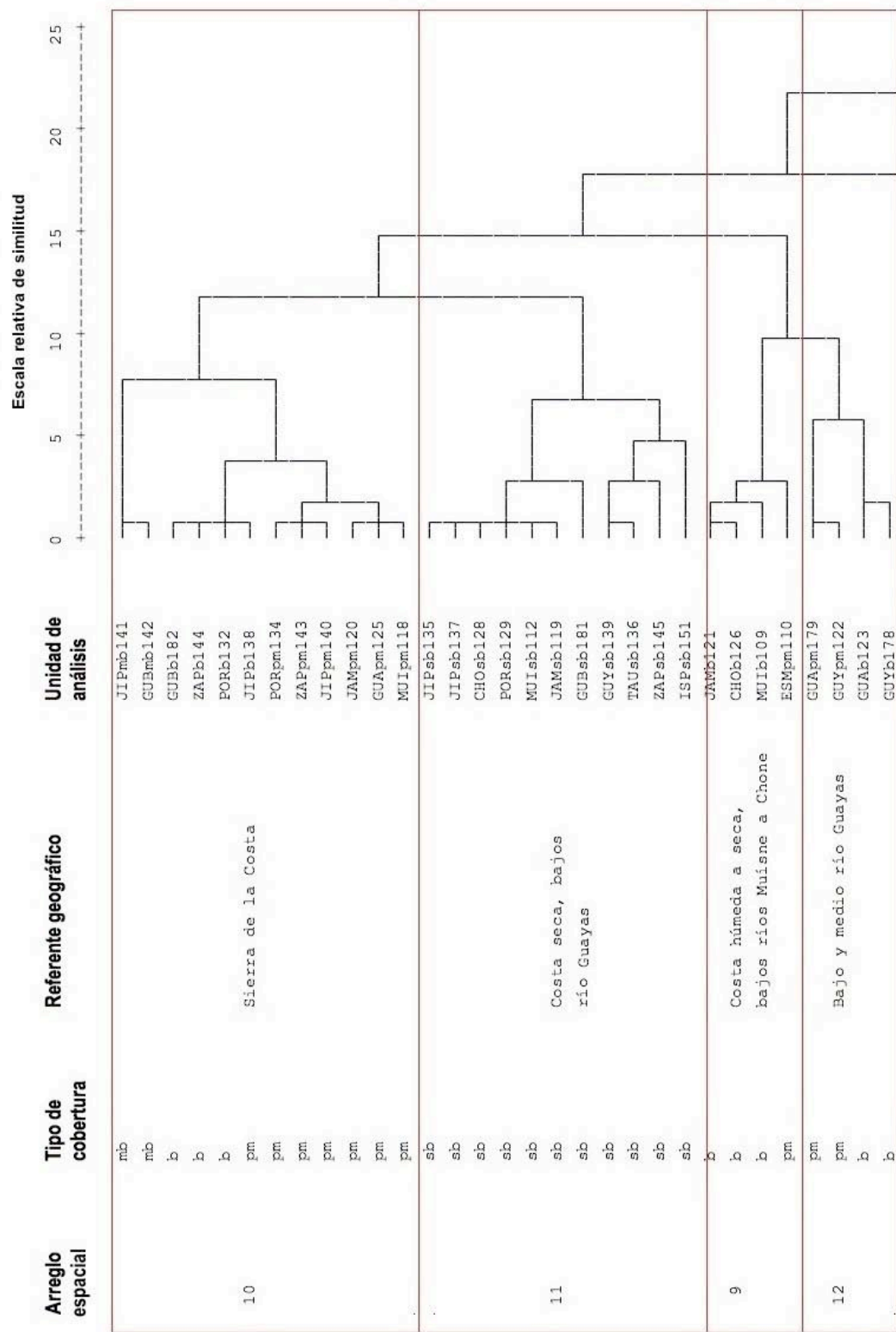


Figura 8. Análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por su composición de especies de mariposas (*Papilionoidea*) y los arreglos espaciales de distribución de especies diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

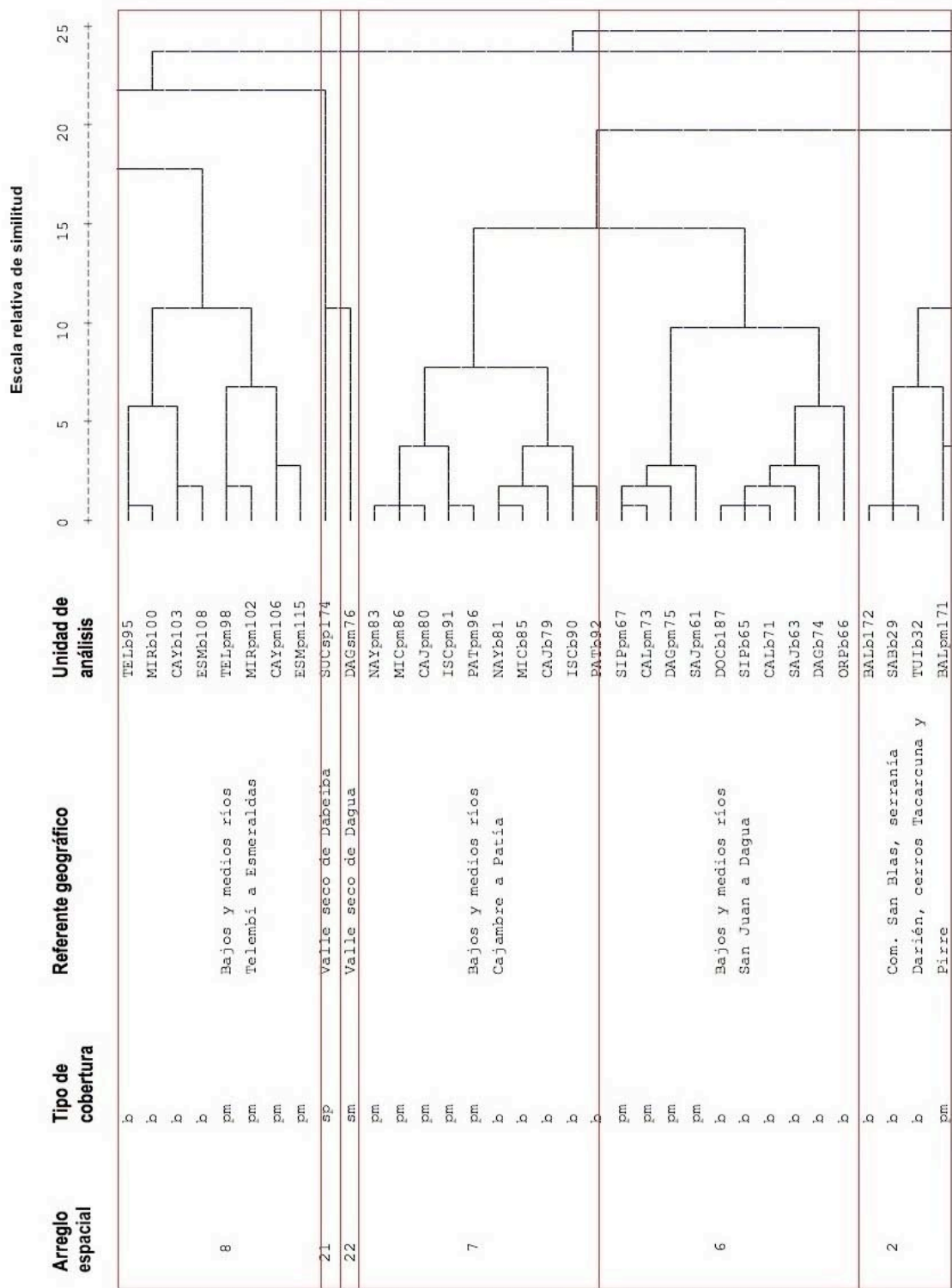


Figura 8. Análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por su composición de especies de mariposas (*Papilionoidea*) y los arreglos espaciales de distribución de especies diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

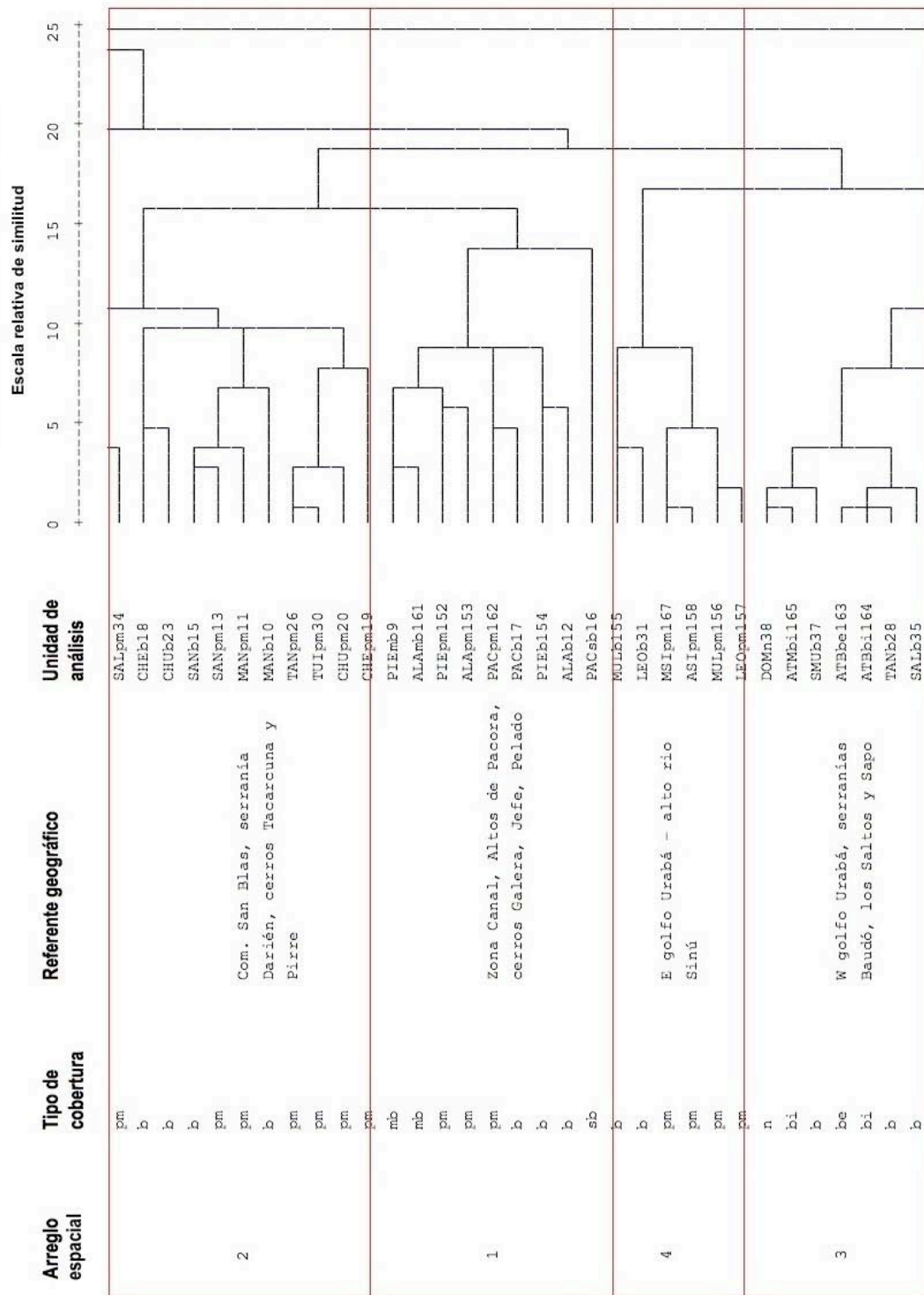


Figura 8. Análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por su composición de especies de mariposas (*Papilionoidea*) y los arreglos espaciales de distribución de especies diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

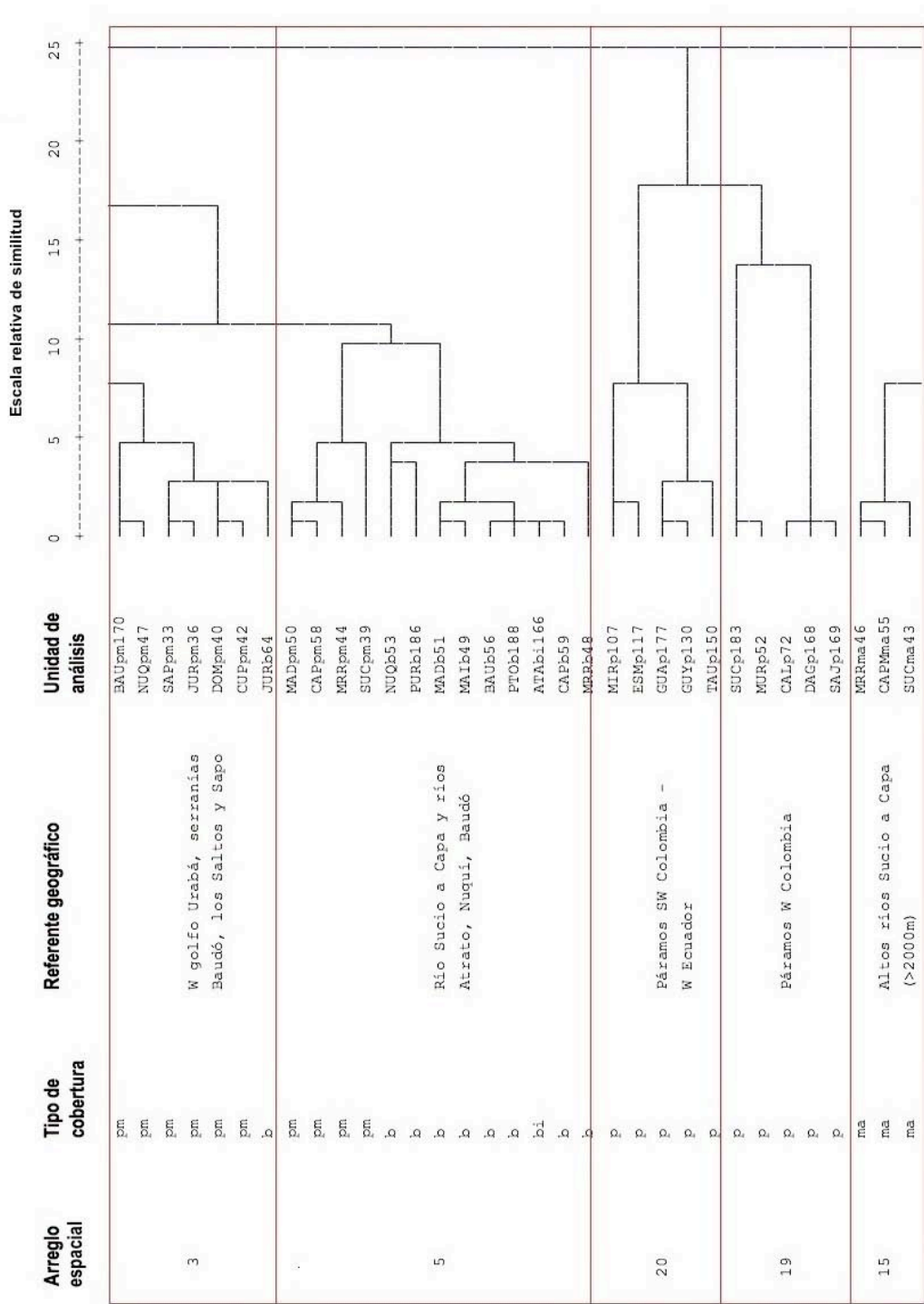


Figura 8. Análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por su composición de especies de mariposas (*Papilionoidea*) y los arreglos espaciales de distribución de especies diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

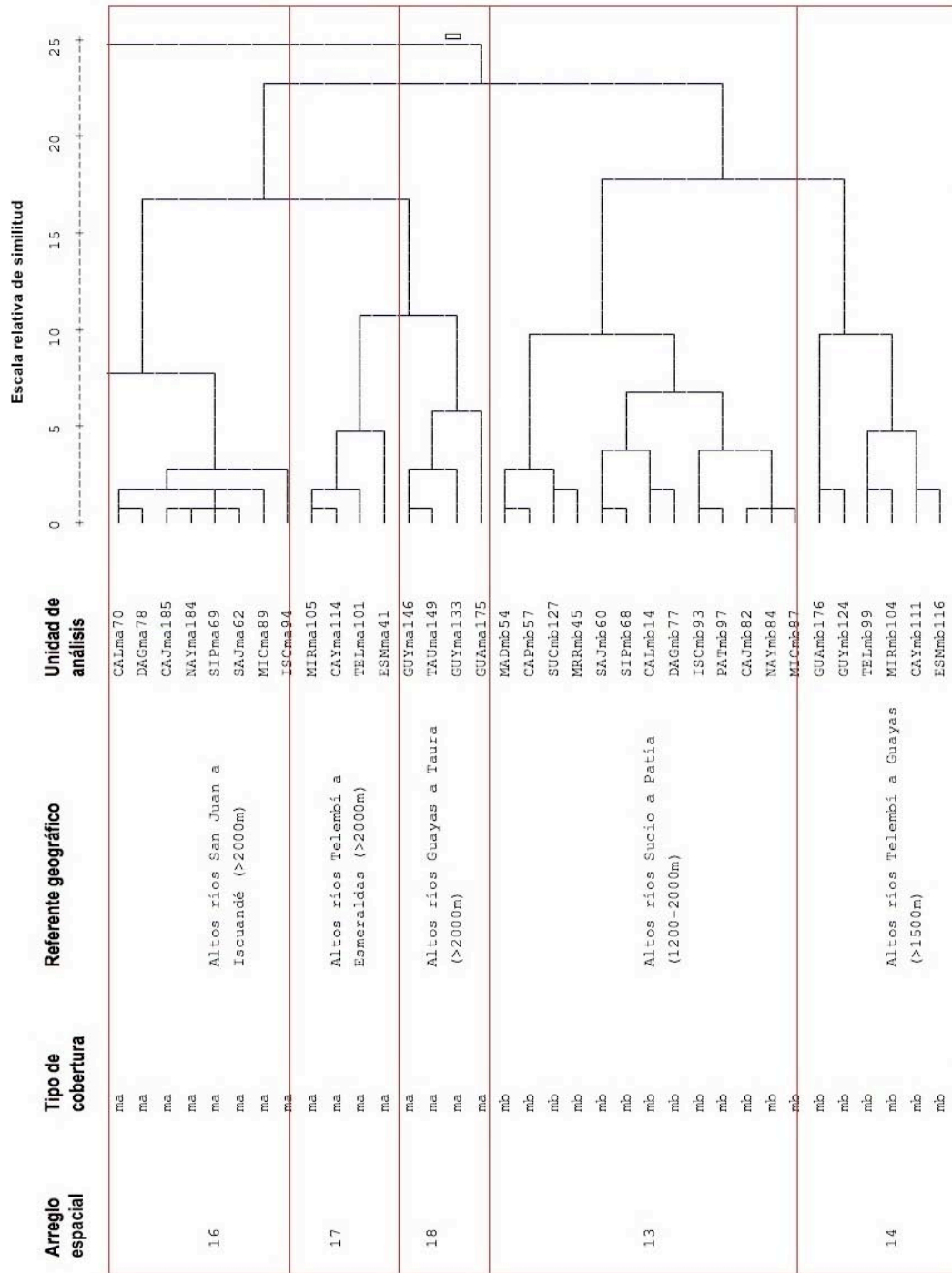
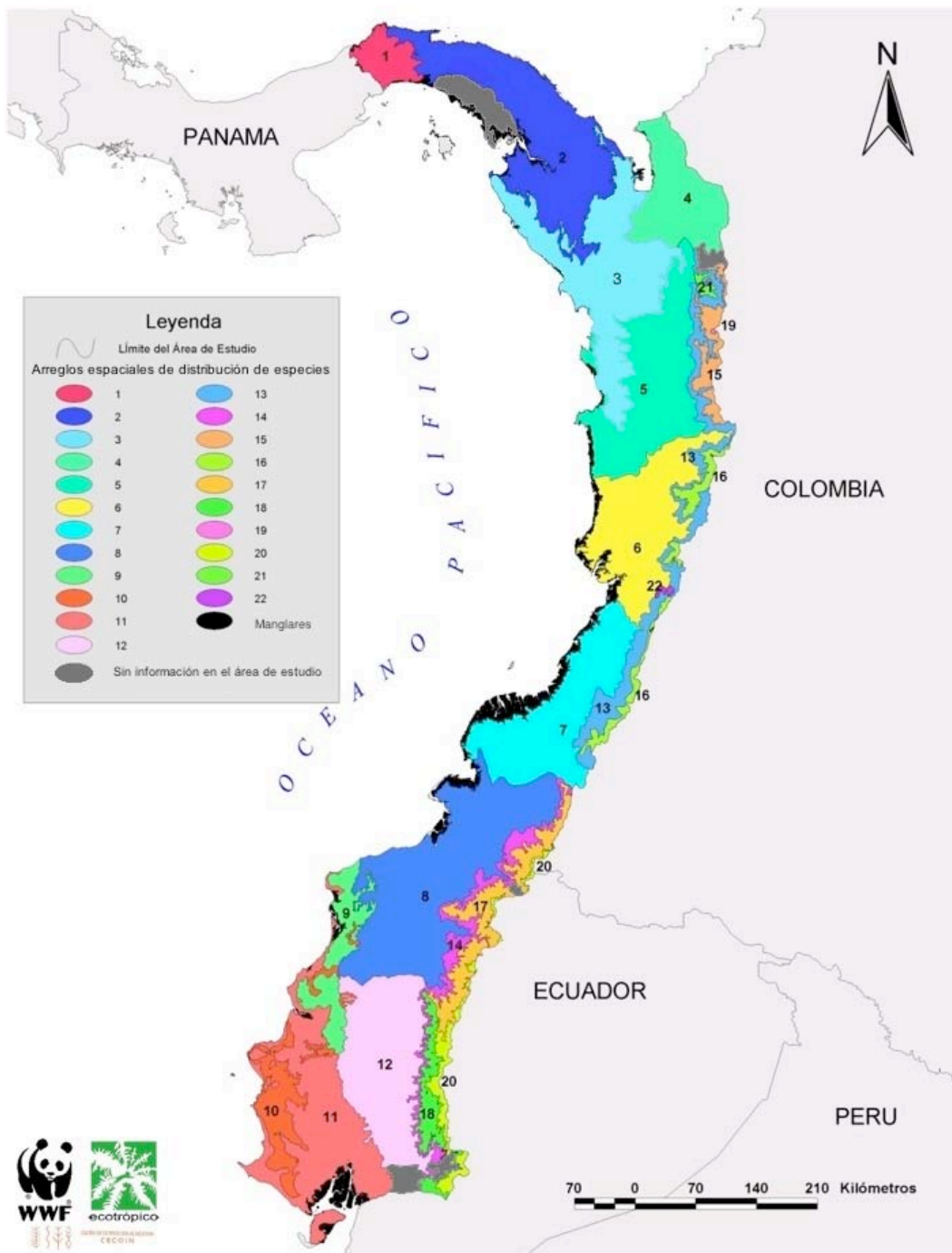


Figura 8. Análisis de agrupamiento de las unidades de análisis por su composición de especies de mariposas (*Papilionoidea*) y los arreglos espaciales de distribución de especies diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.



Mapa 13. Arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

En la extensa franja de bosques de tierras bajas y premontanos (0 a 1,200 msnm), denominada *Andén Pacífico*, donde se encuentran las verdaderas selvas *chocoanas*, se diferencian cuatro arreglos espaciales de distribución de especies que, de norte a sur, se extienden entre las cuencas de los siguientes ríos:

- *Sucio a Capa*, incluyendo los ríos *Atrato*, *Nuquí* y *Baudó* (Colombia) (**arreglo 5**)
- *San Juan a Dagua* (Colombia) (**arreglo 6**)
- *Cajambre a Patía* (Colombia) (**arreglo 7**)
- *Telebí a Esmeraldas* (Colombia y Ecuador) (**arreglo 8**)

En el suroccidente ecuatoriano, la sierra de *La Costa* se separa en dos arreglos espaciales; el **arreglo 9**, ubicado al norte, con especies y subespecies más asociadas a los bosques de transición, de húmedos a secos (cuencas de los ríos *Muisne* a *Chone*) y al sur el **arreglo 10**, donde se desarrollan los bosques secos y la sierra presenta sus mayores elevaciones (cuencas de los ríos *Muisne* a *Zapotal*).

En el extremo sur del área de estudio, la cuenca del río *Guayas* se diferencia en dos arreglos espaciales; en el primero las especies están más relacionadas con la transición de ecosistemas húmedos premontanos y de húmedos de tierras bajas a más secos (**arreglo 12**), y en el segundo están asociadas a los bosques secos de tierras bajas al norte y occidente de *Guayaquil* (**arreglo 11**).

En el nivel de los bosques montanos andinos, a partir de los 2,000 msnm, la separación que se observa obedece estrictamente a especies y subespecies asociadas a los tres rangos altitudinales gruesos que imponen cambios en la cobertura vegetal:

Los bosques montanos bajos (1,200 a 2,000 msnm) se separan en dos arreglos espaciales:

- **arreglo 13** (parte del parque natural *Las Orquídeas*, *Urrao*, *San José del Palmar*, *Farallones de Cali* y *Munchique* en Colombia);

- **arreglo 14** (sur de *Munchique* en el suroccidente de Colombia y *Pichincha*, *Imbabura* y *Guaranda* en el extremo sur de Ecuador).

Los bosques montanos altos (2,000 a 3,500 msnm) se separan en cuatro arreglos espaciales:

- **arreglo 15** (*Uramá*, *Murrí* y *Farallones de Citará*);
- **arreglo 16** (*Tatamá*, *Farallones de Cali* y *Munchique* en Colombia);
- **arreglo 17** (*Mallama* y *Mira* en Colombia y *Carchi*, *Pichincha* e *Imbabura* en Ecuador);
- **arreglo 18** (*Salinas-Chimborazo* en Ecuador).

Los páramos (por encima de los 3,500 msnm) se separan en dos arreglos espaciales:

- **arreglo 19** (*Paramillo* y *Frontino* en Colombia);
- **arreglo 20** (páramos del suroccidente de Colombia y *Chiles-El Ángel* en el noroccidente de Ecuador y páramos de *Cotacachi* en Ecuador).

Los enclaves secos montanos se separan en dos arreglos espaciales:

- **arreglo 21** (valle seco de *Dabeiba* en el noroccidente de Colombia)
- **arreglo 22** (valle seco del río *Dagua* en Colombia)

#### **4.3.2. Relaciones y organización jerárquica de los arreglos espaciales de distribución de especies en distritos y provincias biogeográficas**

Los resultados del análisis de agrupamiento de los arreglos espaciales de distribución de especies permitieron diferenciar relaciones de mayor y menor similitud entre los mismos. En el contexto de un análisis biogeográfico jerárquico, y del nivel más detallado al más general (mayor distancia relativa), estas relaciones se pueden traducir en distritos y provincias (Hernández-Camacho *et al.* 1992, Cabrera & Willink 1973). En consecuencia, los 22 arreglos espaciales se agruparon en 10 distritos biogeográficos (véase Figura 9 y Mapa 14), y estos en tres provincias biogeográficas y dos enclaves ecológicos (véase Figura 9 y Mapa

15). Al igual que los arreglos espaciales, los distritos y las provincias también están sustentadas por patrones (coincidencia total o parcial de áreas de distribución) de especies y subespecies de las diferentes categorías de distribución ya mencionadas en este capítulo (endémicas y con distribución periférica). Aunque los mapas muestran límites geográficos precisos entre los distritos y las provincias, estos deben interpretarse como zonas de transición entre áreas para las cuales se cumple con el suficiente grado de reemplazo de especies.

Vale la pena resaltar la separación de los bosques bajos y premontanos, desde el oriente de Panamá hasta el bajo río *Guayas* en Ecuador, en cuatro distritos biogeográficos:

- *Oriente Panamá - Darién* (Colombia y Panamá).
- *Chocó norte*: occidente del golfo de *Urabá* y las serranías del *Baudó*, *Los Saltos* y *Sapo* y tierras bajas aledañas.
- *Chocó central*: *San Juan a Patía* (Colombia)
- *Chocó sur*: *Telembí* (Colombia) y sector *Mira* (frontera entre Colombia y Ecuador) hasta *Guayas* en Ecuador.

En la vertiente andina occidental todos los bosques montanos bajos conforman un distrito independiente a lo largo de la cordillera, de norte a sur, y los montanos altos se separan en dos distritos: *Norandino norte* y *Norandino sur*; este último refleja la transición hacia bosques altoandinos más secos.

Los páramos de Colombia y los del sur en Ecuador conforman un solo distrito que, al igual que los bosques montanos secos de Colombia (*Dabeiba* y *Dagua*), se separan de todo el resto en un nivel muy detallado de la escala, lo que se atribuye a su condición de enclave ecológico.

En el nivel de provincias biogeográficas, la *Norandina* se separa claramente, a partir de los 1,200 msnm, de la de tierras bajas y premontanos del *Chocó – Darién*. Sin embargo, a partir del sector *Telembí-Mira* (en el suroccidente de Colombia y frontera entre Colombia y Ecuador) las tierras bajas y los premontanos se diferencian de los del norte, sugiriendo un área más extensa de

transición de los de bosques húmedos del *Chocó* a los bosques secos de *Tumbes*, razón por la cual se denominó *Chocó sur* – transición a *Tumbes*.

En la Tabla 12, donde se presentan los índices de similitud entre los arreglos espaciales, se puede apreciar que hay una marcada diferenciación de especies entre las provincias *Chocó - Darién y Norandina* y, aunque en menor grado, también se aprecia una clara diferenciación al interior de estas provincias. Por ejemplo, los arreglos espaciales 1 y 2, que conforman el distrito *Oriente Panamá-Darién*, comparten aproximadamente un 60% de sus especies con los arreglos contiguos que conforman el distrito *Chocó norte*, y menos del 40% con el arreglo 7, en el extremo sur de la provincia. Incluso es importante observar que los arreglos espaciales 1 y 2 comparten menos del 35% con el arreglo 8 en el noroccidente de Ecuador, y menos del 20% con el arreglo 12, que constituye el extremo sur de las tierras bajas en el área de estudio (provincia de transición). Esto sugiere un reemplazo gradual de especies en sentido norte-sur y, posiblemente, indica, que hubo factores de orden histórico que modelaron la distribución espacial de la biodiversidad de mariposas, particularmente a nivel de subespecies.

Al interior de la provincia *Norandina*, más que una diferenciación en sentido norte-sur, lo que se aprecia es una separación en sentido altitudinal. Es decir, los arreglos espaciales 15 y 16 del distrito *Norandino norte* comparten más del 50% de las especies con el arreglo contiguo dentro de la franja de los bosques montanos altos (arreglo 17) y más del 35% con el arreglo 18, que constituye el extremo sur de esta franja altitudinal. Por el contrario, comparten menos del 34% con el arreglo 13, que conforma la franja contigua de bosques montanos bajos.

También es interesante resaltar que entre las provincias *Chocó - Darién y Norandina*, solo es significativa la similitud que se presenta entre el distrito *Chocó central* y la franja altitudinal siguiente de bosques montanos bajos (arreglo 13); así como entre el distrito *Chocó sur* y sus bosques montanos colindantes (arreglo 14). Esta similitud es de más del 40% en ambos casos, como resultado de aquellas especies y subespecies que, siendo principalmente de tierras bajas, alcanzan a penetrar la parte inicial del rango altitudinal de los bosques montanos bajos o, al contrario, especies y subespecies altoandinas que alcanzan a descender a la parte superior del rango altitudinal de los bosques premontanos.

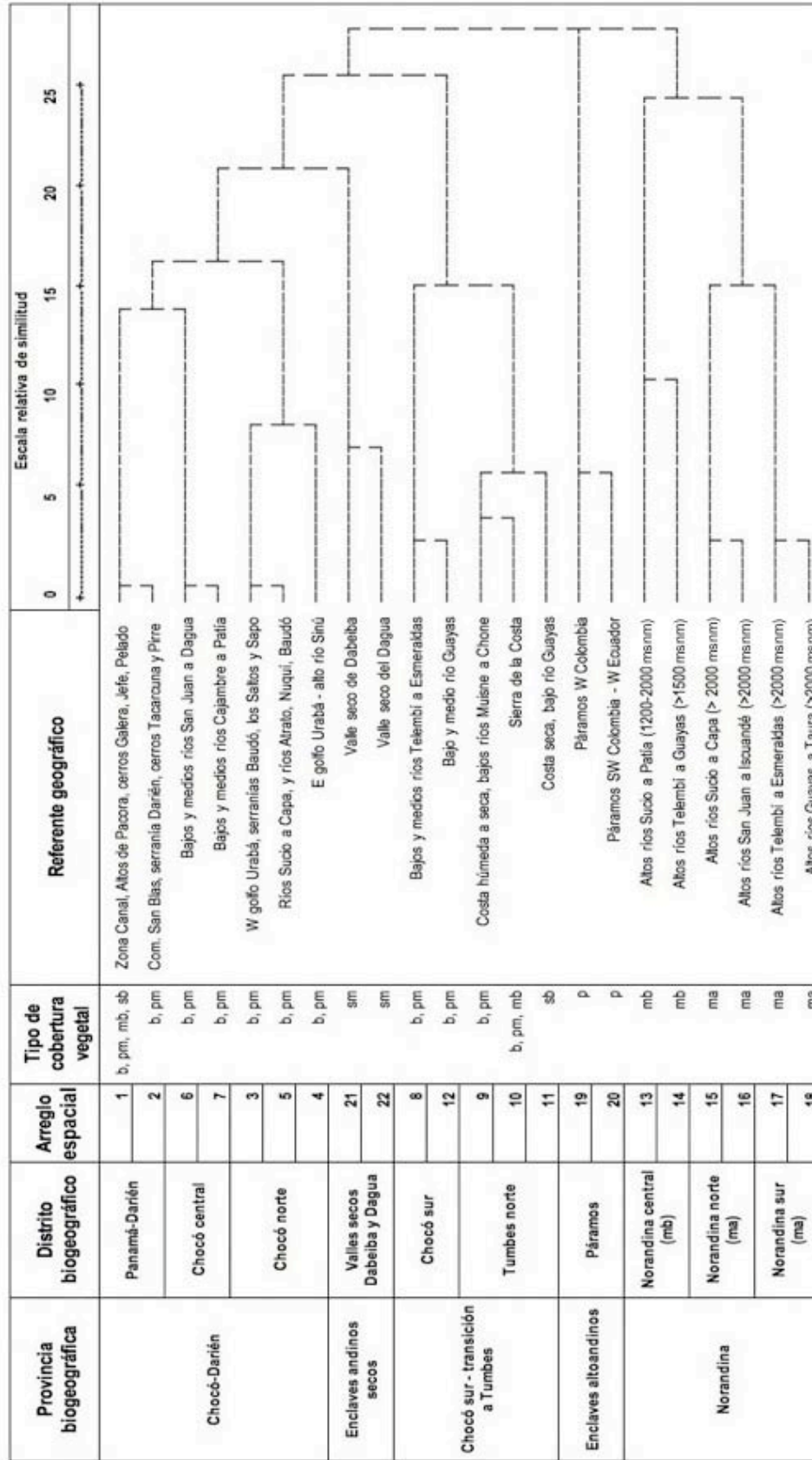
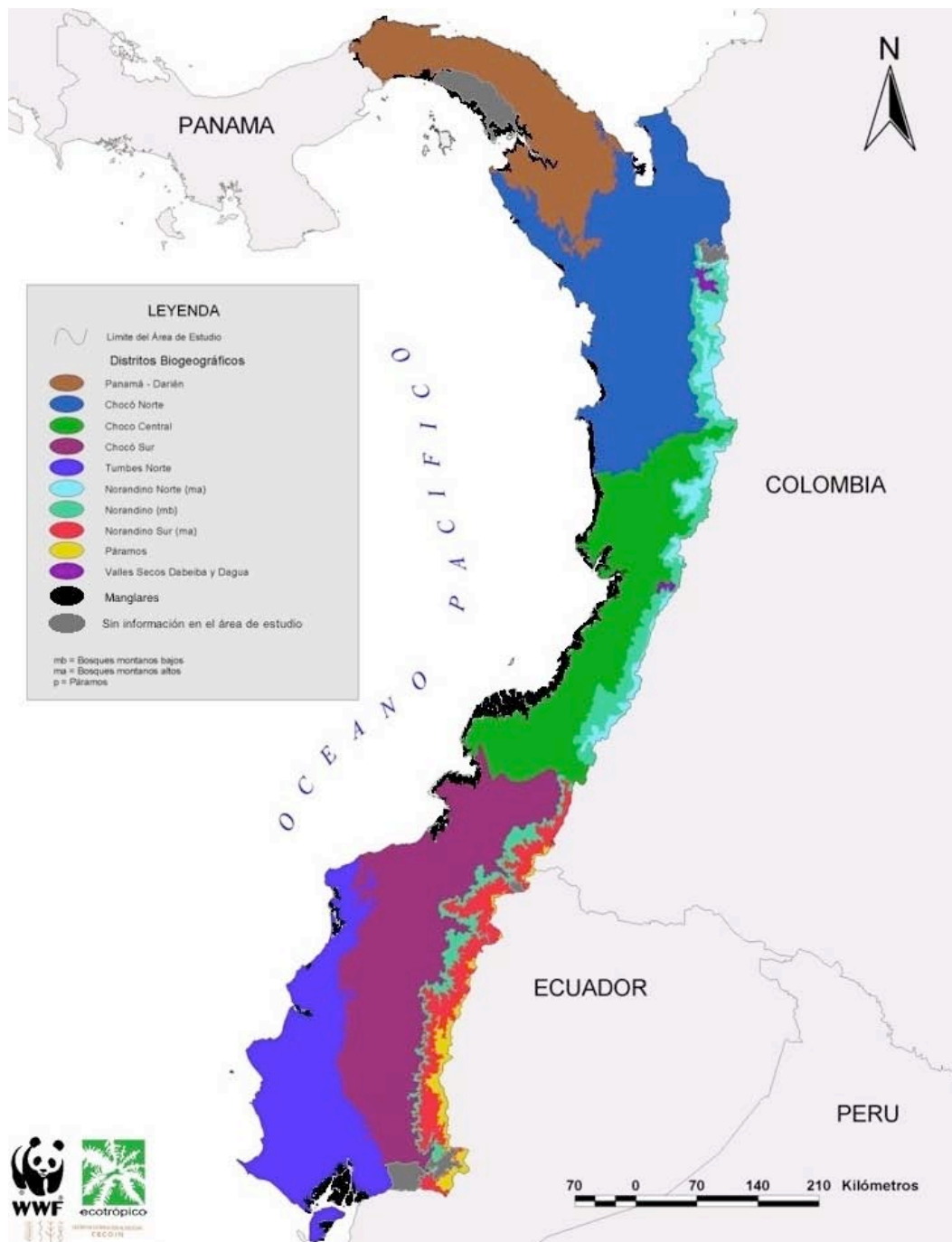


Figura 9 . Análisis de agrupamiento de los arreglos espaciales de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) y su diferenciación jerárquica en distritos y provincias biogeográficas en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.



Mapa 14. Districtos biogeográficos definidos de acuerdo a los patrones de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.



Mapa 15. Provincias biogeográficas definidas de acuerdo a los patrones de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.



### 4.3.3. Representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies

#### Riqueza de especies de los arreglos espaciales

Entre los arreglos espaciales de tierras bajas y premontanos sobresale el **arreglo 6**, que corresponde al sector de los ríos *San Juan a Dagua* con 561 especies y subespecies (véase Figura 10 y Tabla13). Le siguen los **arreglo 2**, que abarca el oriente de Panamá y la serranía del *Darién*, incluyendo los cerros *Tacarcuna* y *Pirre* (344 especies y subespecies), y el **arreglo 8** que engloba las cuencas de los ríos *Telembí* y *Esmeraldas* (340 especies y subespecies).

Entre los bosques andinos se destaca el **arreglo 13**, que comprende toda la franja de los montanos bajos entre los ríos *Sucio* y *Patía* en Colombia (con 403 especies y subespecies). Le sigue en riqueza el **arreglo 14**, con 220 especies y subespecies, el cual se extiende desde el río *Telembí* en el suroccidente de Colombia, hasta el río *Guayas*. En los bosques montanos altos (> 3,000 msnm) de todo este sector en Colombia y Ecuador la riqueza disminuye considerablemente de 153 a 43 especies y subespecies (arreglos 15, 16, 17 y 18).

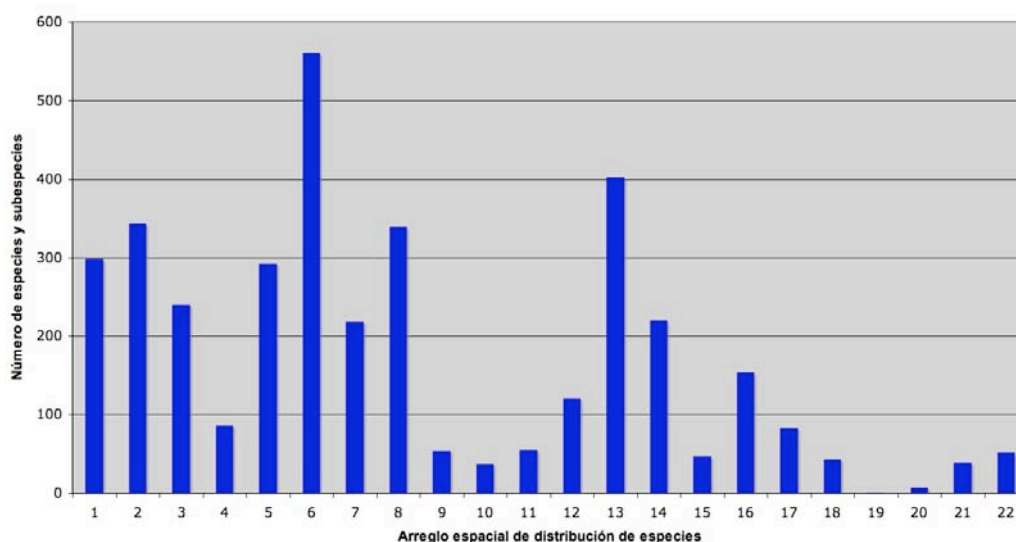


Figura 10. Riqueza de especies y subespecies en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

## Riqueza de especies endémicas de los arreglos espaciales

En la Figura 11 y Tabla 13 se observa que las variaciones entre la frecuencia de especies y subespecies endémicas entre los diferentes arreglos espaciales son altas. Prácticamente en todos sobresale la riqueza de endemismos no exclusivos del arreglo espacial, sino de distribución más amplia en el área de estudio (que se comparten entre dos o más arreglos).

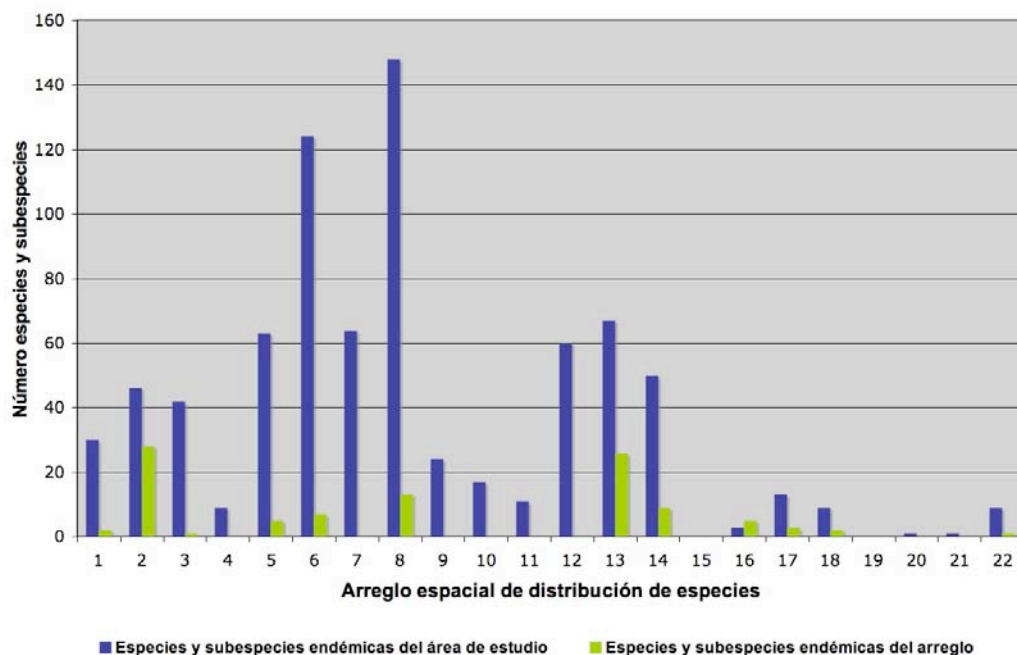


Figura 11. Riqueza de especies y subespecies endémicas en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

Esta riqueza de endemismos es particularmente alta en los arreglos espaciales que engloban toda la extensión de bosques bajos y premontanos húmedos y la franja de bosques montanos bajos andinos (excluyendo el arreglo 10, que corresponde a la cordillera de *La Costa* en Ecuador, de influencia más seca). Por el contrario, las frecuencias de endemismos geográficamente más localizados, restringidos a un arreglo espacial, son significativamente menores. Sin embargo, hay que destacar los arreglos 2 y 8, el primero correspondiente a las tierras bajas del oriente de Panamá, serranía del *Darién* y cerros *Tacarcuna* y *Pirre*, en la frontera colombo-panameña, y el segundo a las cuencas bajas y

medias de los ríos *Telembí* a *Esmeraldas*, porque presentan el mayor número de especies y subespecies endémicas de los mismos.

### **Riqueza de especies con distribución periférica en los arreglos espaciales de distribución de especies**

Como ya se describió en la metodología de este capítulo, las especies y subespecies con distribución periférica son aquellas que penetran solo en ciertos sectores del área de estudio, pero que tienen su centro de distribución por fuera de la misma. En consecuencia, son especies y subespecies que forman parte de un conjunto de arreglos, o que pueden ser exclusivas de un solo arreglo espacial, y tienden a ser más frecuentes en zonas de transición hacia otras ecorregiones. Este es el caso de los arreglos 1 (*Zona del Canal* en Panamá) y 2 (tierras bajas del oriente de Panamá, serranía del *Darién* y cerros *Tacarcuna* y *Pirre*), donde penetran numerosos elementos de distribución centroamericana (véase Figura 12 y Tabla 13). La situación es similar en los arreglos 3 y 4, donde penetran elementos de la vertiente oriental de la cordillera (valle del *Magdalena*), y además ocurren elementos que se distribuyen desde Centroamérica, a través de Panamá y noroccidente de Colombia hacia Venezuela o hacia las vertientes andinas orientales en Colombia.

Sobre las especies y subespecies restringidas que ocurren en los arreglos 5, 6, 7 y 8 vale la pena mencionar, de manera muy general, que algunas de éstas son características de la vertiente oriental de la cordillera *Occidental*, particularmente del *Valle del Cauca*.

Entre los arreglos espaciales altoandinos (montanos bajos y altos), sobresale el arreglo 13 por su riqueza de especies y subespecies restringidas. Se trata de toda la franja de bosques montanos bajos de la vertiente Pacífica en Colombia, donde ocurre un número importante de elementos de las vertientes orientales de la cordillera que, probablemente, penetraron a través del sector de *San Antonio del Chamí*, el valle seco del río *Dagua* y el valle del *Patía*.

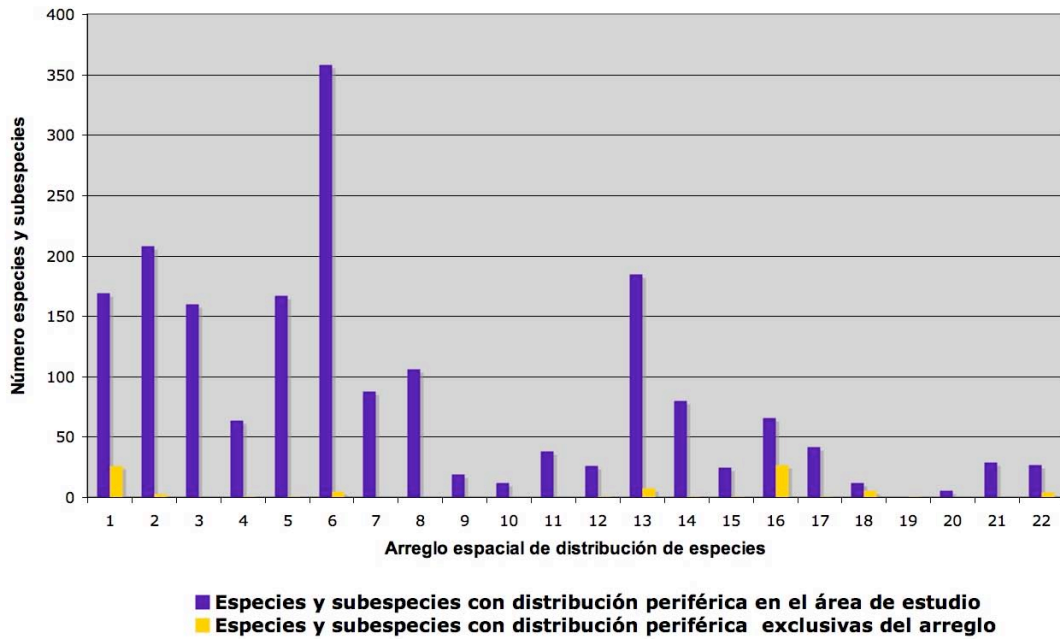


Figura 12. Riqueza de especies y subespecies con distribución periférica en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

### Patrones de distribución que se solapan en los arreglos espaciales de distribución de especies

De acuerdo con el dendrograma obtenido en el análisis de agrupamiento de todas las especies y subespecies (1,236) según su presencia o ausencia en los diferentes arreglos espaciales, se determinaron 89 patrones de distribución, los cuales pueden presentar variaciones en su configuración espacial y coincidir en uno o más arreglos. Este dendrograma no se presenta, debido a su extensión.

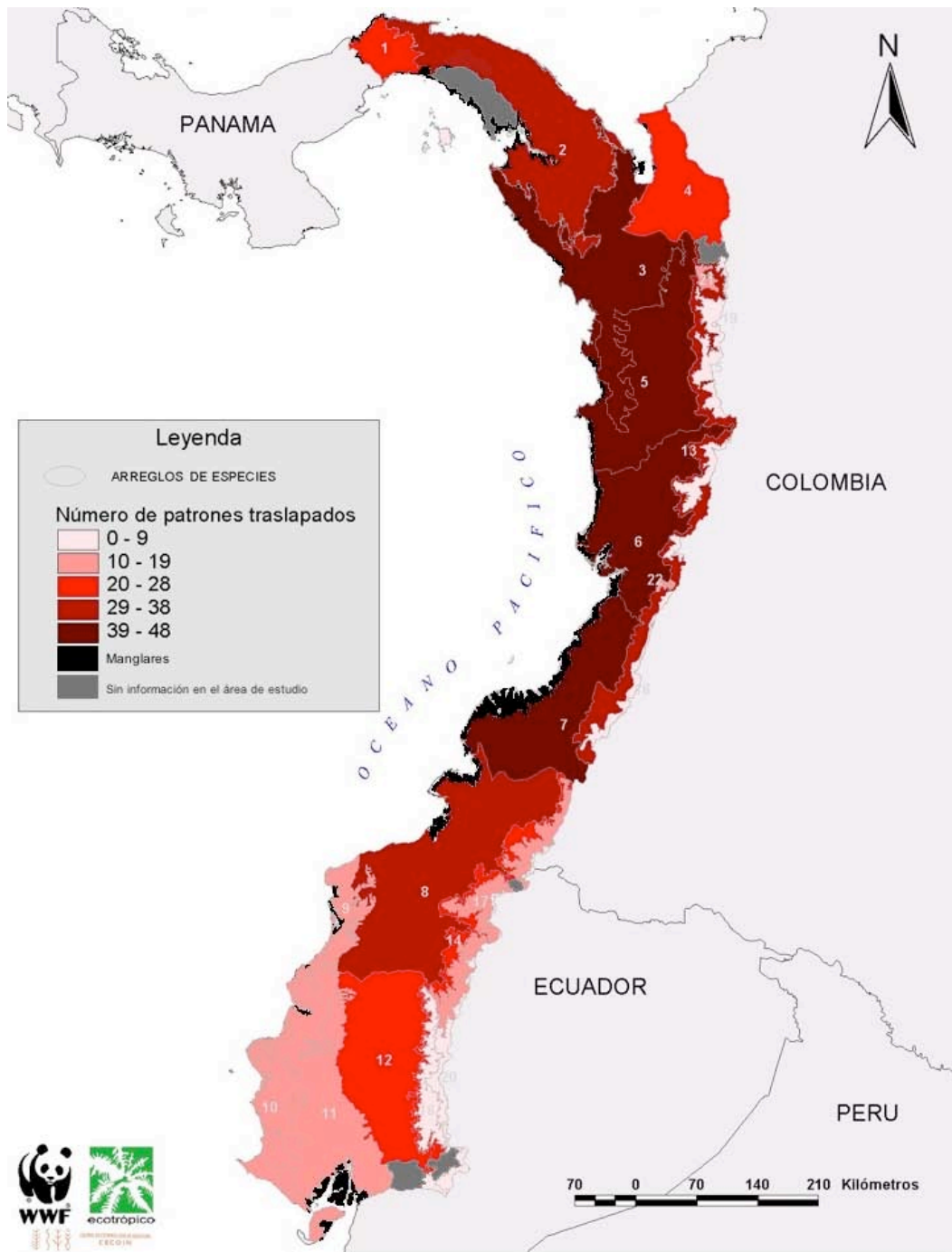
Se asume que los arreglos espaciales donde se solapan o coinciden muchos patrones de distribución son biogeográficamente más complejos y, por lo tanto, más importantes para la conservación. En este contexto, se destacan los arreglos 3, 5, 6 y 7 (véase Mapa 16 y Tabla 13). Estos arreglos corresponden a la zona de mayor pluviosidad, donde confluyen especies y subespecies endémicas de tierras bajas y premontanos del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* (o especies típicamente *chocoanas*, que son el número más significativo dentro del estudio), las altoandinas que penetran hasta cotas dentro del rango altitudinal de

los premontanos, y que pueden ser exclusivas de la vertiente Pacífica o típicas de la vertiente oriental de la cordillera *Occidental*. A todo este conjunto se suman también las especies que son típicas del suroccidente de Colombia y noroccidente de Ecuador, otras de distribución amplia en centroamérica y norte de Suramérica, y que están presentes en la mayor parte del área de estudio, los elementos centroamericanos que tienen el noroccidente de Colombia como límite austral en su distribución y, por último, unas cuantas especies con distribución amazónica-centroamericana, cuya ruta geográfica de dispersión desde las vertientes orientales se ha establecido a través del valle del *Magdalena* y el noroccidente de Colombia hacia Panamá.

Le siguen en orden de complejidad biogeográfica las tierras bajas y bosques premontanos del noroccidente de Ecuador (arreglo 8), los bosques del oriente de Panamá y serranía del *Darién* con los cerros Tacarcuna y *Pirre* (arreglo 2), y toda la franja de bosques montanos bajos del occidente de Colombia (arreglo 13).

### **Índice de representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies**

El índice de representatividad biológica relativa de los arreglos de distribución de especies se calculó, de manera independiente, para cada provincia biogeográfica y sus resultados fueron ajustados en una escala de 1 a 10 (véase Tabla 13 y Mapa 17). En la provincia *Chocó - Darién* los valores más altos de representatividad se concentran en la *Zona del Canal*, y sus cerros *Altos de Pacora, Galera, Jefe y Pelado* (arreglo 1), luego en el bajo y medio río *San Juan a Dagua* (arreglo 6) y, por último, las tierras bajas del oriente de Panamá, y serranía del *Darién* con los cerros *Tacarcuna* y *Pirre* (arreglo 2). En la provincia *Chocó sur - transición a Tumbes* la representatividad biológica de los bajos y medios ríos

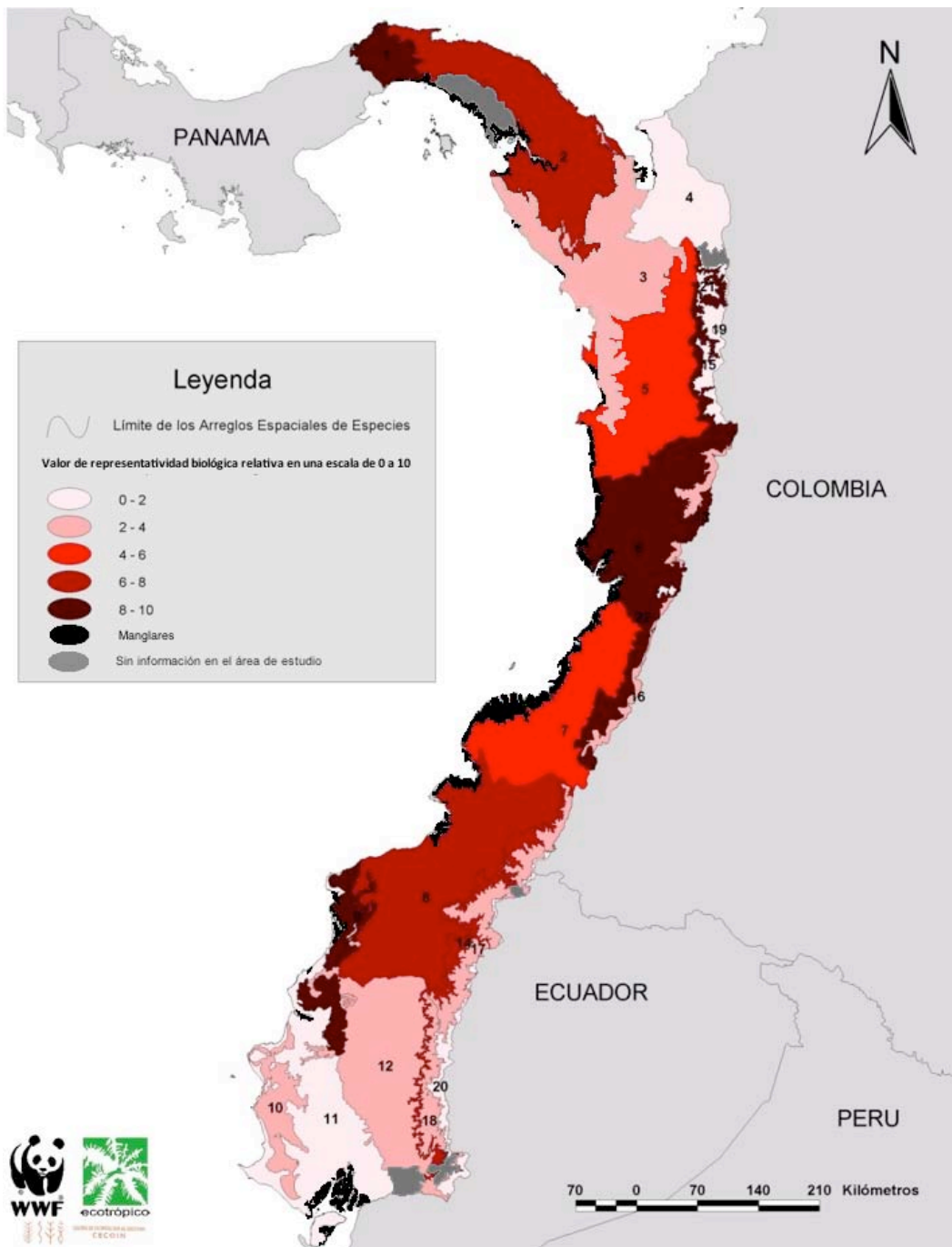


Mapa 16. Número de patrones de distribución que se solapan en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

Tabla 13. Riqueza de especies, número de patrones que se solapan e índice de representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó-Darién*

PROVINCIA	Provincia Chocó-Darién						Enclaves andinos secos			Chocó sur – transición a Tumbes						Norandina						Enclaves altoandinos		
	Panamá-Darién		Chocó norte				Chocó central		Valles secos Dabeiba y Dagua			Chocó sur			Tumbes norte			Norandino norte (ma)		Norandino (mb)		Norandino sur (ma)		Páramos
DISTRITO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
ARREGLO ESPACIAL																								
TIPO DE COBERTURA VEGETAL	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm	b, pm			
spp y ssp de distribución amplia	71	59	37	12	56	67	66	73	34	11	8	6	21	53	80	24	14	0	0	0				
spp y ssp con distribución periférica	169	208	160	64	167	358	88	106	27	19	12	38	68	185	80	42	14	0	6	6				
spp y ssp con distribución periférica exclusivas del arreglo	26	3	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	11	1	4	1				
spp y ssp endémicas del área de estudio	30	46	42	9	65	124	64	150	60	24	17	11	3	74	53	13	10	0	1	1				
spp y ssp endémicas del arreglo	2	28	1	0	2	7	0	11	0	0	0	0	5	16	6	3	1	0	0	0				
No. total de especies	298	344	240	86	292	561	218	340	121	54	37	55	403	220	83	43	1	7	7	7				
No. patrones de distribución solapados	25	35	40	25	46	48	43	37	25	19	13	11	9	30	23	12	8	1	2	2				
Índice de representatividad biológica relativa	10	7,8	4,3	1,4	6,3	9,9	6	7,8	3,3	10	3,3	0	3,3	10	7,6	3,7	3,2	0	0,6	0,6				

b= bosque húmedo de tierras bajas, pm= bosque húmedo premontano, sb = bosque seco de tierras bajas, sm= bosque seco montano, end= endémicas, ma= bosque húmedo montano alto, p= páramos, spp=especies, ssp=subespecies



Mapa 17. Representatividad biológica relativa de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

*Telembí a Esmeraldas* (arreglo 8) es significativamente alta. Al interior de la provincia *Norandina* los valores más altos de representatividad son los de toda la franja de los bosques montanos bajos, principalmente el sector colombiano (ríos *Sucio a Patía*, arreglo 13).

#### 4.4. Discusión y conclusiones

En la clasificación biogeográfica de *América Latina* y el *Caribe*, elaborada por Morrone (2002), y la de Colombia por Hernández-Camacho *et al.* (1992), se establecen diversas provincias biogeográficas. Las dos están dirigidas a identificar áreas representativas de la biodiversidad, con base en criterios abióticos y bióticos. Para una escala geográfica continental, Morrone (2002) propone 29 provincias biogeográficas para la región *Neotropical*, dentro de las cuales plantea la provincia del *Chocó* para toda la costa pacífica del norte de Ecuador, Colombia y Panamá. En una escala nacional o de país, Hernández-Camacho *et al.* (1992) separan la vertiente pacífica colombiana en dos provincias: *Chocó - Magdalena* (desde el nivel del mar hasta los 1,000 msnm, incluyendo parte del valle del *Magdalena* al norte) y *Norandina*. Esta última abarca, además, las tres cordilleras de *Los Andes* en Colombia. El presente estudio plantea dos provincias similares, *Chocó - Darién* y *Norandina*, con base en los patrones de distribución de mariposas (*Papilionidae*, *Pieridae*, *Riodinidae* y *Nymphalidae*), y con los límites de la segunda provincia circunscritos estrictamente a la vertiente occidental de la cordillera *Occidental*. Otras coincidencias interesantes, solo con relación al sector colombiano, son las siguientes: la provincia *Chocó - Darién* propuesta por este estudio coincide con la región biogeográfica *Chocó - costa Pacífica Colombiana* propuesta por Callaghan (1985) con base en el análisis de distribución geográfica de *Riodinidae*, y la provincia *Norandina* coincide con la subregión faunística *Vertiente Pacífica* definida por Kattan *et al.* (2004) con base en los patrones espaciales de diversificación en *Los Andes* colombianos de mariposas y otros cuatro grupos taxonómicos.

Dentro del enfoque ecorregional utilizado en el presente estudio, los límites de una ecorregión no son ni fijos ni marcados, sino que abarcan un área en donde

los procesos ecológicos y evolutivos interactúan con más fuerza (Dinerstein *et al.* 1995, Olson *et al.* 2000, 2002). Los resultados muestran una buena correspondencia entre las tres ecorregiones principales involucradas en este estudio (*Chocó – Darién*, *Noroccidente Ecuatoriano* y *Andes Noroccidentales*) y las dos provincias biogeográficas establecidas; así como de las ecorregiones de transición incluidas, con algunos de los arreglos de especies. El arreglo 1 confirma la transición hacia la ecorregion *Bosque húmedo Istmo – Atlántico*; el arreglo 4 confirma la transición hacia la ecorregion *Bosque Húmedo Magdalena-Urabá* y los arreglos 10 y 11 la transición hacia la ecorregion *Bosques secos de Guayaquil (Tumbes)*. Esta última se mantiene bajo una combinación de provincia y zona de transición en el nivel superior o general de las relaciones jerárquicas identificadas en este estudio.

Los páramos del occidente de Ecuador y Colombia se separan de la provincia *Norandina* desde el nivel más detallado en la escala relativa de similitud del análisis, hasta la más general (arreglos 19 y 20). Indudablemente, esto puede obedecer a la escasa información disponible, ampliamente descrita en la introducción del capítulo 3, la cual no permite sustentar su esperada singularidad biótica. Sin embargo, es importante mencionar que la poca información corresponde a unas cuantas especies altoandinas, principalmente con distribución periférica y presentes también en la vertiente oriental de la cordillera *Occidental* en Colombia y de *Los Andes* en Ecuador. Su condición de enclaves ecológicos, que cubren un área (superficie) muy reducida dentro del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, los convierte desde un principio en prioridad de conservación, y por esta razón se mantienen en el análisis.

Retomando las relaciones jerárquicas del análisis, la gran división del *Complejo Ecorregional del Chocó – Darién* en dos provincias obedece, en primera instancia, a factores de orden ecológico, principalmente de tipo climático, siendo la cota de los 1,200 msnm el límite entre estos dos grandes patrones de distribución geográfica. Por debajo de los 1,200 msnm la temperatura media anual de la región varía entre 22° y 26° C, y su precipitación media anual alcanza los 5,000 mm, con núcleos de precipitación mayor hacia el norte y menor hacia el sur.

Por encima de los 1,200 msnm la temperatura media anual y los valores de precipitación descienden, imponiendo otros requerimientos ambientales a las poblaciones, lo que también ayuda a explicar la separación de la provincia *Norandina* en una franja de bosques montanos bajos y otra de bosques montanos altos. Los primeros, presentan un rango de temperatura media anual de 18-22° C y los segundos de 14-18° C; la precipitación desciende a lo largo de este gradiente altitudinal hasta los 3,000 mm en los bosques montanos altos del occidente de Colombia y hasta los 1,000 mm en los bosques montanos altos del occidente de Ecuador. La diversidad de mariposas de montaña responde a diferentes gradientes altitudinales, presentándose principalmente un reemplazo de subespecies *Pronophilina (Satyrini)* a lo largo de los mismos, el cual ha sido bien documentado por Adams (1986) mediante modelos de especiación parapátrica, y recientemente por Pycrz *et al.* (2009).

Los distritos biogeográficos y los arreglos diferenciados en sentido norte a sur, (latitudinal) al interior de la provincia *Chocó - Darién*, y a lo largo de su extensa planicie de tierras húmedas bajas y premontanos (0 a 1,200 msnm), relativamente homogénea, permiten considerar la incidencia de factores de orden histórico, además de ecológicos, en la distribución de su fauna de mariposas. Biogeográficamente, estos arreglos y distritos son los más complejos, porque además de los endemismos chocoanos y del *Darién*, allí coinciden múltiples patrones geográficos. Por ejemplo, la presencia significativa de especies con distribución periférica en los arreglos 5 y 6 obedece a que hay elementos de la fauna del occidente de Panamá y centroamericanos que penetran hasta estas tierras bajas del *Chocó - Darién* colombiano, así como elementos típicos de los bosques montanos bajos de la vertiente occidental de la cordillera que descienden a sus bosques premontanos. Adicionalmente, allí ocurren especies con distribución periférica de las vertientes orientales de la cordillera *Occidental*. Kattan *et al.* (2004) agrupan la vertiente pacífica baja (200-1,000 msnm) con la vertiente oriental de la cordillera *Occidental*, considerando que comparten muchas de sus especies del piedemonte. Con relación a este enriquecimiento de la vertiente pacífica andina con elementos de los valles interandinos, Brown y Benson (1975) han demostrado que en algunos sectores la cordillera *Occidental*

no constituye una barrera eficaz, debido a que elementos chocoanos entran en contacto con elementos de los valles andinos centrales, e incluso se hibridan. Esto ocurre particularmente en la zona de *San Antonio del Chamí* y los cañones de los ríos *Garrapatas*, *Calima* y *Dagua*, donde las montañas presentan alturas máximas entre los 800 y 1,500 msnm, permitiendo que elementos del centro de endemismo *Cauca* (*sensu* Brown) penetren a la vertiente occidental de la cordillera.

En particular, en el nivel de los distritos biogeográficos, es interesante destacar las coincidencias con tres de los centros de endemismo propuestos por Brown (1977a,1977b,1982) y Tyler *et al.* (1994), de acuerdo con la distribución de *Ithomiini* (neotropical), *Heliconiini* (principalmente neotropical) y la subfamilia *Papilioninae* (mayoritariamente tropical). El distrito *Oriente Panamá-Darién* coincide claramente con el centro de endemismo *Darién*. Sin embargo, estos autores proponen toda la costa y planicie pacífica colombiana, incluyendo el norte de Ecuador, como centro de endemismo *Chocó*, que este estudio divide en los distritos *Chocó norte* y *Chocó central*, pero con el río *Patía* (al suroccidente de Colombia) como límite sur. El centro de endemismo *Nechí* tiene una correspondencia clara con el arreglo 4. Esto significa que en mariposas las áreas bajas transandinas al oriente del golfo de *Urabá* efectivamente presentan un conjunto importante de especies con distribución periférica de los valles interandinos, pero que en el nivel superior de los distritos la determina más su composición chocoana, quedando incorporada en el distrito *Chocó norte*. Por último, el distrito *Chocó sur* se corresponde con el centro de endemismo *Chimborazo*, que abarca toda la costa y planicie pacífica ecuatoriana, pero incluyendo el sector del río *Mira*, en el extremo sur de Colombia y norte de Ecuador. Es en este contexto donde los resultados obtenidos plantean un aspecto de gran importancia biogeográfica, y es que el límite austral de ese conjunto importante de endemismos chocoanos es el río *Patía*. Al sur de este río, el reemplazo de especies sugiere más una zona de transición donde confluyen, de manera significativa, tanto elementos chocoanos endémicos del sector húmedo del occidente de Ecuador, como aquellos asociados a los bosques más secos y secos del occidente de *Guayaquil*.

De norte a sur, la diferenciación al interior de la provincia *Norandina* también permite suponer la incidencia de factores o eventos históricos en la configuración de la biota. Aunque para la cordillera *Occidental* no se tienen datos, los trabajos palinológicos de van der Hammen *et al.* (1973), de la cordillera *Oriental* en Colombia, han establecido que durante las glaciaciones (Cuaternario) el límite del bosque montano alto descendió hasta los 2,000 msnm, en comparación con los 3,600 msnm actuales, y la temperatura bajó unos 6-7° C, sugiriendo el aislamiento temporal de sus poblaciones durante épocas de variaciones climáticas.

Entre los bosques altoandinos, la franja de los bosques montanos bajos de Colombia (arreglo 13) se destaca por su complejidad biogeográfica, riqueza de endemismos de la vertiente pacífica en general, como de endemismos exclusivos del arreglo, y de un número significativo de especies con distribución periférica. Estas últimas corresponden a especies altoandinas de las vertientes orientales de la cordillera *Occidental* (>2,000 msnm).

En general, se evidencia que la biota del norte del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* ha sido enriquecida principalmente con elementos de origen centroamericano y la del sur con elementos más australes. Callaghan (1985) también encuentra una estrecha relación entre la fauna de *Riodinidae* del *Chocó* (*sensu* Brown) y Panamá, y destaca además su baja correlación con las otras áreas faunísticas de Colombia, especialmente con la región amazónica, sugiriendo que se debe a un alto grado de aislamiento del *Chocó* en el pasado.

Sin embargo, más que comprender los mecanismos que subyacen y explican los patrones de la diversidad de especies y subespecies de mariposas, se buscó generar resultados consistentes sobre su riqueza y distribución para identificar áreas representativas de estos dos aspectos. Es interesante que las relaciones jerárquicas, con base en las cuales se plantean las provincias y distritos biogeográficos, contribuyen a consolidar su identidad biótica; aquellos conjuntos de especies y subespecies que lo diferencian del resto de regiones naturales en Panamá, Colombia y Ecuador, y en el *Neotropico*. Pero en el marco de este estudio, lo relevante es que esas relaciones evidencian cuáles coberturas vegetales (o ecosistemas) y dónde, son las que aportan la mayor riqueza, singularidad y complejidad biogeográfica y, en consecuencia, la mayor diversidad

en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*. En este sentido, y a pesar de que los arreglos 2, 7 y 13 establecen los límites norte, sur y oriental, respectivamente, de la fauna de mariposas asociada a los bosques húmedos, típicamente *chocoanos*, el índice de representatividad biológica relativo contribuye a resaltar la importancia biológica y ecológica de las zonas de transición (arreglos 1 y 9). Especialmente, los arreglos 13 (bosques húmedos montanos bajos del occidente de Colombia, 1,200 a 2,000 msnm) y 6 (bosques húmedos de tierras bajas y premontanos de los ríos *San Juan a Dagua*, también en el occidente de Colombia, 0 a 1,200 msnm) son los que más aportan a la diversidad de mariposas del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

#### **4.5. Bibliografía**

Adams, M.J. 1985. Speciation in the Pronophilina butterflies (Satyridae) of the Northern Andes. *Journal of Research on the Lepidoptera Suppl.* 1, 33-49.

Adams, M.J. 1986. Pronophilina butterflies of the three Andean Cordilleras of Colombia. *Zoological Journal of the Linnean Society* 87, 235-320.

Blandin, P., Descimon, H. 1975. Contribution a la connaissance des lépidoptères de L'Équateur. Les Brassolinae [Nymphalidae]. *Annls Soc. ent. Fr. (N.S.)* 11.

Blandin, P., Descimon, H. 1977. Contribution a la connaissance des lépidoptères de L'Équateur. Nouvelles données sur les Brassolinae [Nymphalidae] de L'Occiden *Annls Soc. ent. Fr. (N.S.)* 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, 1831-1841.

Brown, K.S. 1977a. Centros de evolucao, refugios quaternários e conservacao de patrimônios genéticos na regio Neotropical; padroes de diferenciacao em Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae). *Acta Amazonica* 7, 75-137.

Brown, K.S. 1977b. Geographical patterns of evolution in neotropical Lepidoptera: differentiation of the species of *Melinaea* and *Mechanitis* (Nymphalidae, Ithomiinae). *Syst. Entom.* 2, 161-197.

Brown, K.S. 1982. Paleoeecology and regional patterns of evolution in Neotropical forest butterflies. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.

Brown, K.S., Benson, W.W. 1975. West Colombian biogeography. Notes on *Heliconius hecalesia* and *H. sapho* (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 29, 199-212.

Cabrera, A.L., Willink, A. 1973. *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13, Serie de Biología, OEA, Washington D.C.

Callaghan, C.J. 1985. Notes on the zoogeographic distribution of butterflies of the subfamily Riodininae in Colombia. In: Lamas, G. (Ed.). *Second Symposium on Neotropical Lepidoptera (Arequipa, Perú, 1983)*. *Journal of Research on the Lepidoptera Suppl.* 1, 51-69.

Callaghan, C.J. 1993. Neotropical Riodininae endemic to the Chocó region of western Colombia. In: New, T.R. (Ed.). *Conservation Biology of Lycaenidae (Butterflies)*. Occasional Paper of the IUCN Species Survival Comisi3n 8, 153.

Dinerstein, E., Wikramanayake, E., Graham, D.J., Webster, A.L., Primm, S.A., Bookbinder, M.P., Ledec, G. 1995. *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean*. The World Bank. Washington, D.C.

Erwin, T.L., Adis, J. 1982. Amazonian inundation forests: their role as short-term refuges and generators of species richness and taxon pulses. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.

Hengeveld, R. 1990. *Dynamic biogeography*. Cambridge University Press, U.K.

- Hernández-Camacho, J., Hurtado G., A., Ortiz Q., R., Walschburger, T. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En: Halffter, G. (Comp.). La diversidad biológica de Iberoamérica. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D), Instituto de Ecología, A.C., Secretaría de Desarrollo Social, México. Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial.
- Kattan, G.H., Franco, P., Rojas, V., Morales, G. 2004. Biological diversification in a complex region: a spatial análisis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography* 31, 1829-1839.
- Morrone, J.J. 2002. Presentación sintética de un nuevo esquema biogeográfico de América Latina y el Caribe. En: Costa, C., Vanin, S.A., Lobos, J.M., Melic, A. (Eds.). Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES. m3m: Monografías Tercer Milenio vol. 2, SEA, Zaragoza, pp. 267–275.
- Olson, D., Dinerstein, E., Abell, R., Allnutt, T., Carpenter, C., D'Amico, J., Hurley, P., Kassem, K.R., Strand, H., Taye, M., Thieme, M. 2000. The Global 200: A representation approach to conserving the Earth's distinctive ecoregions. Volume 180.
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Powell, G.V.N., Wikramanayake, E.D. 2002. Conservation biology for the biodiversity crisis. *Conservation Biology* 16, 1-3.
- Pyrz, T.W., Wojtusiak, J., Garlacz, R. 2009. Diversity and distribution patterns of Pronophilina butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) along an altitudinal transect in north-western Ecuador. *Neotrop. entomol.* 38, 716-726.
- Turner, J.R.G. 1982. How do refuges produce biological diversity? Allopatry and parapatry, extinction and gene flow in mimetic butterflies. In: Prance, G.T. (Ed.). *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- Tyler, H., Brown, K., Wilson, K. 1994. Swallowtail butterflies of the Americas. A study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics and conservation. Scientific Publishers, Gainesville.

Van der Hammen, Th., Werner, J.H., van Dommelen, H. 1973. Palynological record of the upheaval of the Northern Andes: a study of the Pliocene and Lower Quaternary of the Colombian Eastern Cordillera and the early evolution of its High-Andean biota. *Review of Paleobotany and Palynology* 16, 1-222.

Viloria, A.L. 1998. Studies on the systematics and biogeography of some montane satyrid butterflies (Lepidoptera). Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy of the University of London.

Viloria, A.L. 2003. Historical biogeography and the origins of the satyrine butterflies of the tropical Andes (Insecta: Lepidoptera, Rhopalocera). En: Morrone, J.J., Llorente-Bousquets, J. (Eds). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía*. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico, D.F., pp. 247-271.

Wahlberg, N., Freitas, A.V.L. 2007. Colonization of and radiation in South America by butterflies in the subtribe Phyciodina (Lepidoptera: Nymphalidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 44, 1257–1272.

Willmott, K.R., Hall, J.P.W. 1994. Four new species of riordinids from western Ecuador (Lepidoptera: Riordinidae). *Tropical Lepidoptera* 5, 87-91



## **CAPITULO 5**

### **ESCENARIOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE MARIPOSAS (*PAPILIONOIDEA*) EN EL COMPLEJO *ECORREGIONAL CHOCÓ – DARIÉN***



## 5.1. Introducción

A pesar de que muchos estudios resaltan la importancia y singularidad biogeográfica del *Chocó - Darién*, son escasas las propuestas concretas para seleccionar y priorizar áreas para su conservación. Entre las áreas protegidas existentes en el área de estudio, y el sistema que conforman, predominan las categorías I a IV de la UICN (IUCN 1996, 2001), las cuales constituyen categorías de protección estricta, y no contemplan opciones para la gestión conjunta y concertada con los territorios indígenas y territorios colectivos de afrodescendientes (legalmente reconocidos y titulados de manera colectiva a las comunidades indígenas y negras) que, cubriendo la mayor superficie dentro del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, son absolutamente relevantes y fundamentales para la planificación de su conservación. En la Tabla 14 se observa que estos territorios cubren más de ocho millones de hectáreas (aproximadamente el 30% de la superficie del complejo ecorregional), y superan ampliamente el área cubierta por las categorías de protección estricta. Esta situación ofrece grandes oportunidades para la conservación de la biodiversidad del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*. Los beneficios de enfocar la gestión de la conservación en estos territorios son en doble vía; ya que desde la perspectiva cultural y ambiental, se aumenta la sostenibilidad de estos territorios, así como la conectividad entre las áreas protegidas existentes y, en consecuencia, la representatividad de la biodiversidad y las probabilidades de su persistencia. Teniendo en cuenta que la mayoría de los ecosistemas naturales ocupa hoy en día una superficie mucho menor y fragmentada, comparada con sus distribuciones originales, el enfoque de la planificación y el manejo de la conservación han dado un gran vuelco hacia escalas espaciales y temporales más amplias, vinculando diferentes estrategias de conservación en el territorio. La pérdida y fragmentación de los ecosistemas naturales es un desafío para la conservación, dado que los patrones resultantes y sus efectos sobre los procesos ecológicos presentan múltiples respuestas y variaciones en las diferentes comunidades biológicas. Adicionalmente, estos patrones y la dimensión de sus efectos cambia a través del tiempo (Turner 1990). El tiempo y los recursos disponibles para actuar son limitados, frente a la urgencia de comprender las

relaciones entre los patrones de la biodiversidad y los procesos ecológicos que los sustentan, en particular las que resultan de la transformación antrópica del paisaje.

Como se expuso en el Capítulo 2, el 51% de los ecosistemas naturales del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* ha sido transformado y fragmentado a causa de las actividades forestales, mineras y agropecuarias (Walschburger *et al.* 2008a). Las áreas clasificadas como poco transformadas, por mantener una cobertura similar a la original, de todas maneras pueden estar expuestas a diferentes usos con diferentes grados de intensidad, tales como la extracción selectiva de árboles maderables, la minería en pequeña escala, la cacería con fines de subsistencia y la recolección de productos del bosque (Sánchez *et al.* 2008).

Tabla 14. Áreas protegidas y territorios indígenas y colectivos de afrodescendientes en los países del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién* (Walschburger *et al.* 2008b)

País	Total área de estudio*	Áreas protegidas (categorías I – IV UICN) (ha)*	% del área de estudio en áreas protegidas	Territorios indígenas (ha)*	% del área de estudio en territorios indígenas	Territorios colectivos de afrodescendientes (ha)*	% del área de estudio en territorios colectivos
COLOMBIA	11,135,525	860,825	8	1,850,975	17	4,589,169	41
ECUADOR	8,527,937	578,625	7	773,888	9	655,288	8
PANAMA	2,919,431	717,781	25	980,575	34		0
Total	22,582,893	2,157,231	10	3,605,438	16	5,244,457	23

\* Las cifras presentadas en esta tabla provienen del SIG (*grids* – celdas - o formato vectorial).

Colombia cuenta con un sistema de áreas protegidas en el *Chocó – Darién*, integrado por nueve áreas protegidas de las categorías I – IV de la UICN (que suman 860,825 hectáreas, véase Tabla 14) y un área de manejo especial, que abarcan casi el 10% de la superficie de su vertiente Pacífica, además de un conjunto importante de reservas naturales privadas, todas las cuales cubren aproximadamente 4,724 hectáreas (CI 2002).

El parque nacional *Darién* en territorio panameño, en la frontera con Colombia, es el área de conservación estricta más grande; se une con el parque natural *Los Katíos* en Colombia. Además, el territorio indígena *Comarca de San Blas* constituye un corredor biológico entre la región del *Darién* y las áreas protegidas establecidas en los alrededores de la *Zona del Canal* (véase Mapa 9). En proporción a su área dentro del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, Panamá es el país con mayor territorio conservado bajo las categorías de protección estricta, contempladas en este estudio.

La parte ecuatoriana de la región del *Chocó* presenta dos parques nacionales (que suman 578,625 hectáreas, véase Tabla 14), seis reservas ecológicas, un refugio de vida silvestre y una reserva geobotánica. Esta región es la que ha sufrido el proceso más dramático de transformación de sus paisajes originales; sus áreas protegidas son en estos momentos las únicas categorías que pueden ayudar a la conservación de su biodiversidad, pero sin claras garantías para su persistencia en el tiempo.

Sin embargo, de los tres países, solo en Colombia la selección de áreas protegidas se ha basado principalmente en la aplicación de criterios biogeográficos, desarrollados por Hernández-Camacho (1976, 1984), que en el contexto específico del *Chocó* han sido enriquecidos por ejercicios detallados, como la definición de áreas prioritarias para la conservación de la franja andina del *Chocó* colombiano (Saavedra & Curtis 1985), ampliados y detallados para toda la vertiente Pacífica por García-Kirkbride (1986) y Faber-Langendoen y Gentry (1991).

En el capítulo anterior se identificaron áreas representativas; en este capítulo se recorre una ruta de selección y priorización de esas áreas o arreglos espaciales de distribución de especies y sus fragmentos remanentes de cobertura vegetal original, de acuerdo con los procesos de fragmentación del paisaje, con el objetivo de identificar los escenarios más favorables para conservar la diversidad de mariposas del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*. Esta favorabilidad conjuga los mayores valores de representatividad biológica con los sitios donde los procesos de fragmentación están menos avanzados y donde la probabilidad

de pérdida de los fragmentos remanentes por transformación antrópica del paisaje es menor.

## **5.2. Métodos**

El análisis del paisaje desarrollado para determinar la integridad de los arreglos espaciales de distribución de especies y la funcionalidad ecológica de sus fragmentos remanentes de vegetación original, y su probabilidad de transformación por presión antrópica, implicó la construcción de diferentes índices y la combinación de los mismos, de acuerdo con la cobertura remanente de las ocho formaciones vegetales definidas en el Mapa 6. En el Capítulo 2 se describen en detalle los cinco procedimientos metodológicos desarrollados para su construcción e implementación:

- Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies (véase sección 2.3.6, Capítulo 2).
- Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies (véase sección 2.3.7, Capítulo 2).
- Valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies (véase sección 2.3.8, Capítulo 2).
- Favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de representatividad biológica, integridad ecológica, presencia de áreas protegidas y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica (véase secciones 2.3.9 y 2.3.10, Capítulo 2).
- Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica (véase sección 2.3.11, Capítulo 2).

### 5.3. Resultados

#### 5.3.1 Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies

En la Tabla 15 se presentan los índices de integridad ecológica obtenidos para cada uno de los arreglos espaciales de distribución de especies y su representación geográfica se ilustra en el Mapa 18. El arreglo espacial 2 es el de mayor integridad; corresponde a las tierras bajas del oriente de Panamá y la serranía del *Darién*, incluyendo los cerros *Tacarcuna* y *Pirre* (Panamá y Colombia). Le siguen en orden los arreglos espaciales 16, 5, 7 y 3, los cuales involucran la franja de bosques montanos de los altos ríos *San Juan* a *Iscuandé* (> 2,000 msnm), el medio y bajo río *Atrato*, río *Capa* y bajo río *Baudó*, los bosques premontanos del noroccidente de la cordillera *Occidental* entre los ríos *Sucio* y *Capa*, los bajos y medios ríos *Cajambre* a *Patía*, y las serranías de *Baudó*, *Los Saltos* y *Sapo*.

Por el contrario, los sectores más fragmentados son: el valle seco de *Dabeiba* en el norte de la cordillera de *Los Andes* en Colombia, la franja de bosques montanos de los altos ríos *Guayas* a *Taura*, y prácticamente todo el occidente ecuatoriano, principalmente al sur del río *Cayapas*, excluyendo el sector de la cordillera de *La Costa* (arreglo 10). Sólo siete arreglos espaciales, de los 22 establecidos, presentan valores de integridad ecológica por encima de cinco (en una escala de 1 a 10; véase Tabla 15).

#### 5.3.2. Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies

El fragmento más funcional en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* hace parte de los arreglos espaciales 2 y 3, también de mayor integridad ecológica, ubicados en el noroccidente de Colombia y oriente de Panamá (véase Tabla 16 y Mapa 19). Más específicamente, ese fragmento corresponde a las serranías del *Darién* (cerros *Tacarcuna* y *Pirre*), *Sapo* y *Baudó*, y cubre una *superficie* de más

de tres millones de hectáreas; su valor de índice de funcionalidad es significativamente superior al resto.

En la cordillera *Occidental* en Colombia se observan numerosos fragmentos que cubren todo el gradiente altitudinal, desde bosques de tierras bajas hasta bosques altoandinos y páramos. Como se mencionó en el Capítulo 2, este es uno de los criterios incorporados en el cálculo del índice de funcionalidad ecológica, mediante el cual se busca reflejar, de manera indirecta, la heterogeneidad y diversidad de ecosistemas que involucra a la vertiente Pacífica de *Los Andes*. Además, es un criterio de gran importancia para conservar y mantener especies con rangos de distribución vertical amplios (e.g. *Satyrini*). En consecuencia, aunque algunos fragmentos remanentes de bosques de tierras bajas cuentan con un área relativamente alta, son de menor funcionalidad que fragmentos de menor tamaño que cubren buena parte del gradiente altitudinal a lo largo de la cordillera de *Los Andes*. Es importante anotar que el fragmento de tierras bajas existente en el extremo del suroccidente de Ecuador, correspondiente a bosques secos y de dosel más abierto, está bastante intervenido pero aparece con una funcionalidad relativamente alta debido a que en la escala del análisis fue clasificado como un fragmento arbolado continuo. Es preocupante ver que en varios sectores de la cordillera de *Los Andes*, en especial en la franja de los bosques montanos altos, los fragmentos remanentes son de funcionalidad relativa baja, en especial en el sector norte de Colombia y prácticamente en todo el sector ecuatoriano.

### **5.3.3. Valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies**

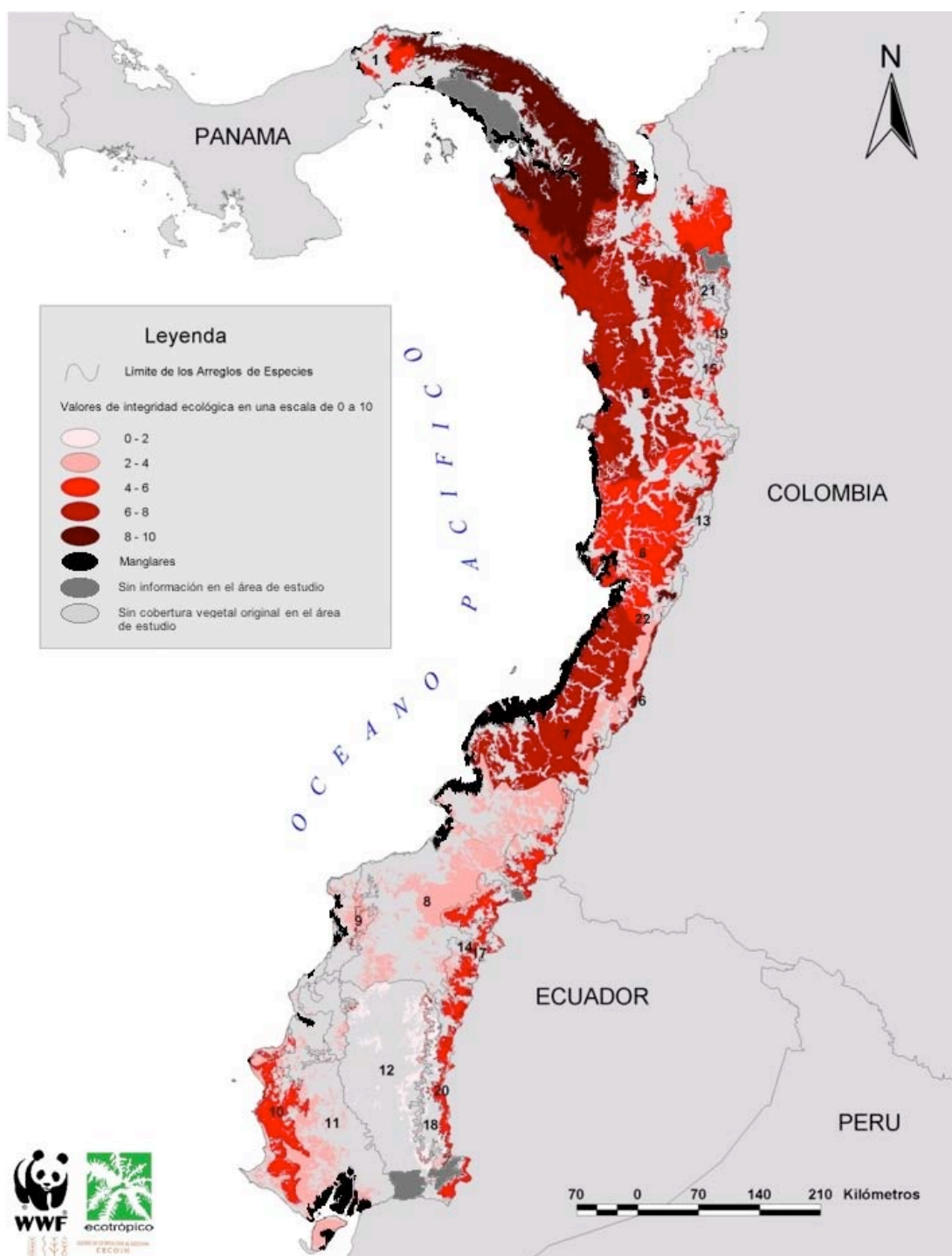
Además de ser el más integro, el arreglo espacial 2 también presenta el mayor valor relativo, de acuerdo a la combinación de los tres criterios de representatividad biológica, integridad (bajo nivel de fragmentación) y funcionalidad ecológica de los fragmentos (véase Mapa 20).

Tabla 15. Índice de integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

Arreglo espacial	Área (ha)	Área remanente (ha)	Número parches	Porcentaje remanencia	Área media parche	Parche más grande	Proximidad núcleo	Área núcleo	Índice integridad
2	2,175,963	1,645,025	111	75.60	14,820.0	70.81	11019.11	7.55	9.32
16	285,913	197,963	19	69.24	10,419.1	32.18	149.50	34.50	7.87
5	2,188,781	1,507,456	55	68.87	27,408.3	22.41	3945.43	24.76	6.62
7	1,626,763	1,209,131	64	74.33	18,892.7	20.42	3333.33	25.42	6.40
3	1,644,681	1,188,575	64	72.27	18,571.5	43.84	3481.49	14.57	6.29
6	1,550,500	1,048,456	64	67.62	16,382.1	14.44	2049.34	27.51	5.83
1	343,344	120,769	19	35.17	6,356.3	23.88	414.02	26.07	5.63
15	275,069	119,806	32	43.56	3,743.9	14.89	264.64	22.81	4.56
4	1,032,669	387,238	46	37.50	8,418.2	28.10	1972.84	14.20	4.54
17	628,619	344,094	69	54.74	4,986.9	11.97	326.99	24.27	4.51
10	608,194	405,431	78	66.66	5,197.8	42.34	1381.93	6.65	4.34
20	286,556	210,894	53	73.60	3,979.1	21.74	299.09	15.89	4.26
19	5,200	2,838	11	54.57	258.0	14.18	4.60	6.45	3.51
8	2,752,613	1,067,669	201	38.79	5,311.8	12.49	909.20	15.86	3.35
14	536,381	258,263	121	48.15	2,134.4	11.73	77.98	16.35	3.22
13	954,650	468,213	105	49.05	4,459.2	13.82	214.61	14.04	3.11
9	566,231	113,375	73	20.02	1,553.1	10.07	225.23	11.55	2.33
11	1,839,363	588,319	249	31.98	2,362.7	14.12	783.98	7.98	2.31
12	1,718,550	246,838	97	14.36	2,544.7	2.42	139.17	12.21	1.89
18	338,875	102,563	102	30.27	1,005.5	7.48	45.60	9.14	1.89
21	40,169	50	4	0.12	12.5	0.06	0.64	0.00	0.00
22*	16,994	No calculado							
<b>Total**</b>	<b>21,416,078</b>	<b>11,232,966</b>	<b>1,637</b>						

\*El arreglo 22 corresponde al valle seco del río Dagua y, debido a que es un enclave con vegetación xerofítica muy abierta, no fue posible establecer el estado actual de fragmentación de su cobertura vegetal original en la imagen de satélite procesada.

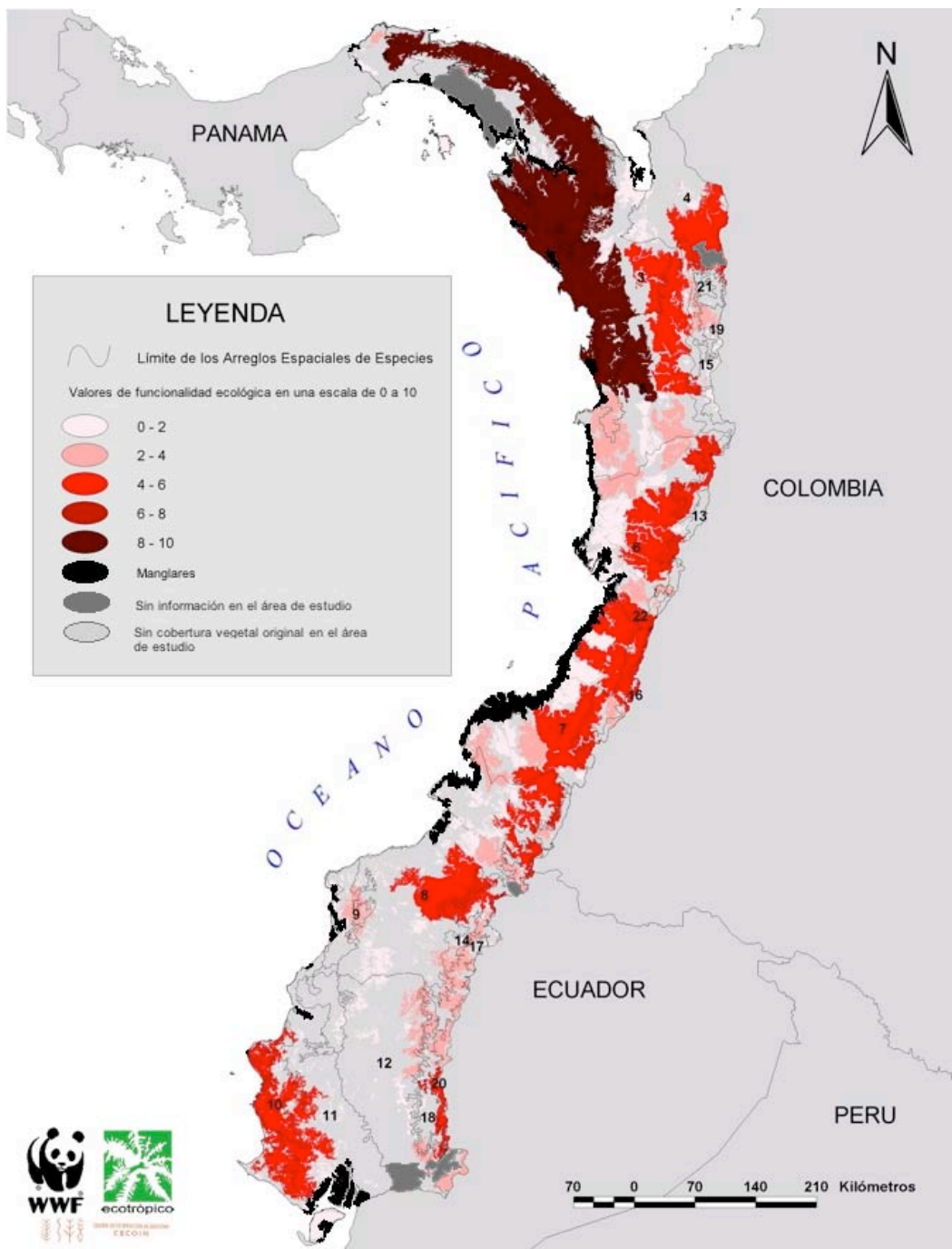
\*\*Es importante aclarar que estos valores totales de área y área remanente corresponden al área incluida en el análisis (se retiraron unidades por falta de información las cuales se señalan en los mapas como áreas sin información), y por eso no coinciden con los valores totales del área de estudio presentados en las tablas 14 y 19.



Mapa 18. Integridad ecológica de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

Tabla 16. Fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en el Complejo Ecorregional Chocó - Darién con mayor funcionalidad ecológica.

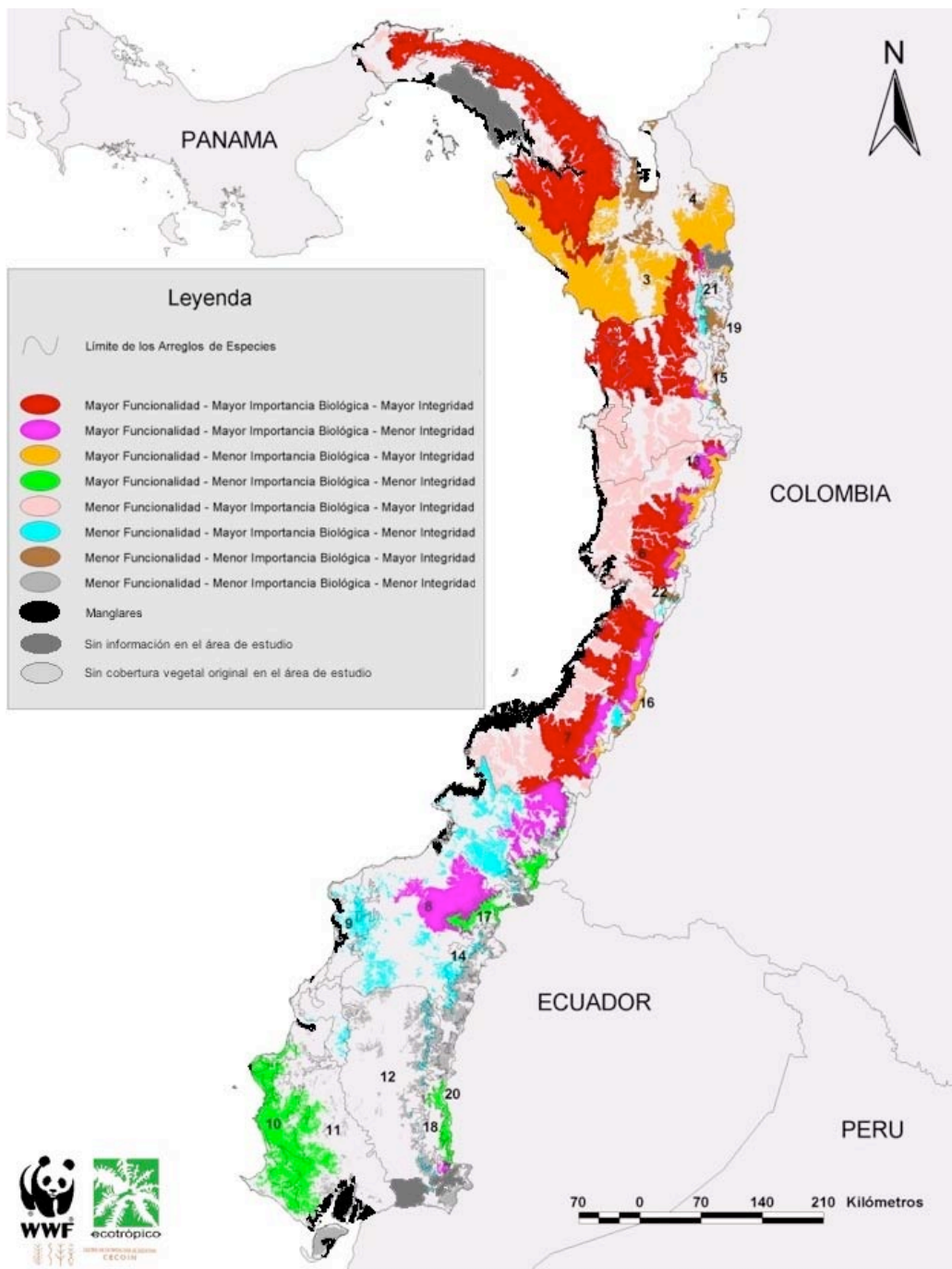
Número del Fragmento	Área Núcleo (%)	Área del Fragmento (ha)	Rango Altitudinal (m)	Porcentaje de Cabecera	Índice de Diversidad	Conectividad	Índice de Funcionalidad
2	81.76	3,038,863	1,600	.0160	1.06	77055.34	10.00
428	80.82	402,113	3,941	.0199	1.56	52310.83	6.00
489	78.69	568,569	3,001	.0232	1.29	62092.63	5.95
507	83.28	472,725	2,399	.0219	1.23	66596.47	5.56
658	75.93	510,950	4,123	.0097	1.36	23954.08	5.23
1056	59.57	797,106	800	.0089	1.26	29518.22	4.84
447	74.74	286,469	2,580	.0123	1.27	41425.23	4.82
1214	44.57	103,719	3,299	.1729	0.95	9288.28	4.60
607	52.68	108,169	4,300	.0289	1.35	20920.20	4.40
354	74.99	509,894	1,700	.0000	1.06	39622.78	4.39
553	65.24	278,094	2,271	.0001	1.05	53202.36	4.36
400	68.64	154,025	3,458	.0028	1.20	27062.05	4.16
255	76.52	420,588	3,599	.0184	0.75	15044.62	4.12
712	63.23	27,619	2,741	.0586	1.17	10280.77	3.85
889	50.37	149,906	3,885	.0040	1.16	14177.80	3.80
831	59.38	131,900	3,987	.0115	1.19	8871.60	3.76
647	57.75	105,038	2,996	.0000	1.03	35441.90	3.66
1050	62.21	64,044	2,691	.1380	0.62	11768.03	3.66
409	73.94	247,938	499	.0617	0.87	22909.57	3.62
1492	57.49	50,163	1,748	.2405	0.25	2619.65	3.61
1457	63.72	50,306	2,990	.0000	1.30	4119.08	3.51



Mapa 19. Funcionalidad ecológica de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*.

Desde esta perspectiva ecológica los bosques de las tierras bajas y los premontanos del oriente de Panamá y la serranía del *Darién*, con sus cerros *Tacarcuna* y *Pirre* constituyen el escenario ecológico más favorable para la conservación en el *Complejo Ecorregional Chocó - Darién*. Adicionalmente, fragmentos importantes de los arreglos espaciales 5, 6 y 7 también se destacan con valores relativos altos. En especial, los siguientes fragmentos presentan condiciones favorables para la conservación: en el sector norte del arreglo 5, el piedemonte entre el río *Sucio (Antioquia)* y medio y bajo río *Atrato* y los bosques premontanos del sur de la serranía de *Baudó*; el fragmento oriental del arreglo 6, que corresponde al piedemonte y bajo río *Sipí*; y los fragmentos del norte y suroriente del arreglo 7, que involucran respectivamente la mayor parte del piedemonte y bajo río *Cajambre a Naya* y el piedemonte y bajo río *Iscuandé*.

Por el contrario, la situación general del sector ecuatoriano del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* es bastante crítica. Su único fragmento remanente importante para la conservación corresponde principalmente a los bosques premontanos de la cuenca del río *Cayapas* (arreglo 8), incluyendo una parte de los bosques montanos bajos y altos de la misma cuenca (arreglos 14 y 17). Este fragmento cuenta con valores de alta representatividad biológica y funcionalidad ecológica, pero su integridad es menor por estar expuesto a intensos procesos de fragmentación del paisaje (véase Mapa 20). Algo similar ocurre con fragmentos funcionales ubicados principalmente en la franja de los bosques montanos bajos a lo largo de la cordillera de *Los Andes*; los cuales se encuentran inmersos en arreglos espaciales con baja integridad ecológica, principalmente desde la cuenca alta del río *San Juan* en Colombia, al sur, hasta la cuenca alta del río *Cayapas* en Ecuador.



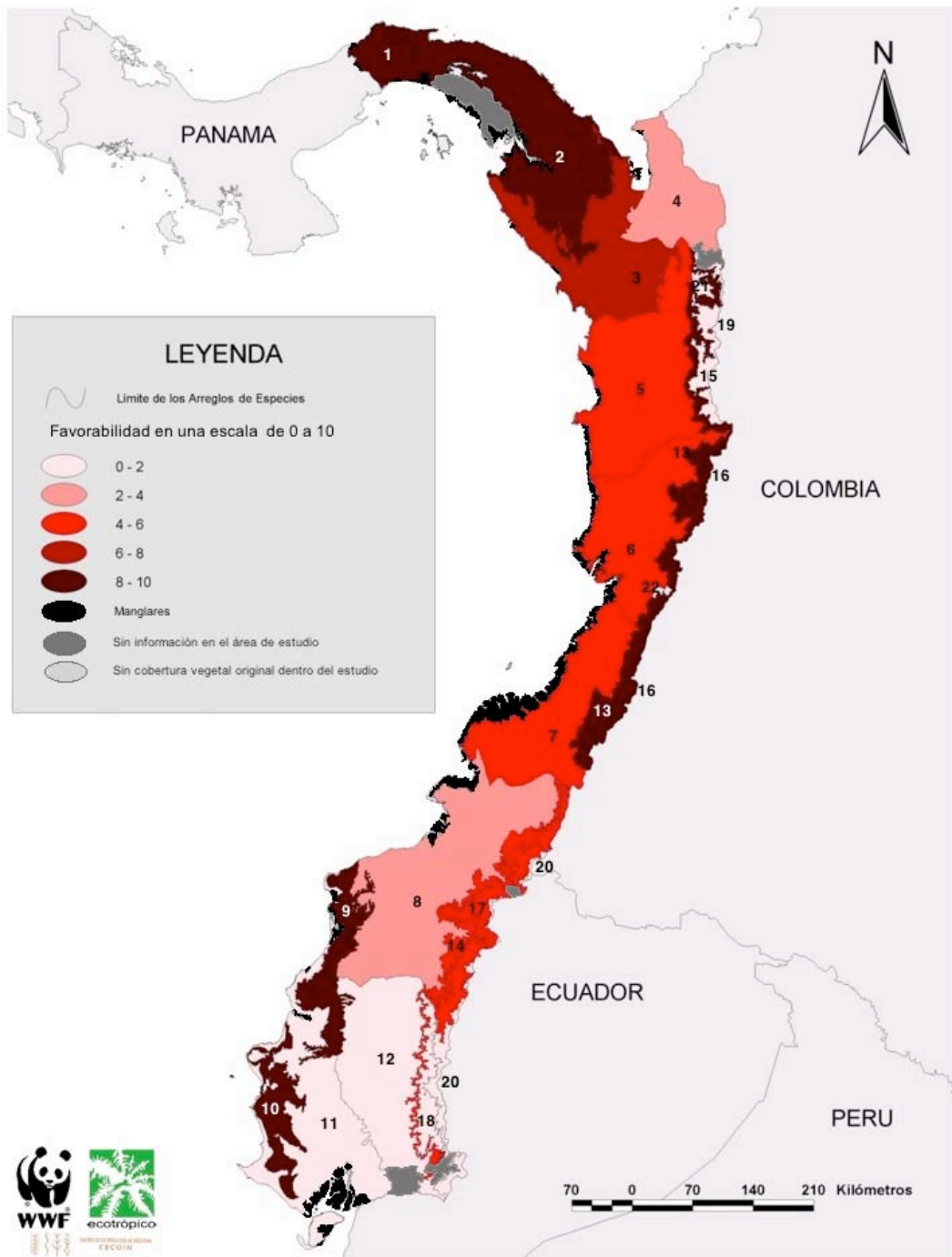
Mapa 20. Escenarios ecológicos para la conservación en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, de acuerdo con la valoración conjunta de la representatividad biológica e integridad y funcionalidad ecológica de sus arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilioinoidea*).

En los demás fragmentos remanentes del arreglo 8 los procesos de fragmentación están tan avanzados que cabe esperar que no haya garantías para mantener los procesos ecológicos necesarios para la persistencia de su biodiversidad; allí se combina una situación de importancia biológica alta en un contexto de baja integridad y funcionalidad ecológica.

#### **5.3.4. Favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de representatividad biológica, integridad ecológica, presencia de áreas protegidas y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica**

En el Mapa 21 se presentan los arreglos espaciales de distribución de especies de acuerdo al valor del índice de favorabilidad, el cual se ajustó en una escala de 0 a 10 (véase Tabla 17), y se calculó de manera independiente para los arreglos espaciales de tierras bajas y premontanos, luego para los arreglos de los bosques andinos montanos bajos, altos y paramos y, por último, para los arreglos espaciales de los bosques secos. A nivel de tierras bajas se destacan como los arreglos más favorables los que corresponden a la *Zona del Canal* (arreglo 1), el oriente de Panamá, la serranía del *Darién*, con los cerros *Tacarcuna* y *Pirre* (arreglo 2); a nivel de bosques andinos sobresale toda la franja de bosques montanos bajos de la cordillera *Occidental* en Colombia (arreglo 13) y los bosques montanos altos entre las cuencas de los ríos *San Juan* e *Iscuandé* (arreglo 16) y, por último, entre los bosques secos sobresale la cordillera de *La Costa* ecuatoriana (arreglos 9 y 10).

Vale la pena anotar que la avanzada transformación del paisaje natural en todo el occidente de Ecuador ofrece muy pocas opciones de conservación, lo cual es preocupante si se consideran los resultados de representatividad biológica de muchos de sus arreglos espaciales de distribución de especies.



Mapa 21. Arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) de acuerdo a su favorabilidad para la conservación en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

**Tabla 17. Índice de favorabilidad para la conservación de los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién**

Arreglo espacial de distribución de especies	Provincia biogeográfica	Tipo de cobertura vegetal	Índice de representatividad biológica relativa	Índice de integridad ecológica	Porcentaje protegido /10	Porcentaje de fragmentos con alta funcionalidad y baja presión antrópica /10	Índice de favorabilidad para la conservación
2	Chocó-Darién	b y pm	7.80	9.32	1.94	7.0954	10.00
16	Norandina	ma	3.32	7.87	1.77	4.9983	10.00
10	Tumbes Norte	b, pm y mb	3.27	4.34	0.69	0.7476	10.00
13	Norandina	mb	10.00	3.11	1.24	3.7354	8.41
1	Chocó-Darién	b, pm, mb y sb	10.00	5.63	4.51	2.3111	8.22
9	Tumbes Norte	b y pm	10.00	2.33	1.68	0	8.14
19	Páramos	p	0.00	3.51	3.59	4.6635	6.81
3	Chocó-Darién	b y pm	4.31	6.29	1.31	6.1825	6.32
6	Chocó-Darién	b y pm	9.95	5.83	0.34	2.5656	5.71
5	Chocó-Darién	b y pm	6.25	6.62	0.29	4.3013	5.67
7	Chocó-Darién	b y pm	5.95	6.40	0.42	4.1165	5.45
14	Norandina	mb	7.63	3.22	1.23	2.0972	5.25
17	Norandina	ma	3.74	4.51	1.38	2.0452	4.21
4	Chocó-Darién	b y pm	1.36	4.54	2.95	2.8042	3.99
8	Chocó Sur	b y pm	7.83	3.35	0.42	1.8039	3.32
15	Norandina	ma	1.99	4.56	0.52	0.9479	1.43
20	Páramos	p	0.60	4.26	1.61	0.8895	1.28
18	Norandina	ma	3.16	1.89	1.56	0.0468	0.00
11	Tumbes Norte	sb	0.00	2.31	0.18	0.0371	0.00
12	Chocó Sur	b y pm	3.32	1.89	0.04	0	0.00

No incluye los arreglos 21 y 22 correspondientes a los valles secos de *Dabeiba* y *Dagua*, debido a que son muy pequeños y en la escala del análisis no fue posible diferenciar su patrón de fragmentación. b=tierras bajas, pm=premontanos, mb=montanos bajos, ma=montanos altos, sb=seco de tierras bajas, p=páramo.

### **5.3.5. Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies, según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica**

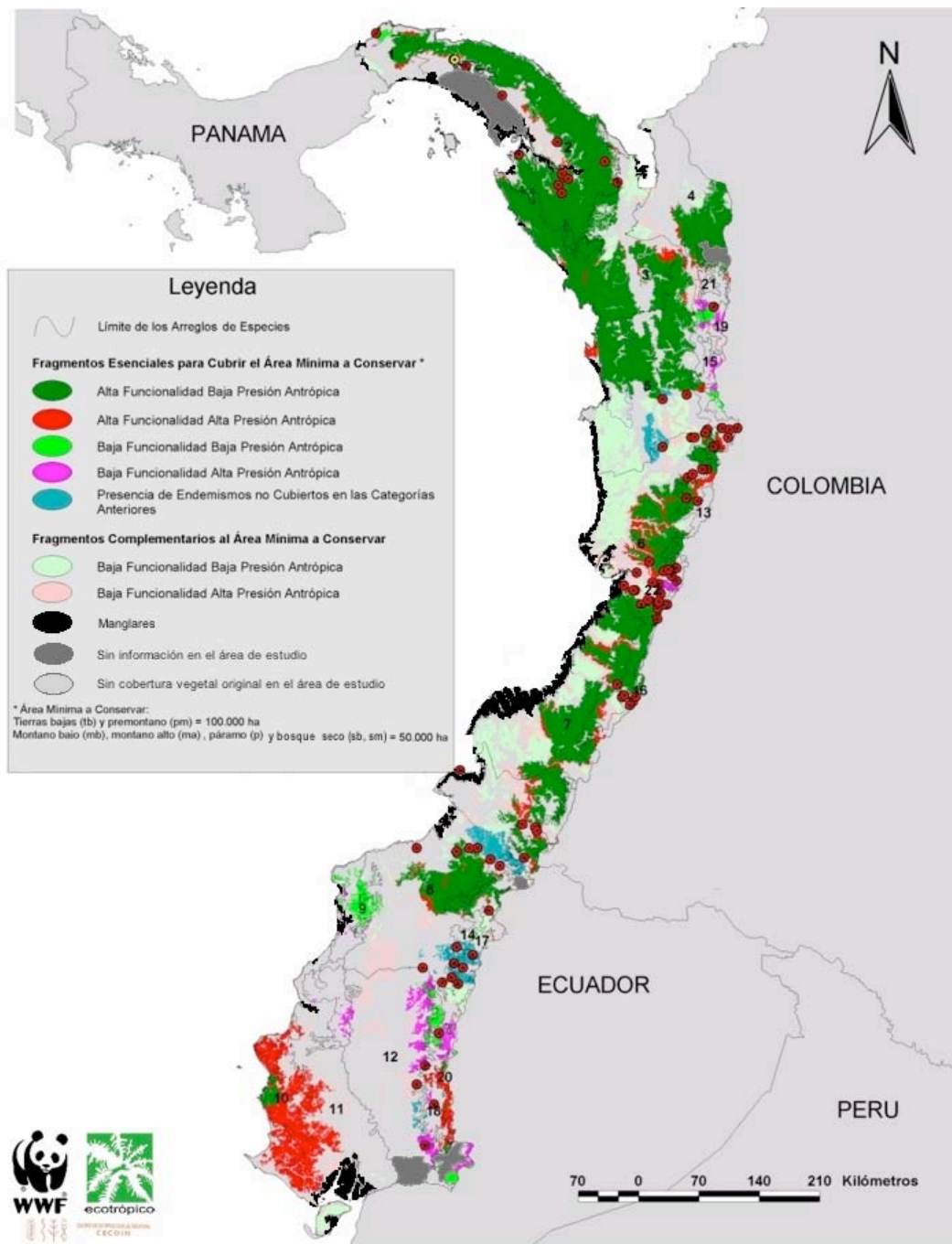
Todos los fragmentos esenciales y complementarios para la conservación se clasificaron de acuerdo a los criterios de funcionalidad, área mínima y presión antrópica. Los resultados de esta clasificación se presentan en el Tabla 18 y Mapa 22, donde nuevamente se destacan favorablemente las tierras bajas y premontanos del oriente de Panamá y la serranía del *Darién*, con los cerros *Tacarcuna* y *Pirre* (arreglo 2), así como las serranías de *Los Saltos*, *Baudó* y *Sapo* en Colombia y Panamá (arreglos 3 y 5), los bosques premontanos de la cuenca alta del *Sinú* (arreglo 4) y premontanos de las cuencas de los ríos *Sucio*, *Murrí* y medio *Atrato* (arreglo 5), por contener fragmentos con alta funcionalidad y baja presión antrópica. En iguales condiciones encontramos otros fragmentos de la cobertura del sector colombiano, puntualmente en la cuenca alta del río *San Juan* y cuenca alta, media y baja del río *Sipí* (parcialmente en arreglos 16, 13 y 6), cuencas alta, media y baja de los ríos *Cajambre* y *Naya* (parcialmente en arreglos 16, 13 y 7), y cuenca media y baja del río *Iscuandé*, los bosques premontanos del *Telembí* y los premontanos y montanos bajos y altos de la cuenca del río *Cayapas* en el noroccidente de Ecuador (parcialmente en arreglos 8, 14 y 17). Sin embargo, nuevamente llama la atención la crítica situación de la mayor parte del sector ecuatoriano, porque la mayoría de sus fragmentos se encuentran en escenarios de alta presión antrópica.

Tabla 18. Fragmentos remanentes de vegetación original esenciales para la conservación en los arreglos espaciales de distribución de mariposas (*Papilionoidea*) en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién, de acuerdo con criterios de funcionalidad ecológica, presión antrópica y área mínima a conservar.

Arreglo espacial	Área arreglo espacial Ha	Remanente Ha	Área protegida Ha	Terr. indígena Ha	Terr. col. afro	Alta fun alta PA	Alta fun baja PA	Baja fun alta PA	Baja fun baja PA	Endemismos Has
1	343,344	120,769	101,256	1,188		5,800	79,350	6,300	28,463	13,563
2	2,175,963	1,645,025	340,813	785,881	14,294	35,669	1,543,938	30,694	28,281	1,312,200
3	1,644,681	1,188,575	145,819	295,563	236,763	43,988	1,016,819	17,081	101,475	0
4	1,032,669	387,238	159,525	16,263	0	6,731	289,581	28,169	61,538	0
5	2,188,781	1,507,456	3,531	592,506	513,281	28,138	941,469	67,250	466,794	169,388
6	1,550,500	1,048,456	42,469	162,250	97,525	105,700	397,806	160,094	371,431	391,319
7	1,626,763	1,209,131	62,563	61,050	448,706	57,794	669,663	99,869	376,975	14,250
8	2,752,613	1,067,669	93,069	278,156	91,113	65,150	496,556	217,988	254,431	345,538
9	566,231	113,375	51,531	7,850	12,900	29,406	82,519	188	0	0
10	608,194	405,431	37,150	10,594	0	329,506	45,469	10,869	3,200	0
11	1,839,363	598,319	9,038	1,631	5,431	370,663	6,831	90,400	59,894	0
12	1,718,550	246,838	6,113	1,581	0	444	222,819	0	11,125	125,838
13	954,650	468,213	102,863	8,381	36,138	35,069	356,606	37,963	36,419	258,250
14	536,381	258,263	50,544	58,894	0	17,000	112,494	63,538	64,225	148,106
15	275,069	119,806	13,919	3,025	3,250	5,269	26,075	55,613	31,300	35,281
16	285,913	197,963	42,150	0	1,825	33,363	142,906	5,669	7,588	133,619
17	628,619	344,094	56,625	114,138	0	13,575	128,563	39,831	161,063	175,756
18	338,875	102,563	34,650	3,619	0	23,644	1,588	37,325	39,563	94,194
19	5,200	2,838	1,738	0	0	0	2,425	281	0	450
20	286,556	210,894	32,150	10,169	0	58,031	25,488	67,944	55,031	128,838
21	40,169	50	0	0	0	50	0	0	0	0
22	16,994	No calculado	0	0	0	13,669	269	0	0	13,938
<b>TOTAL*</b>	<b>21,416,078</b>	<b>11,232,966</b>	<b>1,387,516</b>	<b>2,412,739</b>	<b>1,461,226</b>	<b>1,278,656</b>	<b>6,589,231</b>	<b>1,037,063</b>	<b>2,158,794</b>	<b>3,360,525</b>

Algunos de los valores en cero obedecen a que o no cuentan con esa figura territorial o no fue posible calcular los índices debido a su área por lo pequeños. (Terr=territorio; col=colectivo; PA=presión antrópica; fun=funcionalidad).

\* Es importante aclarar que estos valores totales de área y área remanente corresponden al área incluida en el análisis (se retiraron unidades por falta de información las cuales se señalan en los mapas como áreas sin información), y por eso no coinciden con los valores totales del área de estudio presentados en las tablas 14 y 19.



Mapa 22. Selección de los fragmentos remanentes de cobertura vegetal original en los arreglos espaciales de distribución de especies de mariposas (*Papilionoidea*) del *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, según criterios de funcionalidad ecológica y susceptibilidad a la transformación por presión antrópica. (Los puntos rojos corresponden a localidades de registros de especies y subespecies endémicas).

En los bordes de todos estos fragmentos, clasificados como funcionales esenciales para la conservación, se puede apreciar una situación de alta funcionalidad pero con alta presión antrópica, como consecuencia de la dinámica de transformación del paisaje circundante. Sus fragmentos más funcionales son los que se encuentran bajo alguna figura o categoría de protección legal de conservación. En particular, a pesar de la alta funcionalidad de los fragmentos remanentes del sector seco de la cordillera de *La Costa* (arreglos 10 y 11), éstos están inmersos en una matriz de paisaje de alta presión antrópica. Y aún más crítica, por su menor superficie, es la condición actual de los bosques andinos o montanos altos entre las cuencas de los ríos *Guayas* y *Taura*, o sector *Salinas-Chimborazo* (arreglo 18).

Igualmente crítica es la situación en Colombia de los bosques montanos altos ubicados entre las cuencas de los ríos *Sucio* y *Capa*, o sectores de *Uramá*, *Murrí* y *Farallones de Citará* en el departamento de *Antioquia* (arreglo 15). Como se resalta en la Tabla 18, para cubrir el área mínima a conservar es necesario recurrir a fragmentos de alta funcionalidad y alta presión antrópica y baja funcionalidad y baja presión antrópica. Los páramos del sector colombiano (arreglo 19), y los enclaves secos de los valles de *Dabeiba* y *Dagua* (arreglos 21 y 22 respectivamente) tienen una superficie muy pequeña (inferior a las 50,000 ha) que obliga dentro de este esquema metodológico a recurrir a fragmentos funcionales, pero de alta presión antrópica, e incluso de baja funcionalidad y alta presión en el caso de los páramos. Sin embargo, es claro que allí se requiere de otras estrategias de conservación. El valle seco de *Dabeiba* se encuentra totalmente transformado y sin opciones, en términos de manejo y conservación de vegetación natural remanente.

También se incluyen como áreas esenciales para la conservación los fragmentos remanentes que albergan endemismos y que no quedan cubiertos por los fragmentos más funcionales (véase Mapa 22). Estos fragmentos corresponden principalmente a los siguientes tres sectores:

bajo *Atrato* (*Quibdó*), cuenca media y alta del río *Mira* (frontera colombo-ecuatoriana) y cuenca alta del río *Esmeraldas* (noroccidente de Ecuador).

#### 5.4. Discusión y conclusiones

La remanencia de cobertura vegetal original en el área de estudio es aún del 51% aproximadamente, equivalente a 11,270,319 hectáreas (véase Tabla 3, Capítulo 2). En este contexto, es importante destacar que los fragmentos con alto valor de funcionalidad y baja presión antrópica corresponden al 58% de dicha superficie, que es donde se deben enfocar prioritariamente los esfuerzos de conservación. Los escenarios más favorables se encuentran ubicados en las serranías del *Darién*, *Baudó*, *Los Saltos* y *Sapo*; sector destacado por todas las variables evaluadas. En el suroccidente de Ecuador dominan los fragmentos de alta funcionalidad pero amenazados por la alta susceptibilidad a la transformación por presión antrópica. Allí solo se cuenta con un área protegida (reserva ecológica *Machalilla*), cuya ampliación sería importante, así como la creación de otra figura o categoría de conservación a lo largo de la sierra de *La Costa*, hacia el sector denominado *Chongón Colonche*. Son tierras en su mayoría de tenencia comunal, donde habría que explorar figuras de conservación con participación de las comunidades locales. Al respecto es crucial resaltar que si no se desarrollan acciones de conservación en el corto plazo, estos fragmentos de bosques húmedos a secos podrían desaparecer.

Adicionalmente, los fragmentos funcionales más amenazados por la presión antrópica corresponden a los remanentes de bosques húmedos de tierras bajas entre las cuencas de los ríos *San Juan*, *Calima* y *Dagua* (resaltados por su riqueza y complejidad biogeográfica, entre otras).

Tanto en el suroccidente de Ecuador, como en los páramos de la cordillera Occidental de Colombia y los bosques altoandinos del noroccidente de Colombia, donde la remanencia de la cobertura vegetal

natural no ofrece condiciones favorables para la conservación, no solo es indispensable la búsqueda de otras opciones y estrategias, por ejemplo de restauración, sino que constituyen una prioridad de investigación sobre los efectos de la transformación del paisaje sobre sus poblaciones de mariposas.

Adicionalmente, es importante evaluar que las áreas protegidas de categorías estrictas (I a IV de la UICN) sólo cubren alrededor del 10% del *Complejo Ecorregional Chocó - Darién* y que, aproximadamente, el 39% de su superficie corresponde a territorios indígenas y territorios colectivos de afrodescendientes, legalmente reconocidos (véase Tabla 14). En Colombia y Panamá las áreas protegidas son insuficientes, por lo que la posibilidad de involucrar los territorios indígenas y de afrodescendientes en los planes de conservación aumentaría significativamente la representatividad biológica y probabilidad de persistencia de la biodiversidad ecorregional. Es indispensable contemplar opciones de conservación diferentes a las categorías estrictas de protección definidas por la UICN (IUCN 1996, 2001) en una buena parte del área de estudio.

Es importante resaltar que fue necesario incluir 634,538 hectáreas en fragmentos adicionales donde han sido registradas especies endémicas no cubiertas por los otros fragmentos seleccionados, y así cumplir con las metas de conservación en términos de representatividad biológica de los arreglos espaciales de distribución de especies. Desafortunadamente, 435,431 hectáreas de estos fragmentos adicionales presentan baja funcionalidad y alta susceptibilidad a la transformación por presión antrópica. El sector con mayor extensión de fragmentos adicionales corresponde a los bosques bajos y montanos bajos y altos de la cuenca del río *Esmeraldas* en Ecuador, el cual se encuentra en proceso de acelerada transformación de su cobertura vegetal natural.

## 5.5. Bibliografía

CI - Conservation International. 2002. RAP Bulletin of Biological Assessments, 1-26. Center for Applied Biodiversity Science, Washington, D.C.

Faber-Langendoen, D., Gentry, A.H. 1991. The structure and diversity of rain forests at Bajo Calima, Chocó region, western Colombia. *Biotropica* 23, 2-11.

García-Kirkbride, M.C. 1986. Biological evaluation of the Chocó Biogeographic Region in Colombia. WWF US, Washington, D.C., 61 pp.

Hernández-Camacho, J.I. 1976. Preselección de áreas del Sistema de Parques Nacionales y otras reservas. INDERENA, Bogotá, 105 pp.

Hernández-Camacho, J.I. 1984. Vistazo general sobre la protección de la naturaleza en Colombia. INDERENA, Bogotá, 75 pp.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 1996. IUCN Red List Categories, as approved by the 40th meeting of IUCN Council. Gland, Switzerland.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. 2001. IUCN Red list categories. Version 3.1. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland.

Saavedra, C., Curtis, F. 1985. Biological priorities for conservation in the tropical Andes. WWF, Washington, D.C.

Sánchez, E., Hurtado Guerra, A., Suárez, C., Walschburger, T. 2008. Escenario natural, social y cultural del Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD). En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 17-86.

Turner, M.G. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology* 4, 21-30.

Walschburger, T., Hurtado Guerra, A., Romero Ruiz, M., Rosas Foschi, M.L., Suárez, C., Sánchez, E., Gómez N., L.F. 2008a. Representatividad biológica, transformación antrópica del paisaje en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD) y sus fragmentos más funcionales para la conservación. En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). *Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 143-220.

Walschburger, T., Gómez N., L.F., Hurtado Guerra, A., Romero Ruiz, M., Sánchez, E., Suárez, C. 2008b. Acciones de conservación propuestas para el Complejo Ecorregional Chocó-Darién (CECD). En: Hurtado Guerra A., Walschburger, T., Gómez N., L.F., Chaves, M.E. (Eds.). *Análisis ecorregional para la construcción de un plan de conservación de la biodiversidad en el Complejo Ecorregional Chocó-Darién*. WWF Colombia, Fundación Ecotrópico, Cecoin, Santiago de Cali, pp. 221-274.



## **ANEXOS**



Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Ackery, P. R.	1975	A new Pierine genus and species with notes on the genus <i>Tatochila</i> (Lepidoptera: Pieridae)	Bulletin of the Allyn Museum	30	1-9
Ackery, P. R. & R. L. Smiles	1976	An illustrated list of the type-specimens of the Heliconiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) in the British Museum (Natural History)	Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)	32	171-214
Adams, M. J.	1985	Speciation in the Pronophiine butterflies (Satyridae) of the Northern Andes	Journal of Research on the Lepidoptera	Suppl. 1	33-49
Adams, M. J.	1986	Pronophiine butterflies of the three Andean Cordilleras of Colombia	Zoological Journal of the Linnean Society	87	235-320
Attal, S. & A. Crosson du Cormier	1996	The genus <i>Perisama</i> . Lepidoptera Nymphalidae	Sciences Nat, Venette, France		
Barselou, P. E.	1983	The genus <i>Agrias</i> . A taxonomic and illustrated guide (Lepidoptera Nymphalidae)	Sciences Nat, Venette, Compiègne, France		
Blandin, P.	1988	The genus <i>Morpho</i> . Lepidoptera Nymphalidae. Part 1. The Sub-Genera <i>Iphimedeia</i> and <i>Schwartzia</i>	Sciences Nat, Venette, Compiègne, France		
Blandin, P.	1993	The genus <i>Morpho</i> . Lepidoptera Nymphalidae. Part 2. The Subgenera <i>Iphixibia</i> , <i>Cytheritis</i> , <i>Balachowskyna</i> and <i>Cypritis</i>	Sciences Nat, Venette, Compiègne, France		
Blandin, P. & H. Descimon	1975	Contribution a la connaissance des lépidoptères de L'Équateur. Les Brassolinae [Nymphalidae]	Annls Soc. ent. Fr. (N.S.)	11	3-28
Blandin, P. & H. Descimon	1977	Contribution a la connaissance des lépidoptères de L'Équateur. Nouvelles données sur les Brassolinae [Nymphalidae] de L'Occident	Annls Soc. ent. Fr. (N.S.)	13	75-88
Brabant, R.	1995	Introduction a L'etude des <i>Ithomiidae</i> (Rhopalocères sud-américains)	Lambillionea	7	
Bristow, C. R.	1991	A revision of the brassoline genus <i>Opsiphanes</i> (Lepidoptera: Rhopalocera)	Zoological Journal of the Linnean Society	101	203-293
Brown, F. M.	1929	A revision of the Genus <i>Phoebis</i> (Lepidoptera)	American Museum Novitates	368	1-22
Brown, F. M.	1933	Notes on the Genus <i>Phoebis</i> and the description of a new species	American Museum Novitates	653	1-5
Brown, F. M.	1933	New forms and species of the Genus <i>Catasticta</i> -I (Pieridae: Rhopalocera)	Bulletin of the Brooklyn Entomological Society	34	120-128
Brown, F. M.	1941	Notes on Ecuadorian butterflies. I. <i>Steroma</i> , <i>Pseudosteroma</i> and <i>Steremnia</i>	Journal of the New York Entomological Society	34	432-436
Brown, F. M.	1942	Notes on Ecuadorian butterflies. II. <i>Papilio</i>	Journal of the New York Entomological Society	50	123-134

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Brown, F.M.	[1943]	Notes on Ecuadorian butterflies, V	Journal of the New York Entomological Society	50	309-333
Brown, F.M.	1943	Notes on Ecuadorian butterflies. III. The genus <i>Lymanopoda</i> Westwood ( <i>Satyridae</i> )	Annals of the Entomological Society of America	36	87-102
Brown, F.M.	1944	Notes on Ecuadorian butterflies. IV. The genus <i>Penrosada</i> , New ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Satyridae</i> )	Annals of the Entomological Society of America	37	255-260
Brown, F.M.	1953	The <i>Papilio</i> s of Ecuador.	Rev. Ecuat. Ent. Parass.	1	41-60
Brown, F.M.	1953	The <i>Papilio</i> s of Ecuador. Genus <i>Papilio</i> Linn ( <i>Rhopalocera</i> , <i>Lepidoptera</i> ) Part II	Rev. Ecuat. Ent. Parass.	1	95-111
Brown, F.M.	1954	The <i>Papilio</i> s of Ecuador. Genus <i>Graphium</i> Scopoli ( <i>Rhopalocera</i> - <i>Lepidoptera</i> ) Part III.	Revista Ecuatoriana de Entomología y Parasitología	2	65-81
Brown, F.M. & A.G. Gabriel	1939	New forms and species in the Genus <i>Catasticta</i> -II ( <i>Pieridae</i> : <i>Rhopalocera</i> )	Bulletin of the Brooklyn Entomological Society	34	203-214
Brown, K.S. Jr.	1975	Geographical patterns of evolution in neotropical <i>Lepidoptera</i> . Systematics and derivation of known and new <i>Heliconiini</i> ( <i>Nymphalidae</i> : <i>Nymphalinae</i> )	Journal of Entomology (B)	44	201-242
Brown, K.S. Jr.	1980	A review of the genus <i>Hypothyris</i> Hubner ( <i>Nymphalidae</i> ), with descriptions of three new subspecies and early stages of <i>H. daphnis</i>	Journal of the Lepidopterists' Society	34	152-172
Brown, K.S. Jr.	1981	The biology of <i>Heliconius</i> and related genera	Ann. Rev. Entomol.	26	427-456
Brown, K.S. Jr. & W.W. Benson	1975	West colombian biogeography. Notes on <i>Heliconius hecalesia</i> and <i>H. sapho</i> ( <i>Nymphalidae</i> )	Journal of the Lepidopterists' Society	29	199-212
Brown, K.S. Jr. & F. Fernandez Yepez	1985	Los <i>Heliconiini</i> ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Nymphalidae</i> ) de Venezuela	Boletín de Entomología Venezolana	3	29-76
Callaghan, C.J.	1982(83)	A study of isolating mechanisms among neotropical butterflies of the subfamily <i>Riodiminae</i>	Journal of Research on the Lepidoptera	21	159-176
Callaghan, C.J.	1983	Notes on the genus <i>Imelda</i> ( <i>Riodiminae</i> )	Journal of the Lepidopterists' Society	37	254-256
Callaghan, C.J.	1985a	Notes on the zoogeographic distribution of butterflies of the subfamily <i>Riodiminae</i> in Colombia. En: Lamas, G. (Ed.). <i>Seocond Symposium on Neotropical Lepidoptera</i> (Arequipa, Perú, 1983).	Journal of Research on the Lepidoptera	Suppl. 1	51-69
Callaghan, C.J.	1985b	A preliminary revision of the genus <i>Nymphidium</i> ( <i>Rhopalocera</i> , <i>Riodimidae</i> ). Part I Introduction. <i>mantus-baetia</i> complex	Bulletin of the Allyn Museum	98	1-21
Callaghan, C.J.	1986	A preliminary revision of the genus <i>Nymphidium</i> ( <i>Riodiminae</i> ). Part II. The <i>azanoidea</i> complex	Bulletin of the Allyn Museum	100	1-7

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Callaghan, C.J.	1988	A preliminary revision of the genus <i>Nymphidium</i> ( <i>Riodininae</i> ). Part III. The <i>omnis</i> group	Bulletin of the Allyn Museum	119	1-6
Callaghan, C.J.	1993	Neotropical <i>Riodininae</i> endemic to the Chocó region of western Colombia. En: New, T.R. (Ed.). Conservation Biology of <i>Lycaenidae</i> (Butterflies)	Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission	No. 8	153
Callaghan, C.J. & J. Salazar	1997	A new species of <i>Riodinidae</i> from Colombia	Journal of the Lepidopterists' Society	51	57-61
Callaghan, C.J. & J. Salazar-Escobar	1999	A new species of <i>Mesene</i> from Colombia ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	10	25-26
Chermock, R.L.	1950	A generic revision of the <i>Limeritini</i> of the world	The American Midland Naturalist	43	513-569
Glench, H.K.	1975	Systematic notes on <i>Dryas iulia</i> ( <i>Heliconiidae</i> )	Journal of the Lepidopterists' Society	29	230-235
Comstock, W.Ph.	1931	A revision of the Genus <i>Aphrissa</i>	American Museum Novitates	454	1-14
Comstock, W.Ph.	1943	Notes on the Subgenus <i>Glutophrissa</i> , Genus <i>Appias</i> ( <i>Lepidoptera, Pieridae</i> )	American Museum Novitates	1238	1-6
Comstock, W.Ph.	1961	Butterflies of the american tropics. The genus <i>Anaea</i> . <i>Lepidoptera Nymphalidae</i> . A study of the species heretofore included in the genera <i>Anaea</i> , <i>Coenophlebia</i> , <i>Hypna</i> , <i>Polygrapha</i> , <i>Protogonius</i> , <i>Siderone</i> and <i>Zaretis</i>	The American Museum of Natural History, New York		
Constantino, L.M.	1992	Paradulcedo, a new genus of <i>Satyrinae</i> ( <i>Nymphalidae</i> ) from western Colombia	Journal of the Lepidopterists' Society	46	44-53
Constantino, L.M.	1993	Notes on <i>Haetera</i> from Colombia, with description of the immature stages of <i>Haetera piera</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Tropical Lepidoptera	4	13-15
D'Abrebra, B.	1981	Butterflies of the neotropical region. Part I. <i>Papilionidae</i> & <i>Pieridae</i>	Lansdowne Editions in association with E.W. Classey		
D'Abrebra, B.	1984	Butterflies of the neotropical region. Part II. <i>Danaidae</i> , <i>Ithomiidae</i> , <i>Heliconiidae</i> & <i>Morphidae</i>	Hill House, Victoria, Australia		
D'Abrebra, B.	1987	Butterflies of the neotropical region. Part III. <i>Brassolidae</i> , <i>Acraeidae</i> & <i>Nymphalidae</i> (Partim)	Hill House, Victoria, Australia		
D'Abrebra, B.	1987	Butterflies of the neotropical region. Part IV. <i>Nymphalidae</i> (Partim)	Hill House, Victoria, Australia		
D'Abrebra, B.	1988	Butterflies of the neotropical region. Part V. <i>Nymphalidae</i> (Conc.) & <i>Satyridae</i>	Hill House, Victoria, Australia		
D'Abrebra, B.	1994	Butterflies of the neotropical region. Part VI. <i>Riodinidae</i>	Hill House, Victoria, Australia		

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
D'Almeida, R. Ferreira	1940	Revisao do género <i>Phoebis</i> Hübn. (Lepidopt. Pieridae)	Arquivos de Zoologia do Estado de Sao Paulo	1	67-152
D'Almeida, R. Ferreira	1941	Algunas observacoes sobre a fauna de Lepidopteros da América	Arquivos de Zoologia do Estado de Sao Paulo	2	229-318
D'Almeida, R. Ferreira	1972	Notas sobre Pieridae Americanos ( <i>Lepidoptera</i> )	Acta Biol. Pr., Curitiba	1	51-72
D'Almeida, R. Ferreira	1978	Catálogo dos <i>Ithomiidae</i> americanos ( <i>Lepidoptera</i> )	Curitiba, Autor		
Delgado, F.P. & G. Small Jr.	1986	Lista de ropaloceros de Panamá	(ined.) (copia mimeo.)		
Descimon, H.	1986	Origins of lepidopteran faunas in the high tropical Andes. En: Vuilleumier, F. & M. Monasterio (Eds.). High altitude tropical biogeography	Oxford University Press, New York		500-532
Descimon, H. & J. Mast de Maeght	1971	Contribution a la connaissance des Lépidoptères de L'Équateur. Le Genre <i>Heliconius</i> Latreille	Alexanor	7	69-79
Descimon, H. & J. Mast de Maeght	1983	Semispecies relationship between <i>Heliconius erato cyrba</i> Godt. and <i>H. himera</i> Hew. in southwestern Ecuador	Journal of Research on the Lepidoptera	22	229-237
DeVries, Ph.J.	1987	The butterflies of Costa Rica and their natural history. <i>Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae</i>	Princeton University Press		
DeVries, Ph.J.	1997	The butterflies of Costa Rica and their natural history. Volume II: <i>Riodinidae</i>	Princeton University Press		
Eitschberger, U. & T. Racheli	1998	Catasticta studies ( <i>Lepidoptera: Pieridae</i> )	Neue Entomologische Nachrichten	41	5-94
Emsley, M.G.	1963	A morphological study of imagine <i>Heliconiinae</i> ( <i>Lep.: Nymphalidae</i> ) with consideration of the evolutionary relationships within the group	Zoologica: New York Zoological Society	48	85-130
Emsley, M.G.	1965	Speciation in <i>Heliconius</i> ( <i>Lep., Nymphalidae</i> ): morphology and geographic distribution	Zoologica: New York Zoological Society	50	191-254
Fagua, G.	1997	El género <i>Parides</i> en Colombia	Tesis de maestría, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia		
Fassl, A.H.	1915	Die vertikale Verbreitung der Lepidopteren in der Columbischen West-Cordillere	Separat-Abdruck der Entomologischen Rundschau	32	9-12
Forbes, W.T.M.	1942	On border-line <i>Dircenna</i> ( <i>Lepidoptera, Ithomiinae</i> )	Journal of the New York Entomological Society	50	37-44
Forbes, W.T.M.	1943	Revisional notes on the <i>Danainae</i> (supplement)	Journal of the New York Entomological Society	51	295-304

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Forbes, W.T.M.	1948	A second review of <i>Melinaea</i> and <i>Mechanitis</i> ( <i>Lepidoptera, Ithomiinae</i> )	Journal of the New York Entomological Society	56	1-24
Forster, W. von	1964	Beiträge zur Kenntnis der Insektenfauna Boliviens XIX. Lepidoptera III. <i>Satyridae</i>	Veröffentlichungen der zoologischen Staatssammlung München	8	53-188
Fox, R.M.	1940	A generic review of the <i>Ithomiinae</i> ( <i>Lepidoptera, Nymphalidae</i> )	Transactions of the American Entomological Society	66	161-207
Fox, R.M.	1956	A Monograph of the <i>Ithomiidae</i> ( <i>Lepidoptera</i> ). Part 1	Bulletin of the American Museum of Natural History	111	1-76
Fox, R.M.	1960	A postscript on the Ithomiine tribe <i>Tithoreini</i>	Journal of the New York Entomological Society	68	152-156
Fox, R.M.	1961	A check list of the <i>Ithomiidae</i> . I. Tribes <i>Tithoreini</i> and <i>Melinaeini</i>	Journal of the Lepidopterists' Society	15	25-33
Fox, R.M.	1967	A Monograph of the <i>Ithomiidae</i> ( <i>Lepidoptera</i> ). Part III. The tribe <i>Mechanitini</i> Fox	Memoirs of the American Entomological Society	22	
Fox, R.M. & A.C. Forbes	1971	The butterflies of the genera <i>Siproeta</i> and <i>Metamorpha</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> )	Annals of Carnegie Museum	43	223-247
Gil, J.	2001	Distribución de <i>Ithomiinae</i> ( <i>Nymphalidae: Lepidoptera</i> ) en el Ecuador	Tesis previa a la obtención de título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador.		
Hall, J.P.W.	1998	A review of the genus <i>Sarota</i> ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	9	1-21
Hall, J.P.W.	1999	A review of the genus <i>Theope</i> its systematics and biology ( <i>Lepidoptera: Riodinidae: Nymphidiini</i> )	Scientific Publishers Inc., Gainesville, Fl.		
Hall, J.P.W. & D.J. Harvey	1998	A new genus of Riodinid, with a new species from Panama ( <i>Lepidoptera: Riodinidae: Nymphidiini</i> )	Tropical Lepidoptera	9	36-40
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1995a	Two new species of <i>Mesene</i> from western Ecuador ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	6	110-112
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1995b	Notes on the genus <i>Argyrogrammana</i> , with descriptions of five new species ( <i>Lepidoptera: Riodininae</i> )	Tropical Lepidoptera	6	136-143
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1996a	Notes on the genus <i>Argyrogrammana</i> , Part 2, with one new species ( <i>Lepidoptera: Riodininae</i> )	Tropical Lepidoptera	7	71-80

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1966b	Systematics of the Riodinid tribe <i>Symmachiini</i> , with the description of a new genus and five species from Ecuador, Venezuela and Brazil ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Lambillionea	XCVI	637-660
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1998a	Three new species of <i>Riodinini</i> from the cloud forests of Ecuador ( <i>Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	9	22-26
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1998b	Nine new species and one new subspecies of <i>Euselasia</i> from Ecuador ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	9	27-35
Hall, J.P.W. & K.R. Willmott	1998c	Four new species of riodinids from eastern Ecuador ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	9	22-26
Higgins, L.G.	1960	A revision of the Melitaeine genus <i>Chlosyne</i> and allied species ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> )	Trans. R. Ent. Soc. Lond.	112	381-475
Higgins, L.G.	1981	A revision of <i>Phyciodes</i> Hübner and related genera, with a review of the classification of the Melitaeinae ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> )	Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)	43	77-243
Holzinger, H. & R. Holzinger, Wein	1989	<i>Heliconius hecuba creusa</i> , eine neue Subspezies aus West-Kolumbien ( <i>Lepidoptera, Nymphalidae</i> )	Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft Österr. Entomologen	40	91-93
Holzinger, H. & R. Holzinger	1994	<i>Heliconius</i> and related genera. <i>Lepidoptera Nymphalidae</i>	Sciences Nat, Venette, Compiègne, France		
Hovanitz, W.	1945	The distribution of <i>Colias</i> in the Equatorial Andes	Caldasia	3	283-300
Hovanitz, W.	1945	Comparisons of some andean butterfly faunas	Caldasia	3	301-306
Jasinski, A.	1996	Description of three new subspecies of <i>Perisama</i> Doubleday from Ecuador and Northern Peru ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Eurytelinae: Catagrammini</i> )	Genus	7	503-514
Jenkins, D.W.	1983	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . I. Revision of <i>Hamadryas</i>	Bulletin of the Allyn Museum	81	1-146
Jenkins, D.W.	1984	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . II. Revision of <i>Myscelia</i>	Bulletin of the Allyn Museum	87	1-62
Jenkins, D.W.	1985	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . III. Revision of <i>Catonophele</i>	Bulletin of the Allyn Museum	92	1-65
Jenkins, D.W.	1985	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . III. Revision of <i>Ectima</i>	Bulletin of the Allyn Museum	95	1-29
Jenkins, D.W.	1986	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . V. Revision of <i>Epiphile</i>	Bulletin of the Allyn Museum	101	1-70
Jenkins, D.W.	1987	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . VI. Revision of <i>Asterope</i> (= <i>Callithea</i> Auct.)	Bulletin of the Allyn Museum	114	1-66
Jenkins, D.W.	1989	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . VII. Revision of <i>Nessaea</i>	Bulletin of the Allyn Museum	125	1-38
Jenkins, D.W.	1990	Neotropical <i>Nymphalidae</i> . VIII. Revision of <i>Eunica</i>	Bulletin of the Allyn Museum	131	1-177

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Johnson, K. & H. Descimon	1988	Systematic status and distribution of the little-known charaxinae <i>Prepona werneri</i> Hering & Hopp	Journal of the Lepidopterists' Society	42	269-275
Johnson, K. & D. Matusik	1987	A new white-and-black subspecies of <i>Protesilaus euryleon</i> ( <i>Papilionidae</i> )	Journal of the Lepidopterists' Society	41	70-74
Johnson, K., R. Rozycki & D. Matusik	1986	Rediscovery and species status of the neotropical swallowtail butterfly <i>Papilio illuminatus</i> Niepelt ( <i>Lepidoptera: Papilionidae</i> )	Journal of the New York Entomological Society	94	516-525
Lamas, G.	1979	Brother Apolinar Mania (1867-1949) and his contributions to colombian lepidopterology	Journal of the Lepidopterists' Society	33	65-67
Lamas, G.	1980	A revision of the genera <i>Hypomenitis</i> Fox and <i>Veladyris</i> Fox ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae, Ithomiinae</i> )	Revista de Ciencias (Lima)	72	36-46
Lamas, G.	1995	Las mariposas sudamericanas descritas por Vincenz Kollar ( <i>Lepidoptera</i> )	Revista Peruana de Entomología	37	55-58
Lamas, G.	1995	Comentarios taxonómicos y nomenclaturales sobre ninfálidos neotropicales ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> ), con la descripción de ocho subespecies nuevas	Revista Peruana de Entomología	37	59-71
Lamas, G.	1996	Nota rectificativa sobre <i>Cethosia judith</i> Guérin, [1844] ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae, Heliconiinae</i> )	Rev. Per. Ent.	39	19-20
Lamas, G.	1997	Lista comentada de los nombres propuestos para los <i>Acraeini</i> neotropicales, y su material-tipo ( <i>Lepidoptera: Nymphalinae, Heliconiinae</i> )	Rev. Per. Ent.	39	29-48
Lamas, G.	1997	Diez notas sinonímicas sobre <i>Satyrinae</i> neotropicales, con la descripción de dos subespecies nuevas de Perú y Ecuador ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> )	Rev. Per. Ent.	39	49-54
Lamas, G.	1999	Butterflies of the world. Part 3. <i>Nymphalidae</i> II. <i>Ithomiinae</i>	Goecke & Evers, Keltern, Germany		
Lamas, G. & G.B. Small, Jr.	1992	Catalogue of the <i>Nymphalinae</i> of Panama ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> )	Insects of Panama and Mesoamerica. Selected Studies, Oxford University Press, New York		554-566
LeCrom, J.F.	1994	Una nueva subespecie de <i>Altapedaliodes</i> Foster, 1964 de la Cordillera Central de Colombia ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae, Pronophilini</i> )	SHILAP Revta. lepid.	22	259-262

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Le Moul, E.	1932	Etudes sur les <i>Prepona</i> (Lep. Nymph.)	Novitates Entomologicae	Suppl. 1	
Le Moul, E. & P. Réal	1962-63	Les <i>Morpho</i> D'Amérique du Sud et Centrale. Historique, Morphologie, Systematique	Supplément de la revue Novitates Entomologicae. Editions du Cabinet Entomologique E. Le Moul, Paris	1, 2	
Llorente-Bousquets, J.E., H. Descimon & K. Johnson	1993	Taxonomy and biogeography of <i>Archaeoprepona demophoon</i> in Mexico, with description of a new subspecies ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Charaxinae</i> )	Tropical Lepidoptera	4	31-36
Llorente-Bousquets, J.E., L. Oñate-Ocaña, A. Luis-Martínez & I. Vargas-Fernández	1997	<i>Papilionidae</i> y <i>Pieridae</i> de México: distribución geográfica e ilustración	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Facultad de Ciencias, UNAM, México		
Michener, Ch.D.	1942	A generic revision of the <i>Heliconiinae</i> ( <i>Lepidoptera, Nymphalidae</i> )	American Museum Novitates	1197	1-7
Michener, Ch.D.	1942	A review of the subspecies of <i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus). <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i>	American Museum Novitates	1215	1-7
Mielke, O.H.H. & K.S. Brown, Jr.	1979	Suplemento ao Catálogo dos <i>Ithomiidae</i> americanos de R. Ferreira D'Almeida ( <i>Lepidoptera</i> ) ( <i>Nymphalidae</i> <i>Ithomiinae</i> )	Curitiba, Paraná		
Miller, L.D. & S.S. Nicolay	1971	Two new <i>Charaxinae</i> from Panama and the Canal Zone ( <i>Nymphalidae</i> )	Bulletin of the Allyn Museum	1	1-5
Monge-Nágera, J.	1992	Clicking butterflies, <i>Hamadryas</i> , of Panama: their biology and identification	Insects of Panama and Mesoamerica. Selected Studies, Oxford University Press, New York	36	567-572
Moreno F., L.P., R. Torres N., O. Acosta & J. Peñaranda	1995	Un posible complejo de especies gemelas en el genero <i>Eurema</i> ( <i>Lepidoptera: Pieridae</i> ). Evidencias biológicas	Caldasía	18	101-112
Murray, D.	1996	A survey of the butterfly fauna of Jatun Sacha, Ecuador ( <i>Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea</i> )	Journal of Research on the Lepidoptera	35	
Nield, A.F.E.	1996	The butterflies of Venezuela	Meridian Publications, Greenwich, London		
Oña, P.	2001	Distribución de <i>Pieridae</i> ( <i>Lepidoptera</i> ) en el Ecuador.	Tesis previa a la obtención del título de Licenciado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador		

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Piñas Rubio, F. & I. Manzano Pesántez	1997	Mariposas del Ecuador. Vol 1 Géneros	Centro de Publicaciones, Pontificia Universidad Católica del Ecuador		
Potts, R.W.L.	1943	Systematic notes concerning American <i>Acraeinae</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae</i> )	The Pan-Pacific Entomologist	19	31-32
Pyrz, T.W.	1999	Contributions to the knowledge of Ecuadorian <i>Pronophilini</i> , Part II. The genus <i>Lasiophila</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Genus	10	479-495
Pyrz, T.W.	1999	The E. Krüger collection of the <i>Pronophilinae</i> butterflies. Part I: Introduction, genera <i>Altopedaliodes</i> to <i>Lymanopoda</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Lambillionea	XCIX	221-240
Pyrz, T.W.	1999	The E. Krüger collection of the <i>Pronophilinae</i> butterflies. Part II: genera <i>Manerebia</i> to <i>Theimeia</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Lambillionea	XCIX	351-376
Pyrz, T.W.	2000	Contributions to the knowledge of Ecuadorian <i>Pronophilini</i> , Part IV. New taxa of <i>Pronophila</i> Doubleday ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Genus	11	69-86
Pyrz, T.W. & A.L. Viloria	1999	Contributions to the knowledge of Ecuadorian <i>Pronophilini</i> , Part I; new pedalioidines ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Genus	10	117-150
Pyrz, T.W. & A.L. Viloria	1999	Mariposas de la tribu <i>Pronophilini</i> de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia. Primera parte. Convergencia de los patrones de coloración en mariposas andinas: siete nuevas especies del género <i>Pedaliodes</i> Butler, 1867 ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae</i> )	SHILAP Revta. lepid.	27	173-187
Pyrz, T.W., K.R. Willmott & J.P.W. Hall	1999	Contribution to the knowledge of Ecuadorian <i>Pronophilini</i> . Part III. Three new species and five new subspecies of <i>Lymanopoda</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae</i> )	Genus	10	497-522
Pyrz, T.W. & J. Wojtusiak	1999	Mariposas de la tribu <i>Pronophilini</i> de la Reserva Forestal Tambito, Cordillera Occidental, Colombia. Segunda parte. Patrones de distribución altitudinal ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae</i> )	SHILAP Revta. lepid.	27	203-213

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Pyrz, T.W. & J. Wojtusiak	2002	The vertical distribution of Pronophilina butterflies ( <i>Nymphalidae</i> , <i>Satyrinae</i> ) along an elevational transect in Monte Zerpa (cordillera de Mérida, Venezuela) with remarks on their diversity and parapatric distribution	Global Ecology & Biogeography	11	211-221
Racheli, T.	1988	Taxonomic and nomenclatorial notes on <i>Parides aeneas</i> (Linnaeus, 1758) with description of three new subspecies from Peru ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Papilionidae</i> )	Fragm. Entomol., Roma	20	143-154
Racheli, T.	1990	Eco-ethological notes on <i>Battus polydamas</i> species-group ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Papilionidae</i> )	Fragm. Entomol., Roma	22	27-37
Racheli, T.	1992	Distributional and taxonomic notes on <i>Parides phosphorus</i> (Bates, 1861) ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Papilionidae</i> )	Fragm. Entomol., Roma	23	287-297
Racheli, T.	1996	An annotated check-list of Ecuadorian <i>Pieridae</i> ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Pieridae</i> )	Atalanta	27	545-580
Racheli, T. & M. Oliverio	1993	Biogeographical patterns of the neotropical genus <i>Battus</i> Scopoli 1777 ( <i>Lepidoptera</i> <i>Papilionidae</i> )	Tropical Zoology	6	55-65
Racheli, T. & L. Pariset	1992	Il genere <i>Battus</i> . Tassonomia e Storia Naturale	Fragm. Ent.	Suppl. 2	1-163
Racheli, T. & L. Pariset	1992	An annotated check-list of Ecuadorian <i>Papilionidae</i> ( <i>Lepidoptera</i> , <i>Papilionidae</i> )	Atalanta	23	423-447
Racheli, T. & L. Racheli	1997	An annotated check list of Ecuadorian <i>Nymphalidae</i> , Part I: <i>Heliconiinae</i> ( <i>Lepidoptera</i> )	Nachr. Entomol. Ver. Apollo, N.F.	18	231-260
Rebillard, P.	1958	Contribution a la connaissance des <i>Riodinidae</i> Sud-Américains	Mémoires du Muséum National D'Histoire Naturelle	15	135-216
Rodríguez, C.L., C. Suárez & J.E. Luque	1994	El género <i>Morpho</i> en Colombia: I. Especies presentes en Colombia, distribución geográfica y altitudinal	Agronomía Colombiana	11	13-19
Rodríguez, C.L., C. Suárez & J.E. Luque	1996	El género <i>Morpho</i> en Colombia: II. Clave taxonómica para las especies presentes en Colombia	Agronomía Colombiana	13	1-22
Rothschild, W. & K. Jordan	1906	A revision of the american <i>Papilios</i>	Novitates Zoologicae	XIII	27-752
Rozycki, R.	1987	<i>Eurytides orabilis</i> ( <i>Papilionidae</i> ) in Ecuador: a new record.	News of the Lepidopterists' Society	1987	60

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Rydon, A.H.B.	1971	The systematics of the <i>Charaxidae</i> (Lepidoptera: <i>Nymphalidae</i> )	The Entomologist's Record	83	219-388
Shapiro, A.M. R. Torres N.	1978	Notas sobre la biología de dos mariposas <i>Pieridae</i> de grandes alturas de Colombia (Lepidoptera: <i>Pieridae</i> )	Cespedesia	7	7-23
Silberglied, R., A. Aiello & G. Lamas	1979	Neotropical butterflies of the genus <i>Anartia</i> : systematics, life histories, and general biology (Lepidoptera: <i>Nymphalidae</i> )	Psyche	86	219-260
Späth, M.	1999	Butterflies of the world. Part 2. <i>Nymphalidae</i> I. <i>Agrias</i> . In: Bauer, E. & T. Frankenhach (Eds.). Butterflies of the World.	Goecke & Evers, Keltern, Germany		1-17
Srygley, R.B. & C.M. Penz	1999	Lekking in neotropical owl butterflies, <i>Caligo ilioneus</i> and <i>C. Oileus</i> (Lepidoptera: Brassoliniinae)	Journal of Insect Behavior	12	81-103
Steinhauser, S.R. & L.D. Miller	1977	Three new species of <i>Adelpha</i> (Nymphalidae) from Mexico and Colombia	Bulletin of the Allyn Museum	46	1-10
Talbot, G.	1943	Revisional notes on the genus <i>Danaus</i> Kluk (Lep. Rhop. Danaidae)	Trans. R. Ent. Soc. Lond.	93	115-148
Turner, J.R.G.	1973	Illustrations of <i>Heliconius</i> (Nymphalidae): some rare and important specimens	Journal of the Lepidopterists' Society	27	130-136
Tyler, H., K.S. Brown Jr. & K. Wilson	1994	Swallowtail butterflies of the Americas. A study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics, and conservation	Scientific Publishers Inc., Gainesville, Fl.		
Vane-Wright, R.I.	1974	Eugene Le Moult's <i>Prepona</i> types (Lepidoptera: <i>Nymphalidae</i> . <i>Charaxinae</i> )	Bulletin of the Allyn Museum	21	1-10
Vane-Wright, R.I.	1979	The coloration, identification and phylogeny of <i>Nessaea</i> butterflies (Lepidoptera: <i>Nymphalidae</i> )	Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)	38	27-56
Vane-Wright, R.I. & P.R. Ackery	1975	The distribution, polymorphism and mimicry of <i>Heliconius telesiphe</i> (Doubleday) and the species of <i>Podotricha</i> Michener (Lepidoptera: <i>Heliconiinae</i> )	Academic Press		
Viloria, A.L.	2003	Historical biogeography and the origins of the Satyrine butterflies of the Tropical Andes (Lepidoptera: <i>Rhopalocera</i> ). In: Morrone, J.J. & J. Llorente-Bousquets (Eds.). Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía.	Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico, D.F.		247-261
Viloria, A.L. & T.W. Pycrz	1999	New Pronophiine butterflies from the Venezuelan Tepuyes ( <i>Nymphalidae</i> : <i>Satyrinae</i> )	Journal of the Lepidopterists' Society	53	90-98

Anexo 1. Principales fuentes bibliográficas consultadas con relación a la sistemática y taxonomía de las especies de las familias de mariposas (*Papilionoidea*) estudiadas

Autor	Año	Título	Revista periódica o editorial	Vol. o Supl.	Páginas
Viloria, A.L. & T.W. Pycrz	2001	Revalidación y revisión de <i>Steromapedaliodes</i> Forster, con descripción de dos especies nuevas ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae</i> )	Anartia, Publicaciones ocasionales del Museo de Biología de la Universidad del Zulia	15	22pp.
Weymer, G.	1890	En: Weymer, G. & J.P. Maassen. Lepidopteren gesammelt auf einer Reise durch Colombia, Ecuador, Peru, Brasilien, Argentinien und Bolivien in den Jahren 1868-1877 von Alphons Stübel.	A. Asher & Co., Berlin		
Willmott, K.R. & J.P.W. Hall	1994	Four new species of riodinids from western Ecuador ( <i>Lepidoptera: Riodinidae</i> )	Tropical Lepidoptera	5	87-91
Willmott, K.R. & J.P.W. Hall	1999	Taxonomic notes on Ecuadorian <i>Adelpha</i> , with the description of two new species and seven new subspecies ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidinae</i> )	Tropical Lepidoptera	10	1-17
Willmott, K.R. & G. Lamas	2004	A new species of <i>Titorea</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae</i> ) from the Chocó region of northwestern South America and Panama	Journal of the New York Entomological Society	112	1-17
Willmott, K.R., J.P.W. Hall & G. Lamas	2001	Systematics of <i>Hypanartia</i> ( <i>Lepidoptera: Nymphalidae: Nymphalinae</i> ), with a test for geographical speciation mechanisms in the Andes	Systematic Entomology	26	369-399
Winhard, W.	2000	Pieridae I. En: Bauer, E. & T. Frankenbach (Eds.). Butterflies of the World. Part 10 (text & plates)	Goecke & Evers, Keltern, Germany		
Wojtusiak, J.	1998	North Andean cloud forest and subparamo species of the genus <i>Catasticta</i> : <i>C. chrysolopha</i> Kollar <i>C. spectrum</i> Reissinger and <i>C. abdita</i> new species ( <i>Lepidoptera Pieridae</i> )	Lambillionea	XCVIII	
Young, A.M. & A. Muysshondt	1972	Geographical and ecological expansion in tropical butterflies of the genus <i>Morpho</i> in evolutionary time	Rev. Biol. Trop.	20	231-263

Anexo 2. Colecciones de mariposas (*Papilionoidea*) consultadas y revisadas.

Acrónimo	Nombre del Museo o Colección y ubicación
BMNH	British Museum (Natural History), Lóndres, Inglaterra
NMNH	National Museum of Natural History, Washington, D.C., U.S.A.
MHN-UCa	Museo de Historia Natural, Universidad del Cauca, Popayan, Colombia
MHN-UC	Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia
MZUJ-Col	Museo Zoológico, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia
MFLG	Museo Francisco Luis Gallego, Medellín, Colombia
UV	Colección entomológica de la Universidad del Valle, Cali, Colombia
ICV	Colección entomológica del Instituto de Ciencias del Valle - INCIVA, Cali, Colombia
IAvH	Colección entomológica de Ernesto Schmidt-Mumm, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Villa de Leyva, Colombia
CIB	Colección entomológica del proyecto "Inventario de Entomofauna, enemigos naturales de plagas vegetales y vectores de enfermedades en el municipio de Nuquí, Chocó", Sección de Biotecnología y Control Biológico, Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB), Medellín, Colombia
FC	Colección privada de la familia Constantino, Cali, Colombia
JS	Colección privada de Julián Salazar, Manizales, Colombia
LC	Colección privada de J.F. LeCrom, Bogotá, Colombia
DA	Colección privada de David Acosta S., Bogotá, Colombia
HD	Colección privada de Hans Dahnners, Cali, Colombia
NP	Colección privada de Nicolás Peláez, Medellín, Colombia
TK	Colección privada de T. Kano, Medellín, Colombia

La siguiente información se obtuvo en forma de listado:	
ICN-MHN	Catálogo analítico de registros de fauna de la región Pacífica, suministrado por el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá-ICN
CDC-Ecuador	Listado de registros de colección de Pieridae, Ithomiini y Heliconiini de ejemplares del Museo de Historia Natural de la Pontificia Universidad Católica de Ecuador en la base de datos del Centro de Datos para la Conservación de Ecuador (CDC), Quito, Ecuador

Anexo 3. Listado de las especies y subespecies de mariposas de las familias estudiadas (*Papilionidae*, *Pieridae*, *Riodinidae* y *Nymphalidae*), registradas en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién.

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Papilionidae</i>	<i>Papilioninae</i>	<i>Troidini</i>	<i>Parides anchises farfan</i>
			<i>Parides childrenae childrenae</i>
			<i>Parides childrenae latifasciata</i>
			<i>Parides erithalion cauca</i>
			<i>Parides erithalion palmasensis</i>
			<i>Parides erithalion smalli</i>
			<i>Parides eurimedes emilius</i>
			<i>Parides eurimedes mycale</i>
			<i>Parides eurimedes timias</i>
			<i>Parides iphidamas calogyna</i>
			<i>Parides iphidamas elatos</i>
			<i>Parides iphidamas gorgonae</i>
			<i>Parides panares erythrus</i>
			<i>Parides panares lycimenes</i>
			<i>Parides panares paralius</i>
			<i>Parides sesostris tarquinius</i>
			<i>Battus crassus lepidus</i>
			<i>Battus ingenuus</i>
<i>Battus lycidas</i>			
<i>Battus polydamas polydamas</i>			
<i>Papilionidae</i>	<i>Papilioninae</i>	<i>Papilionini</i>	<i>Papilio anchisiades anchisiades</i>
			<i>Papilio anchisiades lamasi</i>
			<i>Papilio androgeus androgeus</i>
			<i>Papilio astyalus hippomedon</i>
			<i>Papilio epenetus</i>
			<i>Papilio homothoas</i>
			<i>Papilio isidorus pacificus</i>
			<i>Papilio paeon paeon</i>
			<i>Papilio paeon thrason</i>
			<i>Papilio polyxenes americus</i>
			<i>Papilio polyxenes sadalus</i>
			<i>Papilio thoas nealces</i>
			<i>Papilio torquatus jeani</i>
			<i>Papilio torquatus leptalea</i>
			<i>Papilio birchallii birchallii</i>
			<i>Papilio cacicus nesrinae</i>
			<i>Papilio menatius laetitia</i>
			<i>Papilio menatius syndemis</i>
<i>Papilio zagreus daguanus</i>			
<i>Papilio zagreus rosenbergi</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Papilionidae</i>	<i>Papilioninae</i>	<i>Leptocircini</i>	<i>Protographium agesilaus eimeri</i>
			<i>Protographiumanaxilaus</i>
			<i>Protographium dioxippus dioxippus</i>
			<i>Protographium leucaspis lamidis</i>
			<i>Protographium philolaus xanticles</i>
			<i>Protographium thyastes panamensis</i>
			<i>Eurytides dolicaon hebreus</i>
			<i>Eurytides dolicaon septentrionalis</i>
			<i>Eurytides orabilis isocharis</i>
			<i>Eurytides serville columbus</i>
			<i>Protesilaus earis</i>
			<i>Protesilaus glaucolaus glaucolaus</i>
			<i>Protesilaus glaucolaus melaenus</i>
			<i>Protesilaus macrosilaus leucones</i>
			<i>Protesilaus molops molops</i>
			<i>Protesilaus protesilaus archesilaus</i>
			<i>Protesilaus protesilaus dariensis</i>
			<i>Protesilaus telesilaus dolius</i>
			<i>Mimoides euryleon clusoculis</i>
			<i>Mimoides euryleon haenschi</i>
<i>Mimoides euryleon pithonius</i>			
<i>Mimoides ilus ilus</i>			
<i>Mimoides pausanius cleombrotus</i>			
<i>Mimoides phaon therodamas</i>			
<i>Mimoides xeniades isus</i>			
<i>Pieridae</i>	<i>Dismorphinae</i>		<i>Pseudopieris viridula viridula</i>
			<i>Enantia licinia</i>
			<i>Enantia melite citrinella</i>
			<i>Enantia melite cornelia</i>
			<i>Lieinix nemesis</i>
			<i>Patia orise cordillera</i>
			<i>Patia orise sororna</i>
			<i>Dismorphia altis</i>
			<i>Dismorphia amphione daguana</i>
			<i>Dismorphia amphione ssp.</i>
			<i>Dismorphia arcadia hippotas</i>
			<i>Dismorphia arcadia ssp.</i>
			<i>Dismorphia crisia foedora</i>
			<i>Dismorphia hyposticta manuelita</i>
			<i>Dismorphia lua idae</i>
<i>Dismorphia lelex lelex</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Pieridae</i>	<i>Dismorphinae</i>		<i>Dismorphia lelex ssp.</i>
			<i>Dismorphia lewyi lewyi</i>
			<i>Dismorphia lysis lysis</i>
			<i>Dismorphia medora</i>
			<i>Dismorphia mirandola</i>
			<i>Dismorphia pinthaeus</i>
			<i>Dismorphia teucharila avonia</i>
			<i>Dismorphia teucharila siloe</i>
			<i>Dismorphia teucharila xanthone</i>
			<i>Dismorphia zaela zaela</i>
			<i>Dismorphia zathoe core</i>
			<i>Dismorphia zathoe othoe</i>
<i>Pieridae</i>	<i>Pierinae</i>	<i>Anthocharidini</i>	<i>Hesperocharis marchalii</i>
<i>Pieridae</i>	<i>Pierinae</i>	<i>Pierini</i>	<i>Archonias archidona</i>
			<i>Archonias tereas critias</i>
			<i>Archonias tereas rosacea</i>
			<i>Melete florinda daguana</i>
			<i>Melete leucadia</i>
			<i>Melete lycimnia aelia</i>
			<i>Melete lycimnia napona</i>
			<i>Melete lycimnia ssp.</i>
			<i>Melete peruviana leucanthe</i>
			<i>Leodonta dysoni zenobia</i>
			<i>Leodonta tellane ssp.</i>
			<i>Pereute callinira</i>
			<i>Pereute charops columbia</i>
			<i>Pereute leucodrosime beryllina</i>
			<i>Pereute leucodrosime leucodrosime</i>
			<i>Catasticta affinis giga</i>
			<i>Catasticta ctemene rubricata</i>
			<i>Catasticta flisa archoflisa</i>
			<i>Catasticta flisa duna</i>
			<i>Catasticta flisa flisoides</i>
			<i>Catasticta frontina frontina</i>
			<i>Catasticta hegemon albesecens</i>
			<i>Catasticta nimbice ligata</i>
			<i>Catasticta notha caucana</i>
			<i>Catasticta philais</i>
			<i>Catasticta philodora maja</i>
			<i>Catasticta philoscia incertina</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Pieridae</i>	<i>Pierinae</i>	<i>Pierini</i>	<i>Catasticta prioneris albescens</i>
			<i>Catasticta rosea</i>
			<i>Catasticta seitzii</i>
			<i>Catasticta sisamnus smalli</i>
			<i>Catasticta socorrensis socorrensis</i>
			<i>Catasticta strigosa actinotis</i>
			<i>Catasticta suadela</i>
			<i>Catasticta suasa</i>
			<i>Catasticta susiana susiana</i>
			<i>Catasticta tatae</i>
			<i>Catasticta teutila teutila</i>
			<i>Catasticta tomyris</i>
			<i>Catasticta uricoecheae flava</i>
			<i>Appias drusilla</i>
			<i>Leptophobia aripa aripa</i>
			<i>Leptophobia caesia caesia</i>
			<i>Leptophobia caesia semicaesia</i>
			<i>Leptophobia eleone eleone</i>
			<i>Leptophobia eleusis eleusis</i>
			<i>Leptophobia eleusis helena</i>
			<i>Leptophobia euthemia</i>
			<i>Leptophobia helena smithii</i>
			<i>Leptophobia penthica</i>
			<i>Leptophobia tovaria maruga</i>
			<i>Leptophobia tovaria ssp.n. 1</i>
			<i>Leptophobia tovaria ssp.n. 2</i>
			<i>Itaballia demophile centralis</i>
			<i>Itaballia demophile calydonia</i>
			<i>Itaballia marana</i>
			<i>Itaballia pandosia kicaha</i>
			<i>Itaballia pandosia sabata</i>
			<i>Itaballia pisonis</i>
			<i>Pieriballia viardi locusta</i>
			<i>Pieriballia viardi noctipennis</i>
			<i>Pieriballia viardi tithoreides</i>
			<i>Perryhybris lorena</i>
			<i>Perryhybris lypera septentrionalis</i>
			<i>Perryhybris lypera sulphuralis</i>
			<i>Perryhybris pamela fruhstorferi</i>
			<i>Perryhybris pamela glessaria</i>
			<i>Perryhybris pyrrha bogotana</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Pieridae</i>	<i>Pierinae</i>	<i>Pierini</i>	<i>Ascia monuste</i>
			<i>Ascia sevata</i>
			<i>Ascia sincera</i>
			<i>Charonias eurytele ssp.</i>
			<i>Tatochila mercedis</i>
			<i>Tatochila sagittata</i>
<i>Pieridae</i>	<i>Coliadinae</i>		<i>Zerene cesonia ssp.</i>
			<i>Anteos clorinde</i>
			<i>Anteos maerula</i>
			<i>Anteos menippe</i>
			<i>Phoebis agarithe agarithe</i>
			<i>Phoebis argante argante</i>
			<i>Phoebis bourkei</i>
			<i>Phoebis neocypris</i>
			<i>Phoebis philea philea</i>
			<i>Phoebis rurina</i>
			<i>Phoebis sennae</i>
			<i>Phoebis trite</i>
			<i>Aphrissa boisduvali</i>
			<i>Aphrissa statira statira</i>
			<i>Eurema agave</i>
			<i>Eurema albula</i>
			<i>Eurema दौरa</i>
			<i>Eurema ecuadora</i>
			<i>Eurema elathea vitellina</i>
			<i>Eurema gratiosa</i>
			<i>Eurema leuce leuce</i>
			<i>Eurema mexicana mexicana</i>
			<i>Eurema nise</i>
			<i>Eurema phiale columbia</i>
			<i>Eurema proterpia</i>
			<i>Eurema salome</i>
			<i>Eurema venusta</i>
<i>Eurema xantochlora pomponia</i>			
<i>Eurema xantochlora xantochlora</i>			
<i>Colias dimera</i>			
<i>Colias lesbia dinora</i>			
<i>Riodinidae</i>	<i>Euselasiinae</i>	<i>Euselasiini</i>	<i>Hades noctula</i>
			<i>Methone cecilia</i>
			<i>Euselasia amphidecta</i>
			<i>Euselasia andreae</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Euselasiinae</i>	<i>Euselasiini</i>	<i>Euselasia argentea</i>
			<i>Euselasia athena</i>
			<i>Euselasia aurantiaca aurantiaca</i>
			<i>Euselasia bettina</i>
			<i>Euselasia chrysippe</i>
			<i>Euselasia corduena anadema</i>
			<i>Euselasia eucrates leucorrhoea</i>
			<i>Euselasia eupatra</i>
			<i>Euselasia fervida fervida</i>
			<i>Euselasia gyda gydina</i>
			<i>Euselasia hieronymi bianala</i>
			<i>Euselasia hypophaea</i>
			<i>Euselasia jigginsi</i>
			<i>Euselasia labdacus</i>
			<i>Euselasia mazaca ssp.n.</i>
			<i>Euselasia midas crotopiades</i>
			<i>Euselasia mystica</i>
			<i>Euselasia orion</i>
			<i>Euselasia palla</i>
			<i>Euselasia pellonia (?)</i>
			<i>Euselasia procula</i>
			<i>Euselasia regipennis eurysthenes</i>
			<i>Euselasia regipennis eupepla</i>
<i>Euselasia rhodogyne patella</i>			
<i>Euselasia sergia</i>			
<i>Euselasia subargentea</i>			
<i>Euselasia violacea</i>			
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Mesosemiini</i>	<i>Perophthalma lasciva</i>
			<i>Perophthalma lasus</i>
			<i>Perophthalma tullius</i>
			<i>Leucochimona aequatorialis</i>
			<i>Leucochimona icare</i>
			<i>Leucochimona lagora</i>
			<i>Leucochimona vestalis leucogaea</i>
			<i>Teratophthalma monochroma</i>
			<i>Mesosemia antaerice</i>
			<i>Mesosemia asa mycene</i>
			<i>Mesosemia carderi</i>
			<i>Mesosemia carissima</i>
<i>Mesosemia ceropia</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Mesosemiini</i>	<i>Mesosemia coelestis</i>
			<i>Mesosemia esperanza</i>
			<i>Mesosemia hesperina hesperina</i>
			<i>Mesosemia hesperina ssp. nov.</i>
			<i>Mesosemia hypermegala</i>
			<i>Mesosemia macrina</i>
			<i>Mesosemia mamilia</i>
			<i>Mesosemia mancia</i>
			<i>Mesosemia metuana</i>
			<i>Mesosemia mevania mevania</i>
			<i>Mesosemia pacifica</i>
			<i>Mesosemia sibyllina</i>
			<i>Mesosemia telegone</i>
			<i>Mesosemia thetys</i>
			<i>Mesosemia zonalis</i>
			<i>Voltinia theata</i>
			<i>Napaea eucharila eucharila</i>
<i>Napaea theages</i>			
<i>Cremna thasus subrutila</i>			
<i>Hermathena candidata columba</i>			
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Eurybiini</i>	<i>Eurybia cyclopia cyclopia</i>
			<i>Eurybia donna</i>
			<i>Eurybia elvina elvina</i>
			<i>Eurybia lycisca</i>
			<i>Eurybia patrona persona</i>
			<i>Eurybia sp. nov. nr. dardus</i>
			<i>Eurybia unxia</i>
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Incertae sedis</i>	<i>Argyrogrammana barine</i>
			<i>Argyrogrammana crocea</i>
			<i>Argyrogrammana leptographia</i>
			<i>Argyrogrammana occidentalis</i>
			<i>Argyrogrammana physis physis</i>
			<i>Argyrogrammana saphirina</i>
			<i>Argyrogrammana sp.</i>
			<i>Argyrogrammana stilbe holosticta</i>
			<i>Argyrogrammana sublimis</i>
			<i>Calydna venusta morio</i>
			<i>Emesis brimo</i>
			<i>Emesis cyprina paphia</i>
<i>Emesis fatimella fatimella</i>			
<i>Emesis fatimella nobilata</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Incertae sedis</i>	<i>Emesis lacrines</i>
			<i>Emesis lucinda aurimna</i>
			<i>Emesis lucinda conformata</i>
			<i>Emesis mandana mandana</i>
			<i>Emesis ocy pore aethalia</i>
			<i>Emesis tegula</i>
			<i>Emesis tenedia tenedia</i>
			<i>Pseudonymphidia agave</i>
			<i>Pseudonymphidia clearista</i>
			<i>Pachythone gigas</i>
			<i>Pachytone sp. nr. barcanti</i>
			<i>Pixus corculum</i>
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Riodinini</i>	<i>Lyropteryx lyra cleadas</i>
			<i>Necyria bellona zaneta</i>
			<i>Necyria bellona saundersii</i>
			<i>Necyria beltiana</i>
			<i>Necyria duellona</i>
			<i>Ancyluris inca huascar</i>
			<i>Ancyluris inca inca</i>
			<i>Ancyluris jurgensenii atahualpa</i>
			<i>Ancyluris jurgensenii jurgensenii</i>
			<i>Ancyluris paramba</i>
			<i>Rhetus arcus</i>
			<i>Rhetus dysonii</i>
			<i>Rhetus dysonii caligosus</i>
			<i>Rhetus periander</i>
			<i>Chorinea bogota</i>
			<i>Ithomeis eulema imitatrix</i>
			<i>Brachyglenis dinora</i>
			<i>Monethe albertus rudolphus</i>
			<i>Melanis electron</i>
			<i>Melanis pixe corvina</i>
			<i>Melanis pixe sanguinea</i>
			<i>Siseme alectryo</i>
			<i>Siseme aristoteles leucodesma</i>
			<i>Siseme aristoteles sprucei</i>
			<i>Siseme pallas pallas</i>
			<i>Isapis agyrtus</i>
			<i>Notheme erota diadema</i>
			<i>Metacharis nigrella</i>
<i>Metacharis sp.</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Riodinini</i>	<i>Metacharis victrix</i>
			<i>Syrmatia aethiops</i>
			<i>Syrmatia nyx</i>
			<i>Chamaelimnas cydonia</i>
			<i>Detritivora barnesi</i>
			<i>Detritivora hermodora</i>
			<i>Detritivora smalli</i>
			<i>Detritivora zama</i>
			<i>Baeotis nesaea</i>
			<i>Baeotis sulphurea macularia</i>
			<i>Baeotis zonata zonata</i>
			<i>Calephelis iris</i>
			<i>Caria mantinea lampeto</i>
			<i>Caria mantinea mantinea</i>
			<i>Caria rhacotis</i>
			<i>Chalodeta lypera</i>
			<i>Parcela amarynthina</i>
			<i>Charis anius</i>
			<i>Calephelis laverna laverna</i>
			<i>Lasaia agesilas</i>
			<i>Lasaia arsis (?)</i>
			<i>Lasaia oileus</i>
			<i>Lasaia pseudomeris</i>
			<i>Exoplisia cadmeis</i>
			<i>Cariomothis poeciloptera melusina</i>
			<i>Pheles strigosa strigosa</i>
			<i>Dachetola caligata</i>
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Symmachiini</i>	<i>Lucillella aterra</i>
			<i>Mesene babosa</i>
			<i>Mesene citrinella</i>
			<i>Mesene margaretta margaretta</i>
			<i>Mesene margaretta oriens</i>
			<i>Mesene monostigma</i>
			<i>Mesene mygdon</i>
			<i>Mesene nepticula stigmosa</i>
			<i>Mesene phareus</i>
			<i>Mesene silaris</i>
			<i>Mesenopsis briseis</i>
			<i>Mesenopsis bryaxis</i>
			<i>Mesenopsis melanochlora</i>
			<i>Xenandra desora</i>
<i>Xenandra vulcanalis</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Symmachiini</i>	<i>Esthemopsis clonia</i>
			<i>Esthemopsis colaxes</i>
			<i>Esthemopsis pherephatte pherephatte</i>
			<i>Chimastrum argentea carnutes</i>
			<i>Symmachia accusatrix</i>
			<i>Symmachia hazelana</i>
			<i>Symmachia jugurtha</i>
			<i>Symmachia leena harmodius</i>
			<i>Symmachia leena leena</i>
			<i>Symmachia probetor</i>
			<i>Symmachia rubina rubina</i>
			<i>Symmachia rubrica</i>
			<i>Symmachia threissa</i>
			<i>Symmachia triangularis</i>
			<i>Symmachia tricolor</i>
			<i>Symmachia virgatula</i>
			<i>Symmachia xypete</i>
			<i>Pirascca apolecta</i>
			<i>Pirascca arbuscula arbuscula</i>
			<i>Pirascca phoenicura</i>
			<i>Pirascca polemistes</i>
<i>Pirascca tyriotes</i>			
<i>Panaropsis elegans</i>			
<i>Phaenochitonia ignipicta</i>			
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Helicopini</i>	<i>Anteros allectus</i>
			<i>Anteros bracteata</i> (?)
			<i>Anteros carausius carausius</i>
			<i>Anteros chrysoprastus roratus</i>
			<i>Anteros formosus micon</i>
			<i>Anteros kupris kupris</i>
			<i>Anteros renaldus indigator</i>
			<i>Sarota acantus</i>
			<i>Sarota chloropunctata</i>
			<i>Sarota chocoensis</i>
			<i>Sarota chrysus</i>
			<i>Sarota gamelia gamelia</i>
			<i>Sarota gyas</i>
			<i>Sarota myrtea</i>
			<i>Sarota neglecta</i>
			<i>Sarota psaros psaros</i>
<i>Sarota subtessellata</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Nymphidiini</i>	<i>Menander laobotas</i>
			<i>Menander menander purpurata</i>
			<i>Menander pretus picta</i>
			<i>Calospila asteria</i>
			<i>Calospila cilissa</i>
			<i>Calospila lucianus</i>
			<i>Calospila maeon</i>
			<i>Calospila pelarge</i>
			<i>Hypophylla argenissa</i>
			<i>Hypophylla florus</i>
			<i>Hypophylla martia</i>
			<i>Hypophylla sudias callaghani</i>
			<i>Hypophylla sudias sudias</i>
			<i>Hypophylla zeurippa</i>
			<i>Rodinia calphurnia barbouri</i>
			<i>Adelotypa densemaculata</i>
			<i>Calociasma nycteus</i>
			<i>Setabis alcmaeon</i>
			<i>Setabis cleomedes</i>
			<i>Setabis lagus jansoni</i>
			<i>Theope archimedes zyzyxoxyx</i>
			<i>Theope bacenis</i>
			<i>Theope barea</i>
			<i>Theope basilea</i>
			<i>Theope cratylus</i>
			<i>Theope decorata</i>
			<i>Theope devriesi</i>
			<i>Theope eudocia</i>
			<i>Theope eurygonina</i>
			<i>Theope foliorum</i>
			<i>Theope iani</i>
			<i>Theope kingi</i>
			<i>Theope leucanthe</i>
			<i>Theope lycaenina</i>
			<i>Theope matuta heureka</i>
			<i>Theope matuta matuta</i>
<i>Theope nycteis</i>			
<i>Theope pedias</i>			
<i>Theope pepo</i>			
<i>Theope phaeo</i>			
<i>Theope publius publius</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Nymphidiini</i>	<i>Theope sanjuani</i>
			<i>Theope speciosa</i>
			<i>Theope virgilius</i>
			<i>Nymphidium azanoides occidentalis</i>
			<i>Nymphidium balbinus</i>
			<i>Nymphidium cachrus ascolides</i>
			<i>Nymphidium chimborazium</i>
			<i>Nymphidium haematostictum</i>
			<i>Nymphidium lenocinium</i>
			<i>Nymphidium mantus</i>
			<i>Nymphidium olinda</i>
			<i>Nymphidium sp. n.</i>
			<i>Catocyclotis aemulius</i>
			<i>Ariconias albinus</i>
			<i>Aricoris domina</i>
			<i>Aricoris erostratus</i>
			<i>Calicosama lilina</i>
			<i>Thisbe irenea</i>
			<i>Thisbe lycorias</i>
			<i>Thisbe ucubis</i>
			<i>Juditha caucana</i>
			<i>Juditha dorilis</i>
			<i>Juditha odites praeclarum</i>
<i>Synargis calyce</i>			
<i>Synargis dirca</i>			
<i>Synargis mycone</i>			
<i>Synargis palaeste</i>			
<i>Synargis phliasus velabrum</i>			
<i>Riodinidae</i>	<i>Riodininae</i>	<i>Stalachtini</i>	<i>Stalachtis magdalena cleove</i>
			<i>Stalachtis magdalena magdalena</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Libytheinae</i>		<i>Libytheana carinenta mexicana</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Danaini</i>	<i>Danaus eresimus montezuma</i>
			<i>Danaus gilippus hermippus</i>
			<i>Danaus plexippus megalippe</i>
			<i>Lycorea cleobaea atergatis</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Ithomiini</i>	<i>Elzunia humboldt atahualpa</i>
			<i>Elzunia humboldt ssp.n. 1</i>
			<i>Elzunia humboldt ssp.n. 2</i>
			<i>Elzunia pavonii</i>
			<i>Tithorea harmonia furina</i>
			<i>Tithorea harmonia irene</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Ithomiini</i>	<i>Tithorea harmonia manabiana</i>
			<i>Tithorea pacifica concordia</i>
			<i>Tithorea pacifica euphonia</i>
			<i>Tithorea tarricina pinthias</i>
			<i>Aeria eurimedia agna</i>
			<i>Aeria eurimedia latistriga</i>
			<i>Aeria eurimedia sisenna</i>
			<i>Athesis clearista ssp.n.</i>
			<i>Eutresis hypereia hyspa</i>
			<i>Eutresis hypereia ssp.n.</i>
			<i>Olyras crathis ssp.n. 1</i>
			<i>Olyras crathis ssp.n. 2</i>
			<i>Olyras crathis weeksi</i>
			<i>Olyras insignis praestans</i>
			<i>Olyras insignis translucens</i>
			<i>Patricia deryllidas deryllidas</i>
			<i>Melinaea idae idea</i>
			<i>Melinaea idae vespertina</i>
			<i>Melinaea lilis dodona</i>
			<i>Melinaea lilis messatis</i>
			<i>Melinaea lilis parallelis</i>
			<i>Methona confusa ssp.n.</i>
			<i>Thyridia psidii aedesia</i>
			<i>Scada zemira</i>
			<i>Scada zibia xanthina</i>
			<i>Scada zibia zeroca</i>
			<i>Scada zibia zibia</i>
			<i>Mechanitis lysimnia macrinus</i>
			<i>Mechanitis menapis dariensis</i>
			<i>Mechanitis menapis mantineus</i>
			<i>Mechanitis menapis occasiva</i>
			<i>Mechanitis polymnia chimborazona</i>
			<i>Mechanitis polymnia isthmia</i>
			<i>Mechanitis polymnia veritabilis</i>
			<i>Mechanitis polymnia weneri</i>
			<i>Hyalyris excelsa robertus</i>
			<i>Hyalyris excelsa ssp.n. 1</i>
			<i>Hyalyris excelsa ssp.n. 2</i>
			<i>Hyalyris excelsa ssp.n. 3</i>
			<i>Napeogenes cranto marilena</i>
			<i>Napeogenes cranto ssp.n. 1</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Ithomiini</i>	<i>Napeogenes cranto ssp.n. 2</i>
			<i>Napeogenes peridia decora</i>
			<i>Napeogenes peridia hemimelaena</i>
			<i>Napeogenes peridia hoppi</i>
			<i>Napeogenes stella aster</i>
			<i>Napeogenes stella opacella</i>
			<i>Napeogenes stella ssp.n.</i>
			<i>Napeogenes tolosa chrispina</i>
			<i>Napeogenes tolosa diaphanosa</i>
			<i>Napeogenes tolosa ssp.n. 1</i>
			<i>Napeogenes tolosa ssp.n. 2</i>
			<i>Hypothesis euclea caldasensis</i>
			<i>Hypothesis euclea micheneri</i>
			<i>Hypothesis euclea philetaera</i>
			<i>Hypothesis euclea valora</i>
			<i>Hypothesis lycaste antonia</i>
			<i>Hypothesis lycaste limosa</i>
			<i>Hypothesis lycaste limpida</i>
			<i>Hypothesis lycaste lycaste</i>
			<i>Pagyris cymothoe cymothoe</i>
			<i>Pagyris cymothoe sylvella</i>
			<i>Pagyris ulla vanilla</i>
			<i>Ithomia agnosia pseudoagalla</i>
			<i>Ithomia celemia ssp.n.</i>
			<i>Ithomia cleora</i>
			<i>Ithomia diasia leucophaena</i>
			<i>Ithomia diasia morena</i>
			<i>Ithomia diasia ossuna</i>
			<i>Ithomia hyala hyala</i>
			<i>Ithomia hyala sincerus</i>
			<i>Ithomia hyala ssp.n.</i>
			<i>Ithomia hymettia ssp.n.</i>
			<i>Ithomia iphianassa ethilla</i>
			<i>Ithomia iphianassa panamensis</i>
			<i>Ithomia iphianassa ssp.n.</i>
			<i>Ithomia jucunda jucunda</i>
			<i>Ithomia jucunda lamasi</i>
			<i>Ithomia jucunda ssp.n. 1</i>
			<i>Ithomia jucunda ssp.n. 2</i>
			<i>Ithomia terra terrana</i>
<i>Ithomia xenos ssp.n.</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Ithomiini</i>	<i>Megoleria susiana sandra</i>
			<i>Megoleria susiana susanna</i>
			<i>Hyposcada anchiala ssp.n.</i>
			<i>Hyposcada illinissa aesion</i>
			<i>Hyposcada illinissa ssp.n.</i>
			<i>Hyposcada schausi lactea</i>
			<i>Hyposcada schausi schausi</i>
			<i>Hyposcada virginiana adelphina</i>
			<i>Hyposcada virginiana consobrina</i>
			<i>Hyposcada virginiana neustetteri</i>
			<i>Oleria amalda faunula</i>
			<i>Oleria amalda modesta</i>
			<i>Oleria amalda ssp.n.</i>
			<i>Oleria makrena ssp. n. 1</i>
			<i>Oleria makrena ssp. n. 2</i>
			<i>Oleria padilla padilla</i>
			<i>Oleria paula ssp.n.</i>
			<i>Oleria quadrata</i>
			<i>Oleria thiemei</i>
			<i>Oleria zelica cuneata</i>
			<i>Oleria zelica daguana</i>
			<i>Oleria zelica pagasa</i>
			<i>Oleria zelica zelica</i>
			<i>Ceratinia iolaia rehni</i>
			<i>Ceratinia tutia singularis</i>
			<i>Ceratinia tutia ssp.n. 1</i>
			<i>Ceratinia tutia ssp.n. 2</i>
			<i>Ceratinia tutia transversa</i>
			<i>Callithomia alexirrhoe panamensis</i>
			<i>Callithomia hezia beronilla</i>
			<i>Callithomia hezia smalli</i>
			<i>Callithomia hezia ssp.</i>
			<i>Callithomia hezia villula</i>
			<i>Callithomia lenea agrippina</i>
			<i>Dircenna adina ssp. n.</i>
			<i>Dircenna adina suna</i>
			<i>Dircenna dero euchytna</i>
			<i>Dircenna jemina ssp.n. 1</i>
			<i>Dircenna jemina ssp.n. 2</i>
			<i>Dircenna jemina visina</i>
			<i>Dircenna olyras olyras</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Ithomiini</i>	<i>Dircenna olyras ssp.n.</i>
			<i>Hyalenna alidella ssp.n. 1</i>
			<i>Hyalenna alidella ssp.n. 2</i>
			<i>Hyalenna perasippa</i>
			<i>Episcada hymenaea caucana</i>
			<i>Episcada polita polita</i>
			<i>Episcada polita ssp.n.</i>
			<i>Episcada salvinia apia</i>
			<i>Pteronymia aletta lilla</i>
			<i>Pteronymia aletta ssp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia aletta ssp.n. 2</i>
			<i>Pteronymia alida ssp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia alida ssp.n. 2</i>
			<i>Pteronymia alissa alissa</i>
			<i>Pteronymia artena ssp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia artena ssp.n. 2</i>
			<i>Pteronymia cotytto ssp.n.</i>
			<i>Pteronymia donella ssp.n.</i>
			<i>Pteronymia donella donella</i>
			<i>Pteronymia fumida pacifica</i>
			<i>Pteronymia fumida ssp.n.</i>
			<i>Pteronymia glauca</i>
			<i>Pteronymia granica ssp.</i>
			<i>Pteronymia hara semonis</i>
			<i>Pteronymia hara ssp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia hara ssp.n. 2</i>
			<i>Pteronymia latilla barilla</i>
			<i>Pteronymia latilla nigricans</i>
			<i>Pteronymia latilla ssp.n.</i>
			<i>Pteronymia laura</i>
			<i>Pteronymia medellina ssp.n.</i>
			<i>Pteronymia obscuratus</i>
			<i>Pteronymia picta ssp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia picta ssp.n. 2</i>
			<i>Pteronymia primula auricula</i>
			<i>Pteronymia sp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia sp.n. 2</i>
			<i>Pteronymia teresita teresita</i>
			<i>Pteronymia veia ssp.n. 1</i>
			<i>Pteronymia veia ssp.n. 2</i>
<i>Pteronymia zerlina pronuba</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Danainae</i>	<i>Ithomiini</i>	<i>Pteronymia zerlina zerlina</i>
			<i>Godyris kedema ssp.n.</i>
			<i>Godyris zavaleta petersii</i>
			<i>Godyris zavaleta ssp.n. 1</i>
			<i>Godyris zavaleta ssp.n. 2</i>
			<i>Godyris zavaleta telesilla</i>
			<i>Hypoleria lavinia lavinia</i>
			<i>Hypoleria lavinia libera</i>
			<i>Hypoleria lavinia riffarthi</i>
			<i>Hypoleria lavinia vaniliana</i>
			<i>Hypoleria ocalea ocalea</i>
			<i>Greta andromica dromica</i>
			<i>Greta andromica ssp.n. 1</i>
			<i>Greta andromica ssp.n. 2</i>
			<i>Greta ochretis ochretis</i>
			<i>Greta ochretis ssp.n.</i>
			<i>Greta polissena colombiana</i>
			<i>Greta polissena polissena</i>
			<i>Greta polissena ssp.n.</i>
			<i>Greta theudelinda bonita</i>
			<i>Heterosais giulia cadra</i>
			<i>Heterosais giulia pallidula</i>
			<i>Heterosais giulia ssp.n. 1</i>
			<i>Heterosais giulia ssp.n. 2</i>
			<i>Pseudoscada timna pusio</i>
			<i>Pseudoscada timna saturata</i>
<i>Pseudoscada timna ssp.n.</i>			
<i>Pseudoscada timna troestchi</i>			
<i>Nymphalidae</i>	<i>Charaxinae</i>	<i>Preponini</i>	<i>Agrias aedon denhezi</i>
			<i>Agrias amydon amydon</i>
			<i>Agrias amydon smalli</i>
			<i>Prepona dexamenus</i>
			<i>Prepona gnorima</i>
			<i>Prepona laertes octavia</i>
			<i>Prepona laertes demodice</i>
			<i>Prepona praeneste praeneste</i>
			<i>Prepona pylene jordani</i>
			<i>Prepona wernerii</i>
<i>Archaeoprepona amphimachus amphimachus</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Charaxinae</i>	<i>Preponini</i>	<i>Archaeoprepona camilla</i>
			<i>Archaeoprepona demophon centralis</i>
			<i>Archaeoprepona demophon muson</i>
			<i>Archaeoprepona demophoon gulina</i>
			<i>Archaeoprepona licomedes pacifica</i>
			<i>Archaeoprepona meander phoebus</i>
			<i>Archaeoprepona mendax</i>
			<i>Noreppa chromus</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Charaxinae</i>	<i>Anaeini</i>	<i>Siderone marthesia</i>
			<i>Zaretis ellops</i>
			<i>Zaretis itys</i>
			<i>Hypna clytemnestra clytemnestra</i>
			<i>Polygrapha cyanea silvaorum</i>
			<i>Consul fabius fassli</i>
			<i>Consul panariste pandrosa</i>
			<i>Memphis anna elina</i>
			<i>Memphis arginussa onophis</i>
			<i>Memphis aureola</i>
			<i>Memphis austrina</i>
			<i>Memphis catinka</i>
			<i>Memphis chaeronea indigotica</i>
			<i>Memphis chrysophana</i>
			<i>Memphis cleomestra</i>
			<i>Memphis elina</i>
			<i>Memphis felderi</i>
			<i>Memphis glycerium</i>
			<i>Memphis gudrun</i>
			<i>Memphis juliani</i>
			<i>Memphis laura caucana</i>
			<i>Memphis laura rosae</i>
			<i>Memphis lyceus</i>
			<i>Memphis memphis</i>
			<i>Memphis moeris</i>
			<i>Memphis morvus morpheus</i>
			<i>Memphis nenia threnodion</i>
			<i>Memphis nessus</i>
			<i>Memphis oenomais</i>
			<i>Memphis pasibula</i>
			<i>Memphis pithyusa</i>
			<i>Memphis proserpina kingi</i>
<i>Memphis pseudiphis</i>			
<i>Memphis ryphea ryphea</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Charaxinae</i>	<i>Anaeini</i>	<i>Memphis titan pacifica</i>
			<i>Memphis xenippa</i>
			<i>Memphis xenocles</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Morphinae</i>	<i>Morphini</i>	<i>Antirrhea adoptiva adoptiva</i>
			<i>Antirrhea geryon</i>
			<i>Antirrhea philoctetes lindigii</i>
			<i>Antirrhea pterocopa chocoensis</i>
			<i>Antirrhea undulata</i>
			<i>Caerois gerdrudtus</i>
			<i>Morpho cypris chrysonicus</i>
			<i>Morpho deidamia granadensis</i>
			<i>Morpho helenor leontius</i>
			<i>Morpho helenor maculata</i>
			<i>Morpho helenor microphthalmus</i>
			<i>Morpho helenor peleides</i>
			<i>Morpho helenor rugitaeniatus</i>
			<i>Morpho menelaus amathonte</i>
			<i>Morpho niepelti</i>
			<i>Morpho sulkowskyi sulkowskyi</i>
			<i>Morpho theseus aquarius</i>
			<i>Morpho theseus pacificus</i>
<i>Morpho theseus theseus</i>			
<i>Morpho theseus triangulifera</i>			
<i>Nymphalidae</i>	<i>Morphinae</i>	<i>Brassolini</i>	<i>Brassolis isthmia isthmia</i>
			<i>Brassolis sophorae</i>
			<i>Caligo atreus agesilaus</i>
			<i>Caligo atreus atreus</i>
			<i>Caligo atreus dentina</i>
			<i>Caligo atreus dyonisos</i>
			<i>Caligo bellerophen</i>
			<i>Caligo eurilochus sulanus</i>
			<i>Caligo illioneus oberon</i>
			<i>Caligo memnon memnon</i>
			<i>Caligo memnon telamonius</i>
			<i>Caligo oberthurii</i>
			<i>Caligo oedipus fruhstorferi</i>
			<i>Caligo oileus scamander</i>
			<i>Caligo prometheus epimetheus</i>
			<i>Caligo zeuxippus</i>
<i>Catoblepia berecynthia</i>			
<i>Catoblepia orgetorix championi</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Morphinae</i>	<i>Brassolini</i>	<i>Catoblepia orgetorix magnalis</i>
			<i>Catoblepia sticheli</i>
			<i>Catoblepia xanthicles occidentalis</i>
			<i>Dynastor darius stygianus</i>
			<i>Dynastor macrosiris strix</i>
			<i>Eryphanis polyxena lycomedon</i>
			<i>Eryphanis zolvizora opimus</i>
			<i>Opsiphanes bogotanus bogotanus</i>
			<i>Opsiphanes camena</i>
			<i>Opsiphanes cassina</i>
			<i>Opsiphanes invirae</i>
			<i>Opsiphanes invirae cuspidatus</i>
			<i>Opsiphanes quiteria badius</i>
			<i>Opsiphanes quiteria quirinus</i>
			<i>Opsiphanes tamarindi corrosus</i>
<i>Opsiphanes tamarindi tamarindi</i>			
<i>Selenophanes josephus excisus</i>			
<i>Nymphalidae</i>	<i>Morphinae</i>	<i>Naropina</i>	<i>Narope sarastro</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Haeterini</i>	<i>Cithaerias pireta pireta</i>
			<i>Dulcedo polita</i>
			<i>Haetera macleannania</i>
			<i>Pierella helvina helvina</i>
			<i>Pierella helvina incanescens</i>
			<i>Pierella helvina ocreata</i>
			<i>Pierella luna lesbia</i>
			<i>Pierella luna luna</i>
			<i>Pseudohaetera hypaesia</i>
			<i>Pseudohaetera mimica</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Melanitini</i>	<i>Manataria maculata</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Satyrini</i>	<i>Manerebia apiculata</i>
			<i>Oressinoma typhla</i>
			<i>Chloreuptychia arnaea</i>
			<i>Euptychia agnata</i>
			<i>Euptychia alcinoe</i>
			<i>Euptychia ashna</i>
			<i>Euptychia benedicta</i>
			<i>Euptychia calixta</i>
			<i>Euptychia confusa</i>
			<i>Euptychia cucullina</i>
<i>Euptychia eusebya</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Satyrini</i>	<i>Euptychia gulnare</i>
			<i>Euptychia harmonia</i>
			<i>Euptychia hemileuca</i>
			<i>Euptychia hermes</i>
			<i>Euptychia hesione</i>
			<i>Euptychia hilara</i>
			<i>Euptychia insolata</i>
			<i>Euptychia jesia</i>
			<i>Euptychia juani</i>
			<i>Euptychia labe</i>
			<i>Euptychia libye</i>
			<i>Euptychia lineata</i>
			<i>Euptychia metaleuca</i>
			<i>Euptychia mollis</i>
			<i>Euptychia nosisis</i>
			<i>Euptychia ocarrhoe</i>
			<i>Euptychia palladia</i>
			<i>Euptychia renata</i>
			<i>Euptychia saturnus</i>
			<i>Euptychia terrestris</i>
			<i>Euptychia tiessa</i>
			<i>Euptychia transversa</i>
			<i>Euptychia vesta</i>
			<i>Euptychia westwoodi</i>
			<i>Megeuptychia antonoe</i>
			<i>Taygetis andromeda</i>
			<i>Taygetis celia</i>
			<i>Taygetis chrysogone</i>
			<i>Taygetis kerea</i>
			<i>Taygetis lineata</i>
			<i>Taygetis mermeria</i>
			<i>Taygetis penelea</i>
			<i>Taygetis puritana</i>
			<i>Taygetis salvini</i>
			<i>Taygetis virgilia</i>
			<i>Zischkaia fumata</i>
			<i>Corades chelonis ssp.n.</i>
			<i>Corades chirone</i>
			<i>Corades cybele</i>
			<i>Corades dymantis</i>
			<i>Corades enyo almo</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Satyrini</i>	<i>Corades iduna peruviana</i>
			<i>Corades medeba columbina</i>
			<i>Corades pannonia ploas</i>
			<i>Daedalma dinias dinias</i>
			<i>Daedalma inconspicua</i>
			<i>Daedalma parvomaculata</i>
			<i>Eretris calisto ssp.n.</i>
			<i>Eretris ocellifera</i>
			<i>Eretris porphyria catargyrea</i>
			<i>Eretris sp.n.</i>
			<i>Eretris subrufescens</i>
			<i>Junea doraete doraete</i>
			<i>Junea dorinda dorinda</i>
			<i>Lasiophila ciris</i>
			<i>Lasiophila palades persepolis</i>
			<i>Lasiophila phalaesia alce</i>
			<i>Lasiophila phalaesia confusa</i>
			<i>Lasiophila prosymna dirempta</i>
			<i>Lymanopoda albocincta ssp.n.</i>
			<i>Lymanopoda altis</i>
			<i>Lymanopoda excisa ssp.n. 1</i>
			<i>Lymanopoda excisa ssp.n. 2</i>
			<i>Lymanopoda hazelana summa</i>
			<i>Lymanopoda labda labda</i>
			<i>Lymanopoda labineta labineta</i>
			<i>Lymanopoda melia</i>
			<i>Lymanopoda nivea bingo</i>
			<i>Lymanopoda obsoleta</i>
			<i>Lymanopoda panacea</i>
			<i>Mygona irmina</i>
			<i>Oxeoschistus puerta fuscus</i>
			<i>Oxeoschistus puerta isolda</i>
			<i>Oxeoschistus puerta pervius</i>
			<i>Panyapedaliodes drymaea</i>
			<i>Panyapedaliodes jephtha</i>
			<i>Panyapedaliodes muscosa</i>
			<i>Panyapedaliodes panyasis</i>
			<i>Panyapedaliodes phila combeima</i>
			<i>Panyapedaliodes phila ssp.n.</i>
			<i>Panyapedaliodes tomentosa</i>
			<i>Pedaliodes caeca</i>
			<i>Pedaliodes canela</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Satyrini</i>	<i>Pedaliodes costipunctata</i>
			<i>Pedaliodes gustavi</i>
			<i>Pedaliodes hebena</i>
			<i>Pedaliodes manis</i>
			<i>Pedaliodes melaleuca melaleuca</i>
			<i>Pedaliodes morenoi morenoi</i>
			<i>Pedaliodes morenoi pilaloensis</i>
			<i>Pedaliodes obstructa</i>
			<i>Pedaliodes occulta</i>
			<i>Pedaliodes pacifica</i>
			<i>Pedaliodes peucestas restricta</i>
			<i>Pedaliodes peucestas ssp.n.</i>
			<i>Pedaliodes phaedra</i>
			<i>Pedaliodes phrasicla immaculata</i>
			<i>Pedaliodes phrasicla phrasicla</i>
			<i>Pedaliodes phrasiclea</i>
			<i>Pedaliodes poema</i>
			<i>Pedaliodes poesia</i>
			<i>Pedaliodes pollonia</i>
			<i>Pedaliodes praxithea</i>
			<i>Pedaliodes proerna</i>
			<i>Pedaliodes pylas unilacuna</i>
			<i>Pedaliodes rumba</i>
			<i>Pedaliodes scydmaena</i>
			<i>Pedaliodes sonata</i>
			<i>Pedaliodes transmontana</i>
			<i>Pronophila epidipnis lathyi</i>
			<i>Pronophila epidipnis ssp.n.</i>
			<i>Pronophila isobelae benevola</i>
			<i>Pronophila orcus orcus</i>
			<i>Pronophila rosenbergi rosenbergi</i>
			<i>Pronophila unifasciata brennus</i>
			<i>Pronophila unifasciata nanegalito</i>
			<i>Pronophila unifasciata ssp.n.</i>
			<i>Pseudomaniola ilsa</i>
			<i>Pseudomaniola loxo</i>
			<i>Pseudomaniola phaselis pholoe</i>
			<i>Steremnia monachella</i>
			<i>Steremnia selva</i>
			<i>Steremnia sp.</i>
			<i>Steroma bega andensis</i>
			<i>Thiemeia phoronea</i>
			<i>Amphidecta caliomma</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Satyrinae</i>	<i>Satyrini</i>	<i>Amphidecta pignerator</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Heliconiinae</i>	<i>Acraeini</i>	<i>Actinote abana capnodes</i>
			<i>Actinote amida</i>
			<i>Actinote antea</i>
			<i>Actinote desmiala</i>
			<i>Actinote guatemalena</i>
			<i>Actinote laverna</i>
			<i>Actinote melampeplos</i>
			<i>Actinote neleus</i>
			<i>Actinote paraphelus</i>
			<i>Actinote pellenea adriana</i>
			<i>Actinote pellenea equatoria</i>
			<i>Actinote stratonice stratonice</i>
			<i>Altinote alcione elatus</i>
			<i>Altinote alcione varians</i>
			<i>Altinote callianthe amoena</i>
			<i>Altinote ozomene gabriela</i>
			<i>Altinote ozomene ozomene</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Heliconiinae</i>	<i>Heliconiini</i>	<i>Philaethria constantinoi</i>
			<i>Philaethria dido chocoensis</i>
			<i>Podotricha judith caucana</i>
			<i>Podotricha judith judith</i>
			<i>Podotricha judith mellosa</i>
			<i>Dione glycera</i>
			<i>Dione junio andicola</i>
			<i>Dione junio junio</i>
			<i>Dione moneta butleri</i>
			<i>Dryadula phaetusa</i>
			<i>Dryas iulia moderata</i>
			<i>Agraulis vanillae vanillae</i>
			<i>Eueides alipha cyllenella</i>
			<i>Eueides emsleyi</i>
			<i>Eueides isabella arquata</i>
			<i>Eueides isabella ecuadorensis</i>
			<i>Eueides lineata</i>
			<i>Eueides lybia olympia</i>
			<i>Eueides procula edias</i>
			<i>Eueides procula eurysaces</i>
			<i>Eueides vibilia vialis</i>
			<i>Eueides vibilia vicinalis</i>
			<i>Heliconius antiochus aranea</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Heliconiinae</i>	<i>Heliconiini</i>	<i>Heliconius atthis</i>
			<i>Heliconius charithonia bassleri</i>
			<i>Heliconius clysonymus clysonymus</i>
			<i>Heliconius clysonymus hygiana</i>
			<i>Heliconius cydno alithea</i>
			<i>Heliconius cydno chioneus</i>
			<i>Heliconius cydno pachinus</i>
			<i>Heliconius cydno ssp.</i>
			<i>Heliconius cydno weymeri</i>
			<i>Heliconius cydno zelinde</i>
			<i>Heliconius eleuchia eleuchia</i>
			<i>Heliconius eleuchia eleusinus</i>
			<i>Heliconius eleuchia primularis</i>
			<i>Heliconius erato chestertonii</i>
			<i>Heliconius erato cyrbia</i>
			<i>Heliconius erato petiverana</i>
			<i>Heliconius erato hydara</i>
			<i>Heliconius erato venus</i>
			<i>Heliconius ethilla claudia</i>
			<i>Heliconius ethilla semiflavus</i>
			<i>Heliconius hecale australis</i>
			<i>Heliconius hecale holcophorus</i>
			<i>Heliconius hecale melicerta</i>
			<i>Heliconius hecalesia eximius</i>
			<i>Heliconius hecalesia formosus</i>
			<i>Heliconius hecalesia gynaesia</i>
			<i>Heliconius hecalesia longarena</i>
			<i>Heliconius hecuba creusa</i>
			<i>Heliconius hecuba salazari</i>
			<i>Heliconius ismenius bouletti</i>
			<i>Heliconius ismenius metaphorus</i>
			<i>Heliconius ismenius occidentalis</i>
			<i>Heliconius melpomene cythera</i>
			<i>Heliconius melpomene rosina</i>
			<i>Heliconius melpomene vulcanus</i>
			<i>Heliconius peruvianus</i>
			<i>Heliconius sapho candidus</i>
			<i>Heliconius sapho chocoensis</i>
			<i>Heliconius sapho sapho</i>
			<i>Heliconius sara elektra</i>
			<i>Heliconius sara sprucei</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Heliconiinae</i>	<i>Heliconiini</i>	<i>Laparus doris</i>
			<i>Neruda godmani</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Heliconiinae</i>	<i>Argynnini</i>	<i>Euptoieta hegesia meridiania</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Limnithidinae</i>	<i>Limnithidini</i>	<i>Adelpha alala negra</i>
			<i>Adelpha attica hemileuca</i>
			<i>Adelpha boeotia boeotia</i>
			<i>Adelpha boreas boreas</i>
			<i>Adelpha cocala lorzae</i>
			<i>Adelpha corcyra collina</i>
			<i>Adelpha cytherea daguana</i>
			<i>Adelpha epione agilla</i>
			<i>Adelpha erotia erotia</i>
			<i>Adelpha erymanthis adstricta</i>
			<i>Adelpha ethelda eponina</i>
			<i>Adelpha heraclea</i>
			<i>Adelpha iphichus estrecha</i>
			<i>Adelpha iphichus iphichus</i>
			<i>Adelpha justina</i>
			<i>Adelpha lamasi</i>
			<i>Adelpha leuceria juanna</i>
			<i>Adelpha leucophthalma irminella</i>
			<i>Adelpha leucophthalma leucophthalma</i>
			<i>Adelpha levona</i>
			<i>Adelpha lycorias</i>
			<i>Adelpha olynthia</i>
			<i>Adelpha phylaca</i>
			<i>Adelpha rothschildi</i>
			<i>Adelpha salmoneus</i>
			<i>Adelpha salus emmeli</i>
			<i>Adelpha saundersii frontina</i>
<i>Adelpha serpa celerio</i>			
<i>Adelpha zina zina</i>			
<i>Nymphalidae</i>	<i>Cyrestinae</i>	<i>Cyrestini</i>	<i>Marpesia berania</i>
			<i>Marpesia chiron marius</i>
			<i>Marpesia corinna</i>
			<i>Marpesia furcula</i>
			<i>Marpesia marcella marcella</i>
			<i>Marpesia merops</i>
			<i>Marpesia petreus rheophila</i>
			<i>Marpesia petreus ssp.</i>
<i>Marpesia zerynthia dentigera</i>			
<i>Nymphalidae</i>	<i>Biblidinae</i>	<i>Biblidini</i>	<i>Biblis hyperia pacifica</i>
			<i>Mestra bogotana</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Biblidinae</i>	<i>Biblidini</i>	<i>Mestra hypermestra</i>
			<i>Catonephele chromis chromis</i>
			<i>Catonephele numilia esite</i>
			<i>Catonephele nyctimus</i>
			<i>Catonephele orites</i>
			<i>Cydelis mnasylyus</i>
			<i>Eunica alcmena</i>
			<i>Eunica alpais araucana</i>
			<i>Eunica caelina olympias</i>
			<i>Eunica caelina ssp.</i>
			<i>Eunica carias carias</i>
			<i>Eunica chlororhoa mira</i>
			<i>Eunica eurota amata</i>
			<i>Eunica malvina</i>
			<i>Eunica mygdoni</i>
			<i>Eunica norica norica</i>
			<i>Eunica pusilla</i>
			<i>Eunica sydonia</i>
			<i>Eunica tatila</i>
			<i>Eunica volumna venusia</i>
			<i>Myscelia cyaniris albescens</i>
			<i>Myscelia pattenia</i>
			<i>Nessaea aglaura regina</i>
			<i>Nessaea aglaura ssp.</i>
			<i>Nessaea aglaura thalia</i>
			<i>Hamadryas amphichloe amphichloe</i>
			<i>Hamadryas amphinome fumosa</i>
			<i>Hamadryas amphinome mexicana</i>
			<i>Hamadryas arinome arienis</i>
			<i>Hamadryas februa februa</i>
			<i>Hamadryas februa ferentina</i>
			<i>Hamadryas feronia farinulenta</i>
			<i>Hamadryas fornax fornacalia</i>
			<i>Hamadryas fornax fornax</i>
			<i>Hamadryas iphthime iphthime</i>
			<i>Hamadryas laodamia laodamia</i>
			<i>Hamadryas laodamia saurites</i>
			<i>Ectima erycinoides erycinoides</i>
			<i>Ectima thecla ssp.</i>
			<i>Panacea procilla procilla</i>
			<i>Panacea prola prola</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Biblidinae</i>	<i>Biblidini</i>	<i>Pyrrhogyra crameri undine</i>
			<i>Pyrrhogyra edocla edocla</i>
			<i>Pyrrhogyra juani</i>
			<i>Pyrrhogyra neaerea daguana</i>
			<i>Pyrrhogyra otolais nasica</i>
			<i>Epiphile adrasta bandusia</i>
			<i>Epiphile chrysites chrysites</i>
			<i>Epiphile epicaste epicaste</i>
			<i>Epiphile epimenes epimenes</i>
			<i>Epiphile epimenes kalbreyeri</i>
			<i>Epiphile eriopis devriesi</i>
			<i>Epiphile eriopis ssp.</i>
			<i>Epiphile orea iblis</i>
			<i>Epiphile orea negrina</i>
			<i>Epiphile orea plusios</i>
			<i>Temenis laothoe liberia</i>
			<i>Temenis pulchra pulchra</i>
			<i>Nica flavilla ssp.</i>
			<i>Nica flavilla sylvestris</i>
			<i>Dynamine agacles core</i>
			<i>Dynamine artemisia</i>
			<i>Dynamine athemon maeon</i>
			<i>Dynamine ines</i>
			<i>Dynamine paulina thalassina</i>
			<i>Dynamine postverta</i>
			<i>Dynamine theseus</i>
			<i>Dynamine tithia salpensa</i>
			<i>Diaethria astala</i>
			<i>Diaethria clymena bourcierii</i>
			<i>Diaethria dodone</i>
			<i>Diaethria euclides</i>
			<i>Diaethria gabaza</i>
			<i>Diaethria gueneei</i>
			<i>Diaethria marchalii</i>
			<i>Diaethria neglecta</i>
			<i>Callicore atacama atacama</i>
			<i>Callicore atacama faustina</i>
			<i>Callicore atacama manova</i>
			<i>Callicore hesperis</i>
			<i>Callicore lyca aérias</i>
<i>Callicore lyca bella</i>			
<i>Callicore lyca odilia</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Biblidinae</i>	<i>Biblidini</i>	<i>Callicore pitheas</i>
			<i>Callicore tolima platytaenia</i>
			<i>Perisama antioquia</i>
			<i>Perisama bomplandii equatorialis</i>
			<i>Perisama bomplandii parabomplandii</i>
			<i>Perisama dorbignyi paula</i>
			<i>Perisama guerini guerini</i>
			<i>Perisama humboldtii humboldtii</i>
			<i>Perisama humboldtii ismaeli</i>
			<i>Perisama humboldtii occidentalis</i>
			<i>Perisama ilia ilia</i>
			<i>Perisama ilia marianna</i>
			<i>Perisama oppelii cristal</i>
			<i>Perisama oppelii erebina</i>
			<i>Perisama tryphena cauca</i>
<i>Perisama typhania</i>			
<i>Orophila cardases</i>			
<i>Nymphalidae</i>	<i>Apaturinae</i>		<i>Doxocopa cherubina cherubina</i>
			<i>Doxocopa clothilda</i>
			<i>Doxocopa cyane cyane</i>
			<i>Doxocopa felderi</i>
			<i>Doxocopa laure</i>
			<i>Doxocopa pavon</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Coeini</i>	<i>Historis acheronta</i>
			<i>Historis odius dious</i>
			<i>Baeotus baeotus</i>
			<i>Pycina zamba</i>
			<i>Smyrna blomfildia</i>
			<i>Tigridia acesa</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Nymphalini</i>	<i>Colobura dirce</i>
			<i>Hypanartia dione</i>
			<i>Hypanartia godmani</i>
			<i>Hypanartia kefersteini</i>
			<i>Hypanartia lethe</i>
			<i>Hypanartia lindigii</i>
			<i>Vanessa braziliensis</i>
			<i>Vanessa carye</i>
			<i>Vanessa myrinna</i>
			<i>Vanessa virginiensis</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Victorini</i>	<i>Anartia amathea ssp.</i>
			<i>Anartia jatrophae ssp.</i>

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Victorini</i>	<i>Siproeta epaphus</i>
			<i>Siproeta stelenes</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Junoniini</i>	<i>Junonia evarete</i>
			<i>Junonia genoveva infuscata</i>
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Melitaeini</i>	<i>Chlosyne hippodrome</i>
			<i>Chlosyne janais</i>
			<i>Chlosyne lacinia saundersi</i>
			<i>Chlosyne narva</i>
			<i>Chlosyne theona hondana</i>
			<i>Microtia elva</i>
			<i>Gnathotriche exclamationis exclamationis</i>
			<i>Gnathotriche mundina steinii</i>
			<i>Anthanassa annulata</i>
			<i>Anthanassa ardys</i>
			<i>Anthanassa dracaena</i>
			<i>Anthanassa drusilla drusilla</i>
			<i>Anthanassa drusilla lelex</i>
			<i>Anthanassa ptolyca</i>
			<i>Anthanassa sosis</i>
			<i>Castilia castilla</i>
			<i>Castilia eranites</i>
			<i>Castilia occidentalis</i>
			<i>Castilia ofella</i>
			<i>Dagon catula</i>
			<i>Eresia alsina</i>
			<i>Eresia anomala</i>
			<i>Eresia carne laias</i>
			<i>Eresia cissia</i>
			<i>Eresia clara</i>
			<i>Eresia emerantia</i>
			<i>Eresia eunice drypetis</i>
			<i>Eresia ithomioides eutropia</i>
			<i>Eresia ithomioides quintilla</i>
			<i>Eresia letitia letitia</i>
			<i>Eresia levina</i>
<i>Eresia margaretha</i>			
<i>Eresia mechanitis</i>			
<i>Eresia melaina</i>			
<i>Eresia polina</i>			

Familia	Subfamilia	Tribu	Especie/subespecie
<i>Nymphalidae</i>	<i>Nymphalinae</i>	<i>Melitaeini</i>	<i>Eresia sestia</i>
			<i>Janatella fellula</i>
			<i>Janatella leucodesma</i>
			<i>Tegosa anieta luka</i>
			<i>Tegosa similis</i>
			<i>Tenassa abas</i>
			<i>Tenassa delphia catenaria</i>

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 1	<i>Parides panares lycimenes</i>	periférica localizada (SE Mexico, Nicaragua, Guatemala, Costa Rica, Panama)
	<i>Eurytides dolicaon septentrionalis</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Catasticta nimibice ligata</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Euselasia hypophaea</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Euselasia procula</i>	periférica localizada (Mexico, Costa Rica y Panamá)
	<i>Euselasia regipennis eupepla</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Pseudonymphidia clearista</i>	periférica localizada (Mexico - Panama; límite oriental en la Zona del Canal)
	<i>Melanis pixe sanguinea</i>	periférica localizada (Costa Rica - Panamá)
	<i>Mesene mygdon</i>	periférica localizada (Costa Rica - Panamá)
	<i>Pirascia arbuscula arbuscula</i>	periférica localizada (Surinam, Panama)
	<i>Anteros carausius carausius</i>	periférica localizada (Mexico a Panamá)
	<i>Sarota psaros psaros</i>	periférica localizada (Mexico - Panama, Guiana)
	<i>Perophtalma lasus</i>	periférica localizada (Honduras, Costa Rica - Panama; límite oriental en la Zona del Canal)
	<i>Cremna thasus subrutila</i>	periférica localizada (Mexico, Costa Rica, Panama, Peru)
<i>Calospila pelarge</i>	periférica localizada (Mexico a Panamá y Guatemala)	
<i>Hypophylla sudias sudias</i>	periférica localizada (N México - Panamá)	
<i>Theope cratylus</i>	periférica localizada (Costa Rica - Panama)	
<i>Calociasma nycteus</i>	periférica localizada (Costa Rica a Panamá)	

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo *Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 1	<i>Mechanitis polymnia isthmia</i>	periférica localizada; típicamente centroamericana, alcanza su límite suroccidental de distribución en el área de la Zona del Canal
	<i>Hyaliris excelsa</i> ssp.n. 3 Willmott & Lamas, MS	endémica localizada (Altos de Pacora, Panamá)
	<i>Ithomia jucunda jucunda</i>	endémica localizada (E Panamá: ríos Boquerón y Guanache, Colón)
	<i>Oleria zelica pagasa</i>	periférica localizada (Costa Rica - Panamá; límite oriental cerro Jefe y Altos de Pacora)
	<i>Heterosais giulia cadra</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Agrias amydon smalli</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Memphis proserpina kingi</i>	periférica localizada (Panamá)
	<i>Heliconius cydno pachinus</i>	periférica localizada (Costa Rica a Panamá); límite oriental en la Zona del Canal
	<i>Heliconius erato petiverana</i>	periférica localizada (México - Panamá, Honduras)
	<i>Heliconius melpomene rosina</i>	periférica localizada (México - Panamá, Costa Rica; límite oriental en la Zona del Canal)
	<i>Catantixia flisa archoflisa</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
<i>Catantixia sisamnus smalli</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)	
<i>Leptophobia tovaria</i> ssp.n. 1 Lamas, MS	endémica localizada (Panamá: Darién)	
Arreglo 2	<i>Itaballia pandosia kicaha</i>	periférica localizada (Honduras, Costa Rica, Panamá, Guatemala; límite suroccidental de distribución: Darién, pero no está registrada en los cerros del arreglo 1)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
	<i>Argyrogrammana sp.</i>	endémica localizada
	<i>Symmatia nyx</i>	periférica localizada (Costa Rica - Colombia, Venezuela, Trinidad, Brazil)
	<i>Lasaia arsis</i>	periférica localizada (Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil; límite noroccidental de distribución: Darién, pero no está registrada en los arreglos 3 y 4)
	<i>Tithorea pacifica concordia</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Eutresis hypereia ssp.n. Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Olyras crathis ssp.n. 1 Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Hyaliris excelsa ssp.n. 1 Willmott &amp; Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién y NW Colombia: PNN Katiós)
	<i>Napeogenes cranto ssp.n. 1</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Napeogenes stella ssp.n. Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
Arreglo 2	<i>Napeogenes tolosa ssp.n. 2 Willmott &amp; Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién, cerros Takarkuna y Pirre, hasta serranía del Sapo)
	<i>Ithomia celemia ssp.n. Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién)
	<i>Ithomia hyala ssp.n. Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién)
	<i>Ithomia jucunda ssp.n. 1</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Ithomia xenos ssp.n. Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Hyoscada anchiala ssp.n. Willmott &amp; Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Ceratinia tutia ssp.n. 2 Lamas, MS</i>	endémica localizada (E Panamá, Darién y NW Colombia)
	<i>Dircenna jémina ssp.n. 1 Lamas, MS</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
	<i>Dircenna olyras ssp.n.</i> Lamas, MS	endémica localizada (Panamá: E Zona del Canal - Darién)
	<i>Hyalenna alidella ssp.n.</i> 1 Lamas & Willmott, MS	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién)
	<i>Pteronymia aletta ssp.n.</i> 1 Lamas & Willmott, MS	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Pteronymia arfena ssp.n.</i> 1 Lamas & Willmott, MS	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Pteronymia hara ssp.n.</i> 1 Lamas & Willmott, MS	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Pteronymia latilla ssp.n.</i>	endémica localizada (Panamá: Darién)
Arreglo 2	<i>Pteronymia sp.n.</i> 2 Lamas & Willmott, MS	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Godyris zavaleta ssp.n.</i> 2 Lamas, MS	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién)
	<i>Greta andromica ssp.n.</i> 1 Lamas & Willmott, MS	endémica localizada (Panamá: Darién)
	<i>Greta polissena ssp.n.</i> Lamas, MS	endémica localizada (Panamá y Colombia: Darién)
Arreglo 3	<i>Charonias eurytele ssp.</i> Lamas, MS	endémica localizada (sólo disponible un registro del Parque Nacional Natural Los Katios)
Arreglo 4	<i>Profesilaus macrosilaus leucones</i>	periférica localizada (Colombia; Necoclí-Antioquia en el área de estudio)
	<i>Papilio homothoas</i>	periférica localizada (Colombia, Venezuela)
Arreglo 5	<i>Mesosemia thetys</i>	endémica localizada (Chocó: R. Atrato, R. San Juan, Colombia)
	<i>Megoleria susiana susanna</i>	endémica localizada (Chocó: R. Atrato, Colombia)
	<i>Prepona gnorima</i>	periférica localizada (Honduras? - Colombia)
	<i>Mesosemia antaerice</i>	periférica localizada (Guianas, Trinidad, Brazil-Amazonas, Ecuador)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 6	<i>Mesosemia carderi</i>	periférica localizada (W Valle y Magdalena Medio)
	<i>Mesosemia hesperia</i> ssp.n.	endémica localizada (Colombia: Chocó)
	<i>Argyrogrammana occidentalis</i>	periférica localizada (W Colombia, Guianas, Trinidad)
Arreglo 6	<i>Mesene neptacula stigmata</i>	periférica localizada (Brasil-Pará, Ecuador, Colombia, French Guiana)
	<i>Symmachia leena harmodius</i>	endémica localizada (Colombia: W Risaralda, Chocó, W Valle)
	<i>Calospila maeon</i>	endémica localizada (Colombia: Chocó y W Valle)
	<i>Hypophylla sudias callaghani</i>	endémica localizada (Colombia: Chocó y W Valle)
	<i>Theope eurygonina</i>	periférica localizada (Brasil-Pará, W Colombia; distribución disyunta)
	<i>Melinaea liliis dodona</i>	endémica localizada (Colombia: W Valle)
	<i>Hypothesis lycaste limosa</i>	endémica localizada (W Colombia)
	<i>Heliconius hecuba creusa</i>	endémica localizada (Colombia: W Valle)
	<i>Euselasia andreae</i>	endémica localizada (W Ecuador)
	<i>Euselasia palla</i>	endémica localizada (W Ecuador)
Arreglo 8	<i>Mesene babosa</i>	endémica localizada (SW Colombia y NW Ecuador; cuenca del río Mira)
	<i>Symmachia hazelana</i>	endémica localizada (NW Ecuador)
	<i>Sarota chloropunctata</i>	endémica localizada (NW Ecuador)
	<i>Hyaliris excelsa</i> ssp.n. 2	endémica localizada (Paramba, occidente Ecuador)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo *Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
	<i>Napeogenes tolosa chrispina</i>	endémica localizada (SW Colombia y NW Ecuador)
	<i>Ithomia iphianassa ssp.n.</i>	endémica localizada (NW Ecuador)
	<i>Hyposcada illinissa ssp.n.</i> Willmott & Lamas, MS	endémica localizada (SW Colombia y W Ecuador)
	<i>Oleria amalida faunula</i>	endémica (SW Colombia y NW Ecuador: cuenca del río Mira)
Arreglo 8	<i>Hypoleria lavinia lavinia</i>	endémica localizada (SW Colombia y NW Ecuador: cuenca del río Mira)
	<i>Papilio cacicus nesrimae</i>	endémica localizada (WColombia: Antioquia, Risaralda, Valle y Cauca)
Arreglo 13	<i>Papilio menatius syndemis</i>	periférica localizada (Colombia)
	<i>Pereute leucodrosime leucodrosime</i>	periférica localizada (Colombia)
	<i>Catanticta affinis giga</i>	endémica localizada (W Colombia, Antioquia, Frontino)
	<i>Catanticta hegemon albeseceus</i>	periférica localizada (Colombia: veriente W y E Cordillera Occidental)
	<i>Catanticta flisa flisoides</i>	periférica localizada (Colombia: Antioquia, Risaralda, Chocó, Valle, Cauca)
	<i>Catanticta notha caucana</i>	endémica localizada (W Colombia: Risaralda, Valle y Cauca)
	<i>Elizunia humboldti atahualpa</i>	endémica localizada (N y C del W de Colombia)
	<i>Elizunia humboldti ssp.n.</i> 1 Lamas, MS	endémica localizada (SW Colombia: Tambito)
	<i>Athesis clearista ssp.n.</i> Lamas, MS	periférica localizada (Colombia: W y E Valle)
	<i>Megoleria susiana sandra</i>	endémica localizada (W Colombia: Valle y Cauca)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 13	<i>Dircenna jemina</i> ssp.n. 2. Lamas, MS	endémica localizada (W Colombia)
	<i>Hyalenna perasippa</i>	periférica localizada (Colombia: vertiente W y E Cordillera Occidental)
	<i>Pteronymia artena</i> ssp.n. 2 Willmott & Lamas, MS	periférica localizada (Colombia: vertiente W y E Cordillera Occidental)
	<i>Pteronymia medellina</i> ssp.n. Willmott & Lamas, MS	endémica localizada (W Colombia: Pueblo Rico, Risaralda)
	<i>Greta ochrefris</i> ssp.n. Willmott & Lamas, MS	endémica localizada (W Colombia)
	<i>Greta polissena colombiana</i>	endémica localizada (W Colombia)
	<i>Eretris</i> sp.n. Pycrz, MS	endémica localizada (Colombia: W cordillera Occidental, registrada únicamente de la Reserva de Tambito)
	<i>Oxeoschistus puerta fuscus</i>	periférica localizada (Colombia: vertiente W y E cordillera Occidental)
	<i>Pedaliodes pacifica</i>	endémica localizada (Colombia: W cordillera Occidental)
	<i>Pedaliodes poema</i>	endémica localizada (Colombia: W cordillera Occidental, registrada únicamente de la Reserva de Tambito)
	<i>Pronophila unifasciata</i> ssp.n. Pycrz, MS	endémica localizada (W Colombia: Risaralda y Chocó)
	<i>Pseudomaniola phaselis pholoe</i>	periférica localizada (Colombia: vertiente W y E cordillera Occidental, y vert W cordillera Central)
	<i>Podotricha judith caucana</i>	endémica localizada (W Colombia: Frontino, Antioquia)
<i>Podotricha judith Judith</i>	periférica localizada (Colombia: Risaralda a Valle)	

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
	<i>Heliconius cydno weymeri</i>	periférica localizada (Colombia: Valle y Cauca)
	<i>Heliconius hecuba salazari</i>	endémica localizada (W Colombia: Antioquia, Risaralda y Chocó)
	<i>Pereute leucodrosime beryllina</i>	periférica localizada (Ecuador: vertiente W y E)
	<i>Elizunia humboldt ssp.n. 2. Willmott, MS</i>	endémica localizada (NW Ecuador: Mira)
	<i>Pagyris ulla vanilla</i>	endémica localizada (W Ecuador: Santo Domingo de Los Colorados)
Arreglo 14	<i>Pteronymia veia ssp.n. Willmott &amp; Lamas, MS</i>	endémica localizada (SW Colombia y W Ecuador)
	<i>Pteronymia zerlina pronuba</i>	endémica localizada (SW Colombia y W Ecuador)
	<i>Greta ochretis ochretis</i>	endémica localizada (W Ecuador: Balsapamba-Bolivar)
	<i>Pedaliodes phrasicla immaculata</i>	endémica localizada (SW Colombia: Nariño y NW Ecuador: Carchi)
	<i>Lymanopoda labda labda</i>	periférica localizada (W cordillera Oriental, W y E cordillera Central, cordillera Occidental-Frontino)
Arreglo 15	<i>Dismorphia lua idae</i>	periférica localizada (Colombia; alto río Dagua-Valle en área de estudio)
	<i>Catasticta rosea</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental; Farallones de Cali-Valle en área de estudio)
	<i>Catasticta ctemene rubricata</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental; alto río Dagua-Valle en área de estudio)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo *Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
	<i>Catantixia uricocheae flava</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental y Central; Chocó en área de estudio)
	<i>Corades dymanthis</i>	periférica localizada (Colombia: cordilleras Occidental, Central y Oriental; W Farallones de Cali en área de estudio)
	<i>Daedalma parvomaculata</i>	endémica localizada (Colombia: W cordillera Occidental; Tambito-Munchique-Cauca y Tatamá-Chocó)
	<i>Junea doraete</i>	periférica localizada (amplia distribución en Colombia, NE.Ecuador; Tambito-Munchique-Cauca en área de estudio)
	<i>Junea dorinda</i>	periférica localizada (Colombia, SW Venezuela, E.Ecuador; cerro Munchique-Cauca en área de estudio)
	<i>Lymanopoda excisa ssp.n. 1</i> Pýrcz, MS	endémica localizada (Colombia: cordillera Occidental - Farallones de Cali)
Arreglo 16	<i>Lymanopoda labineta labineta</i>	periférica localizada (Colombia y Ecuador; Farallones de Cali en área de estudio)
	<i>Lymanopoda obsolete</i>	periférica localizada (PanAndina; Colombia: cordillera Occidental-W Cauca)
	<i>Panyapedaliodes panyasis</i>	periférica localizada (Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru, Bolivia; Tambito-Munchique, Cauca en área de estudio)
	<i>Panyapedaliodes phila combeima</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Central y cordillera Occidental; Farallones de Cali y Tambito en el área de estudio)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el *Complejo Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 16	<i>Pedaliodes caeca</i>	periférica localizada (Colombia: vertiente W cordillera Occidental a la vertiente E cordillera Central; Alto de Pisones-Risaralda, Farallones de Cali-Valle Tambito-Munchique-Cauca en área de estudio)
	<i>Pedaliodes canela</i>	endémica localizada (Colombia: Tambito-Munchique, Cauca)
	<i>Pedaliodes costipunctata</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental y cordillera Central; W Chocó y Cauca en área de estudio)
	<i>Pedaliodes transmontana</i>	periférica localizada (Colombia: Tambito-Munchique, Cauca y Ecuador: vertientes E de los Andes)
	<i>Pedaliodes hebena</i>	periférica localizada (Colombia: Tambito-Munchique, Cauca; posiblemente en vertientes E cordillera Occidental)
	<i>Pedaliodes occulta</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental a la vertiente E cordillera Central; Tambito-Munchique, Cauca y Monte Socorro-Farallones de Cali, Valle en área de estudio)
	<i>Pedaliodes obstructa</i>	periférica localizada (Colombia: vertiente W cordillera Occidental a la vertiente E cordillera Central; Tambito-Munchique, Cauca en área de estudio)
	<i>Pedaliodes peucestas peucestas</i>	endémica localizada (Colombia: W cordillera Occidental, al N río Patía)
	<i>Pedaliodes pollonia</i>	periférica localizada (Colombia; Tambito-Munchique-Cauca en área de estudio)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo *Ecorregional Chocó – Darién*, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 16	<i>Pedaliodes praxithea</i>	periférica localizada (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia; Tambito-Munchique-Cauca en área de estudio)
	<i>Pedaliodes pylas unilacuna</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental y cordillera Central; Munchique-Cauca en área de estudio)
	<i>Pronophila epidipnis</i> ssp.n. Pycrz, MS	endémica localizada (Colombia: cordillera Occidental, cuencas altas ríos Dagua-Valle a Micay-Munchique-Cauca)
	<i>Pseudomaniola ilsa</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental Valle y Cauca; Farallones de Cali y Munchique en el área de estudio)
	<i>Altinote callianthe amoena</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental; Farallones de Cali-Valle en área de estudio)
	<i>Perisama bomplandii parabomplandii</i>	periférica localizada (Colombia: cordillera Occidental; W Cauca en área de estudio)
	<i>Perisama tryphena cauca</i>	periférica localizada (Colombia: Cauca; Farallones de Cali-Valle y cerro Munchique-Cauca en área de estudio)
	<i>Telenassa delphia catenaria</i>	periférica localizada (Colombia; Farallones de Cali en el área de estudio)
	<i>Daedalma inconspicua</i>	endémica localizada (W Ecuador)
	<i>Pedaliodes gustavi</i>	periférica localizada (Colombia: S Cordillera Central, Ecuador: Carchi, Cotopaxi)
Arreglo 17	<i>Pedaliodes melaleuca melaleuca</i>	endémica localizada (W Colombia y W Ecuador)
	<i>Pedaliodes scytmaena</i>	endémica localizada (W Ecuador)

Anexo 4. Especies y subespecies de mariposas (*Papilionoidea*) endémicas de los arreglos espaciales de distribución diferenciados en el Complejo Ecorregional Chocó – Darién, y con distribución periférica localizada o restringida a los mismos.

Arreglo espacial de distribución de especies*	Especie o subespecie	Distribución
Arreglo 18	<i>Corades iduna peruviana</i>	periférica localizada (Colombia, Ecuador, Perú; Balsapamba-Bolivar en el área de estudio)
	<i>Lymanopoda hazelana summa</i>	periférica localizada (vertientes W y E Sur Ecuador hasta N Perú; Balsapamba-Bolivar en el área de estudio)
Arreglo 18	<i>Pedaliodes morenoi morenoi</i>	periférica localizada (N Perú a SW Ecuador; Balsapamba-Bolivar en el área de estudio)
	<i>Pedaliodes morenoi pilalbensis</i>	endémica localizada (W Ecuador: Cotopaxi)
	<i>Steremnia selva</i>	periférica localizada (Colombia, Ecuador, N. Perú; Chimborazo en área de estudio)
	<i>Catasticta socorrensis socorrensis</i>	periférica localizada (Colombia: Farallones de Cali)
Arreglo 19	<i>Mimoides xeniades isus</i>	periférica localizada (valles del S Magdalena y Cauca, Colombia)
	<i>Napaea eucharila eucharila</i>	periférica localizada (Surinam, French Guiana, Brazil-Amazonas, E Colombia)
Arreglo 22	<i>Siseme aristoteles leucodesma</i>	endémica
	<i>Caria mantinea mantinea</i>	periférica localizada (E Colombia, Perú y Bolivia)
	<i>Episcada hymenaea caucana</i>	periférica localizada (valle seco del río Dagua y vertiente E Valle, Colombia)

\*Los arreglos espaciales 7, 9, 10, 11, 12, 20 y 21 no cuentan con especies y subespecies endémicas y periféricas localizadas o exclusivas de los mismos; su diferenciación también obedece a la confluencia de patrones de distribución de especies y subespecies endémicas y periféricas, pero de distribución más amplia en el área de estudio.

(N = norte, S = sur, W = occidente, E = oriente)

