

Diversidad de mariposas en un paisaje de bosque seco tropical, en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea)

L. C. Casas-Pinilla, O. Mahecha-J., J. C. Dumar-R.
& I. C. Ríos-Málaver

Resumen

Se realizó un estudio de la diversidad de mariposas diurnas en un paisaje del Bosque seco Tropical en la Mesa de los Santos (Santander), tomando datos de 36 días de muestreo efectivo realizados entre los meses de IX a XI-2014, en época de mayor precipitación. Los especímenes fueron recolectados con red entomológica y seis trampas tipo Van Someren-Rydon, en tres franjas altitudinales (280-500 m, 680-900 m y 1.100-1.200 m), donde se ubicaron dos transectos de 100 x 10 metros en cada estado Seral, separados entre ellos, a una distancia de 200 metros, seleccionado de acuerdo al tipo de cobertura vegetal, al cual se le denominó estado Seral (Bosque maduro, Bosque en transición y Pastizal). Se registró un total de 1389 individuos distribuidos en cinco familias, 85 géneros, 121 especies y 48 subespecies. Los valores más altos de diversidad y riqueza de especies de mariposas se presentaron entre los (680-900 m) y los valores más bajos entre los 280-500 m. La diversidad beta observada, evidenció la presencia de una única comunidad y un recambio medio en la composición de especies en los diferentes niveles altitudinales. El análisis de similaridad separó las alturas en dos grupos: el primero entre los 280-900 m y el segundo entre los 1.100-1.200 m. El Análisis de Correspondencia seleccionó el número de mariposas con respecto a los estados Serales y evidenció diferentes agrupaciones de mariposas con dichas formaciones vegetales y su relación con la estructura y composición florística de cada cobertura. También se registraron especies únicas por estado Seral, (BM): *Dione moneta*, *Eunica monima*, *Zizula cyna*, *Marpesia chiron*; (BT): *Euptoieta hegesia*, *Heraclides homothoas*; (P): *Battus polydamas*, *Hamadryas feronia*, *Pyrisitia venusta*. Adicionalmente, se amplía el rango de distribución a la Cordillera Oriental de *Ypthimoides blanquita*, conocida únicamente en zonas de Bs-T del occidente de Colombia y el departamento de Córdoba. Estos resultados muestran la importancia de los diferentes tipos de cobertura vegetal, en paisajes naturales modificados, como un importante refugio para la biodiversidad de especies de mariposas y su conservación.

PALABRAS CLAVES: Lepidoptera, Papilionoidea, diversidad, bosque seco tropical, Colombia.

Diversity of butterflies in a dry tropical forest landscape in the Mesa de los Santos, Santander, Colombia (Lepidoptera: Papilionoidea)

Abstract

A study of butterflies diversity of in a landscape of tropical dry forest in the Mesa de los Santos (Santander), taking 36 days of sampling data was conducted between the months of IX-XI-2014, at the time of highest rainfall. The specimens were collected with entomological net and six Van Someren-Rydon baited traps, at three altitudinal bands (280-500 m, 680-900 m and 1100-1200 m), in two 100 x 10 meter transects, separated by 200 meters in each one of three selected land covers (developmental stages) types (mature forest, transition and grasslands). A total of 1389 individuals distributed in five families, 85 genera, 121 species and 48 subspecies were collected. Highest diversity and species richness values were found at 680-900 m while lower values appeared at 280-500 m. Beta diver-

sity show the presence of a single community and an intermediate turnover in species composition in the different altitudinal bands. Similarity analysis differentiated two altitudinal groups: the first one between 280-900 m and the second one between 1100-1200 m. Correspondence analysis selected the butterfly numbers with regard to developmental stages and presented different butterfly groups in the land covers as well as their relation with the structure and floristic composition of each one of them. Unique species were also recorded by developmental stage, (BM): *Dione moneta*, *Eunica monima*, *Zizula cyna*, *Marpesia chiron*; (BT): *Euptoieta hegesia*, *Heraclides homothoas*; (P): *Battus polydamas*, *Hamadryas feronia*, *Pyrisitia venusta*. Additionally, the distribution range of *Ypthimoides blanchi* was expanded to the Eastern Cordillera, recognized only in areas Bs-T in western Colombia and in the Cordoba department. This result, present the relevance of the different land covers in transformed landscapes, as a refuge for butterfly species biodiversity and their conservation.

KEY WORDS: Lepidoptera, Papilionoidea, diversity, dry tropical forest, Colombia.

Introducción

La región andina colombiana tiene una amplia heterogeneidad de paisajes y biomas, donde el Bosque Seco Tropical (Bs-T) es uno de los más amenazados y desconocidos en términos de biodiversidad. Esta formación vegetal está presente en seis regiones biogeográficas diferentes: El valle del río Patía al sur del valle geográfico del Cauca, el valle del río Cauca, el alto y medio valle del río Magdalena, Santander, Norte de Santander, la costa Caribe y la Orinoquía (PIZANO & GARCÍA, 2014). En el departamento de Santander, este bioma se distribuye entre los 500 y 1.100 metros de elevación, sus características principales son la escasa precipitación (menos de 1.000 mm anuales), la intensa radiación solar, fuertes vientos y las condiciones de alta evapotranspiración además de la temperatura diurna, que generan la disminución de la humedad relativa, favoreciendo así las condiciones áridas en las zonas bajas (CUATRECASAS, 1958; ALBESIANO, 1999; RODRÍGUEZ *et al.*, 2006).

En la actualidad, Colombia cuenta solamente con el 8% de la cobertura natural de este ecosistema (RODRÍGUEZ *et al.*, 2006; PIZANO & GARCÍA, 2014), que presenta únicamente remanentes debido a las modificaciones del paisaje natural, por los procesos antrópicos, como la explotación de maderas, la expansión de áreas ganaderas y agrícolas, alterando drásticamente su composición original, llevando a la degradación y desertificación de sus suelos además de poner en riesgo la gran biodiversidad que alberga este ecosistema, afectando, la estructura y composición de las especies asociadas a este paisaje, (JANZEN, 1983, 1988; FREITAS *et al.*, 2003; MONTERO & MORENO, 2006; OROZCO *et al.*, 2009; PIZANO & GARCÍA, 2014).

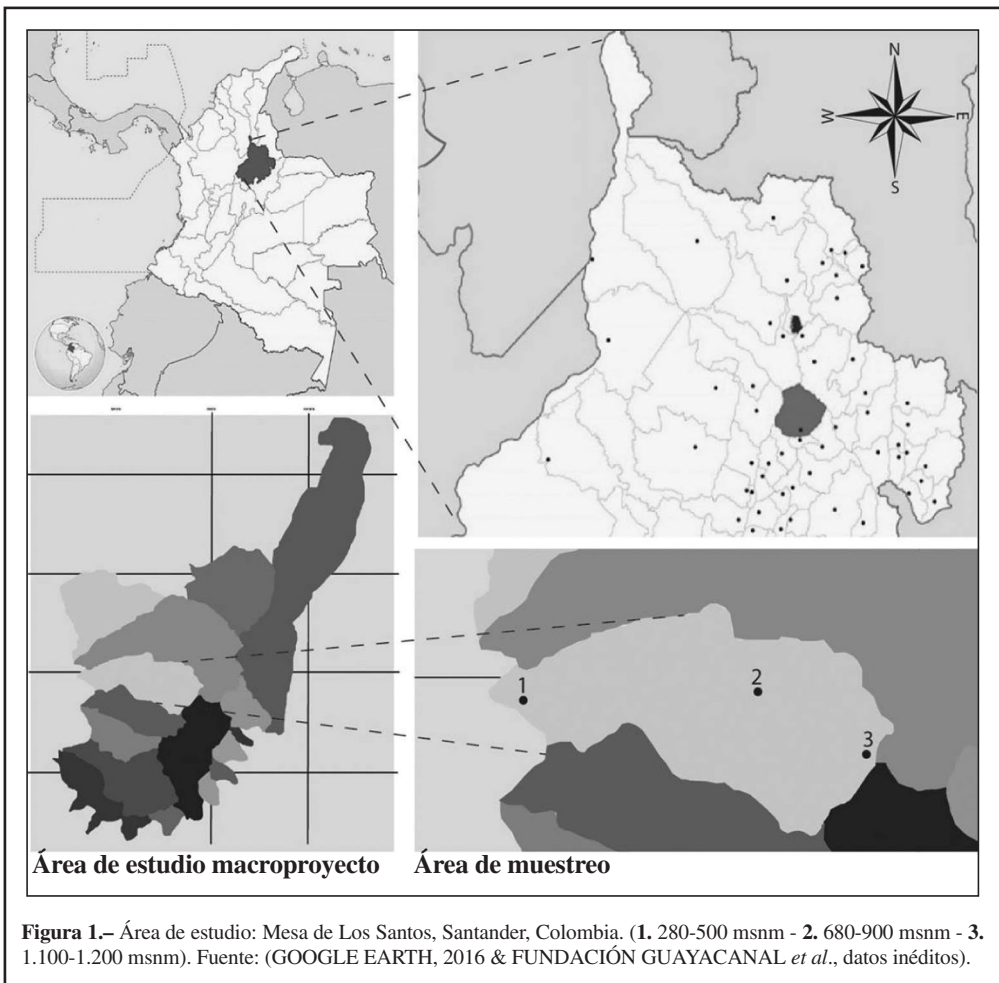
Las mariposas diurnas son uno de los grupos de insectos más utilizados para estudios de biodiversidad en ecosistemas tropicales (JANZEN, 1988; BROWN & FREITAS, 2000, 2002; CLEARY, 2004; BONEBRAKE *et al.*, 2010; MILLER *et al.*, 2011); a razón de su riqueza, composición y abundancia relacionada con las diferentes condiciones bióticas y abióticas de sus ambientes naturales, especialmente ligados con la estructura y composición vegetal. Los diferentes tipos de cobertura vegetal, se relacionan directamente con los ensamblajes de mariposas y su diversidad, a través de la formación de microclimas regulados por los diversos estratos vegetales (BROWN & FREITAS, 2000; CLEARY, 2004; VAN DYCK & MERCKX, 2006; BRERETON *et al.*, 2011) lo que las hace un grupo sensible para medir los cambios producidos por perturbaciones en sus ambientes naturales (BROWN, 1997; NEW, 1997; BROWN & FREITAS, 2000; MENÉNDEZ *et al.*, 2007; BRERETON *et al.*, 2011). En Colombia, son pocas las referencias que se tienen de los patrones de diversidad a escala espacial y temporal con respecto a las especies de mariposas que habitan en los paisajes de Bs-T, no obstante, en años recientes se destacan estudios que evalúan la diversidad de mariposas en esta formación vegetal. MONTERO *et al.* (2009) describieron la riqueza y abundancia de mariposas en fragmentos de Bs-T del departamento del Atlántico, donde se registró la presencia de 121 especies en seis familias. De igual manera, PRINCE-CHACÓN *et al.* (2011) evaluaron la diversidad de mariposas en dos fragmentos de bosque seco tropical en corrales de San Luis (Atlántico), donde encontraron que Nymphalidae y Charaxinae fueron los grupos más diversos a nivel de familia y subfamilia dentro del ensamblaje de especies para esa zona. Así mismo, OROZCO *et al.* (2009) destacaron la importancia de la estructura y compo-

sición de algunas familias de mariposas en un área de Bs-T del occidente antioqueño, donde encontraron datos significativos en el ensamblaje de mariposas en relación con los cambios de vegetación y microclimas para este ecosistema seco.

De acuerdo con lo anterior, se diseñó un estudio ecológico en un paisaje de bosque seco tropical del nororiente colombiano, para responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es la riqueza, abundancia y composición de especies de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) a lo largo de tres niveles altitudinales en la Mesa de Los Santos, (Santander, Colombia)? ¿Cómo varía la diversidad del ensamblaje de mariposas, en cuanto a la estructura de los diferentes estados Serales en los diferentes sitios altitudinales? De esta forma se contribuye al conocimiento de los patrones de diversidad de este grupo de insectos en esta formación vegetal y, adicionalmente, se aportan datos importantes para el inventario regional y nacional de especies de mariposas diurnas del bosque seco tropical.

Materiales y métodos

ÁREA DE ESTUDIO



El cinturón árido del bajo río Chicamocha-Alto Sogamoso, conocido en tiempos precolombinos como Mesa de Xéridas (lengua chibcha) y actualmente llamada La Mesa de los Santos, se ubica en jurisdicción de los municipios de Los Santos, Aratoca y Zapatoca en el departamento de Santander, Cordillera Oriental (6° 46' 0" N y 73° 4' 60" W) en un área de 735,94 ha y un gradiente de elevación de entre 280 a 1.120 m (Figura 1). El Clima de esta zona es templado semiárido con temperaturas que oscilan entre los 23° y 30° C desde la cuenca alta en el altiplano hasta la cuenca media en el valle colgante; la cuenca baja, está entre el sector de Gargantas y el propio cañón del Río Sogamoso (FUNDACIÓN GUAYACANAL *et al.*, datos inéditos).

Su población humana genera recursos económicos principalmente del cultivo del tabaco, la maracuyá y las hortalizas, además de la explotación pecuaria (ganado para el pastoreo) y en menor escala, explotaciones con praderas y potreros de gramíneas y leguminosas (ALCALDÍA DE LOS SANTOS, 2015).

FASE DE CAMPO

Los muestreos se realizaron entre los meses de IX a XI-2014, en la época de mayor precipitación del año en esta zona, a partir de un muestreo de 12 días por franja altitudinal, (280-500 m, 680-900 m, 1.100-1.200 m), y un total de 36 días de muestreo efectivo. Se realizó una selección de tres puntos de muestreo de acuerdo a la cobertura arbórea, lo que se denominó estados Serales. Dentro de cada estado Seral se ubicaron dos transectos de 100 metros de largo y 10 metros de ancho (VILLAREAL *et al.*, 2004) cada uno, a una distancia de 200 metros entre ellos en un área total de muestreo aproximada de 5,2 ha. Estos tres estados Serales se denominaron Bosque Maduro (BM), Bosque en Transición (BT) y Pastizal (P). El BM, de no más de 50 años aproximadamente, se caracterizó por contar con una vegetación continua, con árboles de porte alto, lianas y bejucos, poca presencia de herbáceas, con fragmentos de áreas claras en donde predominan las Bromelias y baja presencia o ausencia de Cactáceas (SALAMANCA & CAMARGO, 2000), se destacaron especies como *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (Burseraceae), *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. (Moraceae), *Ficus insipida* Willd. (Moraceae), *Myrsine guianensis* Aubl. (Myrsinaceae) para la mayor altura (1100-1200 m), especies como *Ficus pallida* (Moraceae), *Myrcia splendens* (Sw.) DC (Myrtaceae), *Astronium graveolens* Jacq. (Anacardiaceae), *Zamia encephalartoides* D. W. Stev (Zamiaceae) para el sitio de estudio entre los (680-900 m), y para los (280-500 m) se encontraron plantas dominantes como *Hura crepitans* L. (Euphorbiaceae), *Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand (Fabaceae), *Acacia farnesiana* (L.) Willd (Fabaceae) y *Astronium graveolens* (Anacardiaceae). El BT es el paso intermedio, que corresponde a la formación de un rastrojo, mezcla entre árboles y arbustos sin dosel coherente ni una estratificación clara, que no superan los 10 años (SALAMANCA & CAMARGO, 2000), se encontraron leguminosas y algunas especies de cactus y en los puntos más altos ericáceas y melastomatáceas. Para esta formación vegetal, sobresalieron especies como *Clusia rosea* (Jacq.) (Clusiaceae), *Calycolpus moritzianus* (O. Berg) Burret (Myrtaceae), *Cecropia peltata* L. (Urticaceae) y *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae) en la mayor altura (1100-1200 m); especies como *Haematoxylum brasiletto* H. Karst. (Fabaceae), *Cavanillesia chicamochae* Fern. Alonso (Malvaceae) *Astronium graveolens* (Anacardiaceae), *Zanthoxylum rhoifolium* (Rutaceae), *Bursera simaruba* (Burseraceae) y *Erythroxylum oxycarpum* O. E. Schulz (Erythroxylaceae) para el sitio de muestreo entre los (680-900 m); y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Fabaceae) y *Ruprechtia ramiflora* (Jacq.) C. A. Mey. (Polygoniaceae) entre los (280-500 m). El P se reconoce cuando especies del banco de semillas se establecen en un suelo desnudo, tras ser afectado para fines agrícolas, ganaderos y asentamientos urbanos, sobresaliendo las gramíneas o etapa herbácea; se desarrolla en los primeros años después de la perturbación (SALAMANCA & CAMARGO, 2000). Este estado Seral se caracterizó por la presencia de asentamientos humanos y cultivos abandonados de tabaco, tomate y sandía. Se destacó la presencia de árboles de mango *Mangifera* sp L. (Anacardiaceae), mamoncillo *Melicoccus bijugatus* Jacq. (Sapindaceae), chirimolla *Annona squamosa* L. (Annonaceae), almendro *Terminalia catappa* L. (Combretaceae) y otras especies como *Myrsine guianensis* Aubl. (Myrsinaceae), *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth (Malpighiaceae), *Psidium guineense* Sw. (Mirtaceae) y *Miconia serrulata* (DC.) Naudin

(Melastomataceae). Para la mayor altura (1100-1200 m); se encontraron especies como *Astronium graveolens* (Anacardiaceae), *Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand (Fabaceae), *Ficus pallida* (Moraceae), *Bursera simaruba* (Burseraceae), *Eugenia biflora* (L.) DC. (Myrtaceae), *Senna pallida* (Vahl) H. S. Irwin & Barneby (Fabaceae), *Erythroxylum oxycarpum* (Erythroxylaceae), *Anacardium excelsum* L. (Anacardiaceae), *Cascabela thevetia* (L.) Lippold (Apocynaceae) y *Croton* sp. L. (Euphorbiaceae) en el sitio de estudio entre los (680-900 m), y entre los (280-500 m) las especies vegetales dominantes fueron: *Acacia farnesiana* (Fabaceae) y *Ruprechtia ramiflora* (Polygoniaceae), además de varias especies de Cactaceas (*Melocactus* sp. Link & Otto, *Armatocereus* sp. F. Ritter, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill).

Para la recolección de los adultos de mariposas se empleó la metodología de búsqueda directa con red entomológica (VILLAREAL *et al.*, 2004) por una sola persona, entre las 08:00 horas y 12:00 horas en el primer transecto y entre las 13:00 horas y las 17:00 horas en el segundo transecto de manera alterna durante los cuatro días, con un muestreo total de 360 horas. Adicionalmente y para complementar el inventario de especies, se emplearon seis trampas tipo Van Someren-Rydon (RYDON, 1964; DEVRIES *et al.*, 1997; MOLLEMAN *et al.*, 2006; RIBEIRO *et al.*, 2008) cebadas con fruta fermentada (banano) (FREITAS *et al.*, 2014) y ubicadas a lo largo de un transecto lineal en cada nivel altitudinal y dispuestas a una altura de dos metros sobre el suelo, separadas 50 metros una de la otra (VILLAREAL *et al.*, 2004; FREITAS *et al.*, 2014). Estas trampas fueron revisadas cada dos horas a lo largo del día. Los ejemplares capturados fueron registrados con fecha, localidad y morfotipo, como una previa agrupación de individuos, que posteriormente facilitó el proceso de determinación taxonómica a nivel de especie. Fueron recolectados, preservados y montados de acuerdo a las recomendaciones de ANDRADE *et al.* (2013).

DETERMINACIÓN DEL MATERIAL RECOLECTADO

La determinación taxonómica se realizó mediante la comparación de caracteres morfológicos externos y de las estructuras genitales de los machos, utilizando claves e ilustraciones de revisiones taxonómicas de LE CROM *et al.* (2002, 2004); NEILD (1996, 2008) y una revisión final con las listas de chequeo de LAMAS (2004). Adicionalmente se utilizó la base de datos de WARREN *et al.* (2013). También se contó con la colaboración de especialistas de algunos grupos taxonómicos y la comparación con los ejemplares depositados en la colección personal de Jean François Le Crom en Bogotá, para la determinación final de las especies. Los ejemplares recolectados se depositaron en la Colección de Artrópodos y otros invertebrados (CAUD-216) del Museo de Historia Natural de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.

Las especies de la familia Hesperidae no se tuvieron en cuenta para este estudio. Posteriormente se realizarán análisis donde se tendrá en cuenta la estructura y composición de esta familia.

ANÁLISIS DE DATOS

Se obtuvieron los índices de diversidad alfa y beta en términos de números equivalentes o números de Hill. Estos números se calcularon en tres órdenes de diversidad; la diversidad en orden ⁰D (riqueza de especies), la diversidad ¹D (exponencial del índice de Shannon) y la diversidad ²D (el inverso del índice de Simpson) (JOST, 2006; MORENO *et al.*, 2011). Se construyeron perfiles de diversidad mediante el trazado de los diferentes órdenes de diversidad para identificar los patrones de dominación de las comunidades de las mariposas diurnas para las tres alturas. Los números equivalentes se calcularon usando un código de Excel desarrollado por JOST (2006) y se corroboraron a través del software estadístico R-project versión 3.0.2. Con base en lo anterior, se calcularon estimadores de las diversidades estudiadas, para la diversidad en orden ⁰D empleando bootstrap con el programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL *et al.*, 2012) teniendo en cuenta todas las especies estudiadas, la diversidad en orden ¹D basado en el ajuste Horvitz-Thompson que permite la estimación del índice de Shannon (CHAO & SHEN, 2003) y la diversidad en orden ²D con el MVUE (Minimum Variance Unbiased Estimator) (Eq. 2.27 de MAGURRAN, 1988) que es un estimador no sesgado invariante al

tamaño de la muestra (MARÍN *et al.*, 2014). Estos análisis fueron realizados en el programa SPADE (CHAO & SHEN, 2010).

Los patrones de abundancia y riqueza de las familias y subfamilias se estimaron a partir del ordenamiento de una matriz de abundancias, donde se estableció el modelo de distribución que más se ajustaba al ensamblaje, por medio de una prueba de χ^2 con la ayuda del programa PAST 3.02 (HAMMER *et al.*, 2014). Adicionalmente, se realizó un análisis de composición o Cluster entre las franjas altitudinales con base al índice de similitud de Bray-Curtis (BRAY & CURTIS, 1957). Para determinar la representatividad del muestreo, se realizó la curva de acumulación de especies a partir de una matriz de abundancia de las especies recolectadas, en el programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2013) mediante el estimador no paramétrico CHAO 1 (MORENO, 2001), el cual analiza la riqueza específica cuando se obtiene abundancia, a partir de las especies encontradas con una y dos muestras.

Por último, para observar la relación entre los diferentes tipos de cobertura vegetal, seleccionados de acuerdo a la composición y estructura de especies vegetales presentes en los lugares, y la abundancia de las especies de mariposas, se utilizó un análisis de correspondencia (AC) (LEBART, 1974) el cual permite analizar las relaciones de dependencia e independencia entre las variables y las especies.

Resultados

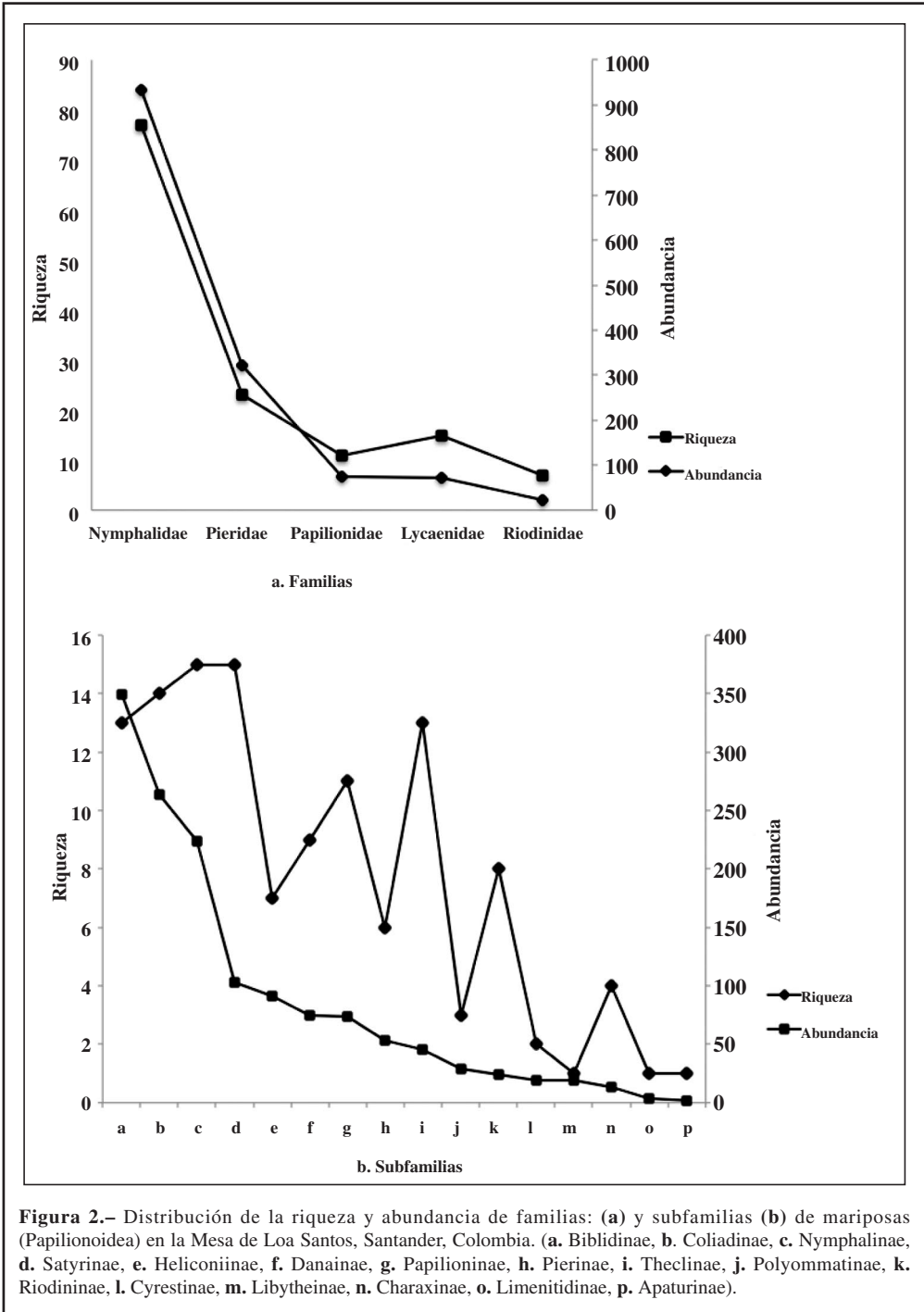
Se recolectaron 1.389 individuos distribuidos en cinco familias, 16 subfamilias, 85 géneros, 121 especies y 48 subespecies. El 55,3% de las especies y el 64,7% de los individuos pertenecieron a la familia Nymphalidae (68 especies) presentes en 11 subfamilias, seguida por la familia Pieridae (16,2%) con 20 especies y dos subfamilias. Las familias con menor riqueza fueron Riodinidae (6,5%), Papilionidae (8,95%) y Lycaenidae (13%), con 8, 11 y 16 especies respectivamente (Figura 2a).

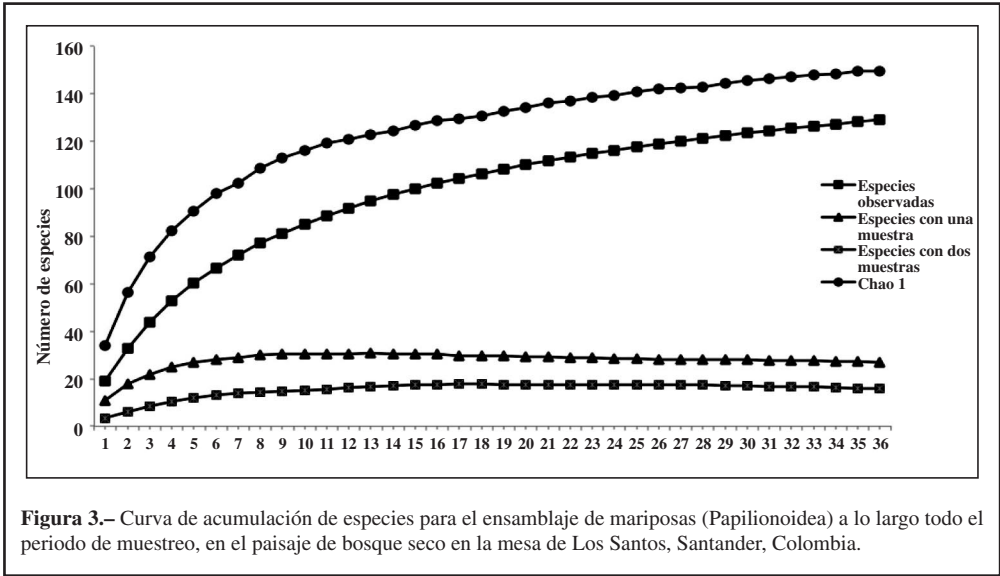
Entre cada franja altitudinal las especies más abundantes fueron *Hamadryas februa* (Godart, [1824]), *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777) y *Euptoieta hegesia* (Cramer, 1779) (280-500 m), *Hamadryas februa*, *Eunica monima* (Stoll, 1782) y *Hamadryas feronia* (Fruhstorfer, 1916) (680-900 m) y *Yphihimoides blanquita* Barbosa, Marín & Freitas, 2016, *Taygetis laches* Fabricius, 1793 y *Hamadryas feronia* (1.100-1.200 m). El sitio de altura baja (280-500 m) aportó el 31,3% de los individuos y el 39,8% de las especies para muestreo final, donde los grupos como la familia Nymphalidae (25 especies), Nymphalinae (10 especies) y la familia Pieridae (10 especies), Coliadinae (7 especies) presentaron mayor dominancia. Para la altura mediana (680-900 m) el aporte de diversidad fue del 48,5% de los individuos y 54,4% de las especies del muestreo final, donde los grupos como Nymphalidae (42 especies), Nymphalinae (12 especies) y Pieridae (16 especies): Coliadinae (11 especies) fueron los más representativos. Finalmente, en la altura superior (1.100-1.200 m) se encontró un aporte del 20% de los individuos y 58,53% de las especies, donde los grupos Nymphalidae (42 especies) y Satyrinae (11 especies) presentaron el mayor número de registros.

Las subfamilias con valores más altos en riqueza específica fueron: Nymphalinae, Satyrinae, Coliadinae y Biblidinae las cuales aportaron un 67,6% de los individuos del muestreo total; y los valores más bajos se encontraron entre las subfamilias Cyrestinae, Libytheinae, Limenitidinae y Apaurinae las cuales contribuyeron solo el 4,0% de los individuos del muestreo total (Figura 2b).

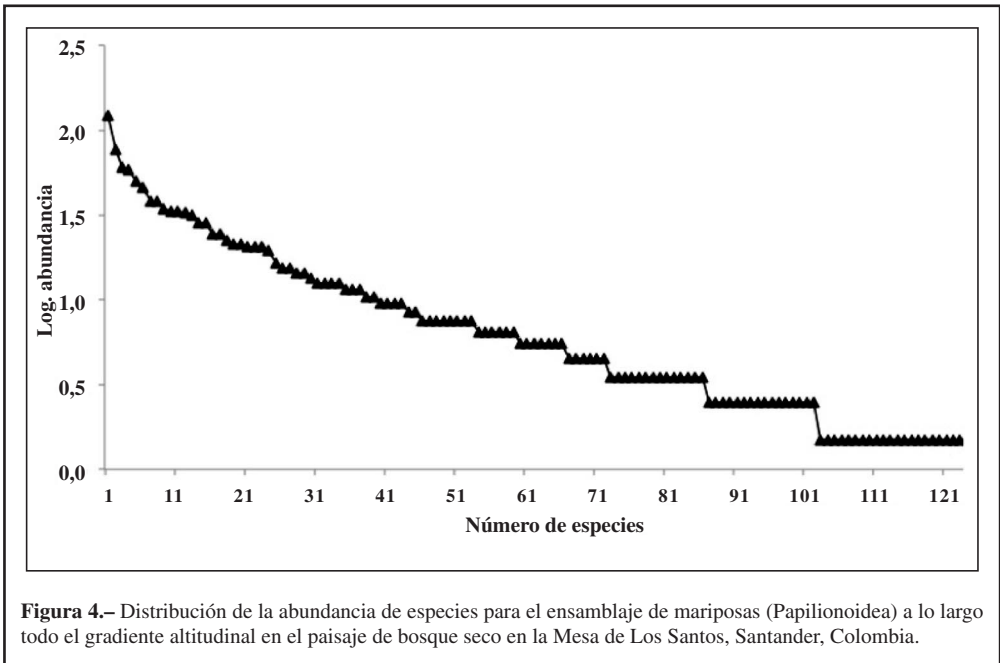
En cuanto a la representatividad del muestreo, en la curva de acumulación de especies (Figura 3), el porcentaje de representatividad correspondió al 82,2% de las especies esperadas, es decir, 121 de las 149 que predice el estimador de riqueza CHAO 1 (VILLAREAL *et al.*, 2004; CHAO *et al.*, 2009), lo que demuestra que fue detectada la mayoría de las especies presentes a lo largo de los diferentes niveles altitudinales, mostrando una buena efectividad del muestreo atribuida a la técnica, periodo y esfuerzo de muestreo durante las recolectas.

Para la curva de rango abundancia de especies a lo largo del gradiente altitudinal, se observaron pocas especies consideradas como muy abundantes, como el caso de *Hamadryas februa* y *Hamadryas feronia* (Figura 4), pertenecientes al grupo (Nymphalidae: Biblidinae) que corresponde al más abundan-





te para el total del muestreo. Entre las especies abundantes se encontraron: *Euptoieta hegesia*, *Eunica monima*, *Ypthimoides blanquita*, *Junonia evarete* (Cramer, 1779), *Chlosyne lacinia* (Geyer, 1837), *Eurema daira* (Godart, 1819), *Phoebis sennae* y *Pyrisitya proterpia* (Fabricius, 1775). Entre las especies comunes se destacaron: *Dynamine postverta* (Cramer, 1779), *Anartia jatrophae* (Linnaeus, 1763),



Phoebis philea (Linnaeus, 1763), *Heliconius erato* (Hewitson, 1867), *Janatella leucodesma* (C. Felder & R. Felder, 1861) y *Strymon bazochii* (Godart, [1824]). Para las especies consideradas como raras para este muestreo, por el registro de un solo individuo se pueden mencionar a *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758), *Siproeta stelenes* (Linnaeus, 1758), *Zizula cyna* (Edwards, 1881), *Tithorea harmonia* Godman & Salvin, 1898, *Vanessa braziliensis* (Moore, 1883) y *Zaretis isidora* (Cramer, 1779).

Basados en las diversidades observadas y esperadas, calculadas en el orden 0D , 1D y 2D (Tabla I) para los tres puntos de muestreo, la diversidad de orden 0D con los valores de 49 especies efectivas entre los (280-500 m), 78 entre 630-900 msnm y 73 entre (1.100-1.200 m), indican que se presenta mayor abundancia y riqueza de especies entre los puntos de muestreo con mayor altitud. La diversidad de orden 1D es de 30.24 especies efectivas entre los (280-500 m), 39.16 entre (650-900 m) y 45.98 entre (1.100-1.200 m) y 2D de 24.09, 24.29 y 28.26 especies efectivas en las altitudes respectivas, demuestra que entre los tres puntos de muestreo hay una gran similitud de especies comunes y muy abundantes; sin embargo la diversidad de orden 0D presenta valores más altos, lo que explica una amplia diferencia entre 1D y 2D indicando que este ensamblaje presenta algunas especies abundantes y un gran número de especies raras para cada punto (Figura 5).

Tabla I.– Diversidad de especies (en números efectivos), mostrando los valores obtenidos en el muestreo y los estimados para cada nivel elevacional.

Puntos de muestreo	Diversidades observadas			Diversidades esperadas		
	0D	1D	2D	0D	1D	2D
280-500 m	49	30.24	24.09	58.4	32.44	25.45
680-900 m	78	39.16	24.29	89.4	42.60	25.16
1.100-1.200 m	73	45.98	28.26	104.8	54.70	31.35

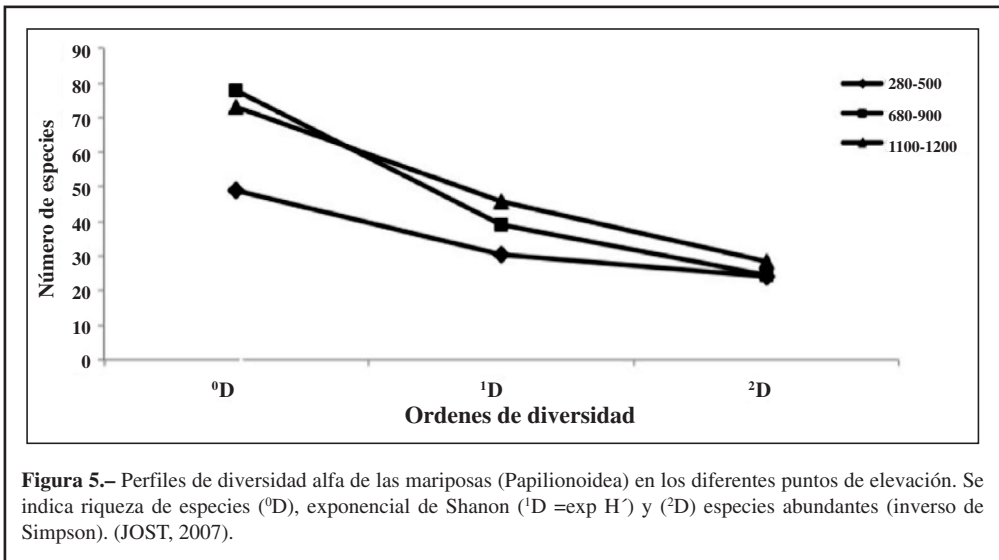


Figura 5.– Perfiles de diversidad alfa de las mariposas (Papilionoidea) en los diferentes puntos de elevación. Se indica riqueza de especies (0D), exponencial de Shanon ($^1D = \exp H'$) y (2D) especies abundantes (inverso de Simpson). (JOST, 2007).

Los perfiles de la diversidad beta entre pares de alturas difieren tanto en sus valores como en su dirección. Respecto a la riqueza, la menor diversidad beta se encontró entre las alturas 1 y 2 (280-500 m) vs (680-900 m) y la mayor entre la altura 1 y 3 (280-500 m) vs (1.100-1.200 m) ligeramente mayor que beta entre 2 y 3 (680-900 m) vs (1.100-1.200 m) (Figura 6). Para este estudio, todos los valores de

0β son medianos, evidenciando (entre 1.45 y 1.56 comunidades efectivas). Para beta de los órdenes 1D y 2D , se tienen tendencias diferentes. Entre las alturas 1 y 2 beta disminuye y muestra valores bajos (1.32 y 1.23, respectivamente), indicando que varias de las especies comunes y abundantes son compartidas (*Hamadryas februa*, *Euptoieta hegesia*, *Hamadryas feronia*), mientras varias especies raras están en una o la otra altura. Comparando las alturas 2 y 3, el perfil de beta va ligeramente en aumento (de 1.53 a 1.6 comunidades efectivas), indicando que varias de las especies comunes o abundantes en una altura son raras en la otra, y viceversa. Solo *Hamadryas feronia* tiene abundancias relativas mayor a 0.05 en ambas alturas. *Hamadryas februa*, fue la especie más abundante en la altura 2 pero no se encontró en la altura 3, y las otras dos especies más abundantes en altura dos son raras en la 3. De las especies más abundantes en la altura 3 (*Ypthimoides blanquita*, *Hamadryas feronia*, *Taygetis laches*), una es ausente en la 2 (*Taygetis laches*). Las diferencias de la diversidad beta entre la altura 1 y 3 son similares al patrón observado entre las alturas 2 y 3, aunque beta disminuye entre 0D y 1D , para aumentar entre 1 y 2, lo que significa que algunas de las especies comunes son compartidas, pero solo pocas especies abundantes (*Hamadryas feronia*). Cinco especies que se comparten entre las alturas 1 y 3, están ausentes en la altura 2: *Pyrisitia venusta* (Boisduval, 1836), *Anartia jatrophae*, *Hemiargus hanno* Draudt, 1921, *Danaus plexippus* (Haensch, 1909) y *Pseudolycaena marsyas* (Linnaeus, 1758). El no registro de las especies mencionadas anteriormente, las cuales se hubiesen esperado encontrar en elevaciones intermedias (900 m) por su distribución en este tipo de paisaje para este muestreo, puede estar relacionado con la fenología de las mismas al momento de realizar las recolectas, además de las frecuentes lluvias al momento de visitar la zona, pudieron ocasionar una baja frecuencia de estas especies y con ello su no detección para este nivel altitudinal

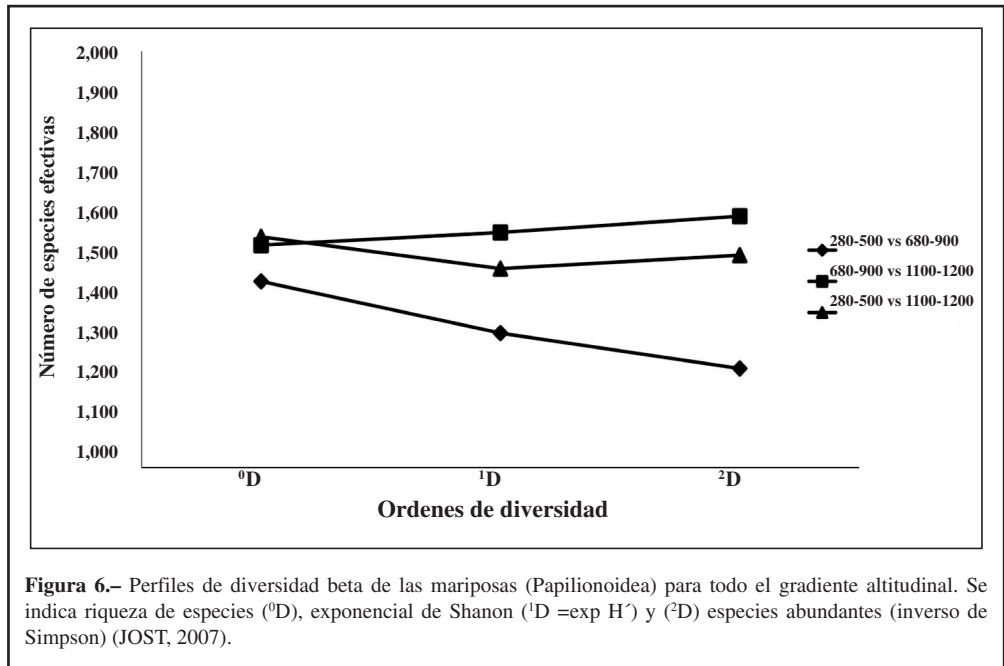


Figura 6.— Perfiles de diversidad beta de las mariposas (Papilionoidea) para todo el gradiente altitudinal. Se indica riqueza de especies (0D), exponencial de Shannon ($^1D = \exp H'$) y 2D especies abundantes (inverso de Simpson) (JOST, 2007).

El patrón anteriormente mencionado, se puede observar a través del análisis de similitud de Bray-Curtis que mostró una agrupación en la comunidad de mariposas registrando dos grupos, el primer grupo asoció en un 49.5% los niveles altitudinales entre (680-900 m) y (280-500 m) (los cuales comparten 11 especies, cinco de ellas de la subfamilia Nymphalinae) donde se destacaron *Hamadryas*

februa, *Chlosyne lacinia*, *Historis acheronta* (Fabricius, 1775), *Ganyra phaloe* (C. Felder & R. Felder, 1861) y un segundo grupo separado por un 5.5% (Figura 7). Para las tres alturas se encontraron 20 especies compartidas, la mayoría de ellas de subfamilia Nymphalinae (cinco especies) *Hamadryas feronia*, *Euptoieta hegesia*, *Eunica monima*, *Anartia amathea*, *Historis odius* Lamas, 1995 y (Pieridae: Coliadinae) cinco especies: *Eurema daira*, *Pyrisitia proterpia* (Fabricius, 1775), *Phoebis sennae*, *Phoebis philea* y *Phoebis argante* (Fabricius, 1798). Entre los (280-500 m) se registraron 10 especies exclusivas, especialmente de la familia Lycaenidae (cuatro especies): *Strymon albata* (C. Felder & R. Felder, 1865), *Atlides rustan* (Stoll, 1790), *Chlorostrymon simaethis* (Drury, 1773) y *Strymon rufofusca* (Hewitson, 1877); también se registraron para este nivel altitudinal especies como *Protesilaus protesilaus* (C. Felder & R. Felder, 1865), *Neographiumanaxilaus* (C. Felder & R. Felder, 1865) (Papilionidae) y *Pharneuptychia pharnabazos* (Bryk, 1953) (Satyrinae). Entre los (680-900 m) se encontraron 25 especies exclusivas, en su mayoría de la familia Nymphalidae (15 especies), *Libytheana carinenta* Michener, 1943, *Marpesia chiron* (Fabricius, 1775), *Biblis hyperia* (Cramer, 1797) y especies como *Strymon melinus* Salazar, Vélez & K. Johnson, 1997 y *Aphrissa boisduvali* (C. Felder & R. Felder, 1861). Para la parte alta entre los (1.100-1.200 m) se encontraron 31 especies exclusivas en su mayoría de la familia Nymphalidae (20 especies): *Hypothyris lycaste* (Fabricius, 1793), *Hermeuptychia hermes* (Fabricius, 1775), *Cissia pompilia* (C. Felder & R. Felder, 1867), *Opsiphanes cassina* C. & R. Felder, 1862, *Mechanitis menapis* Hewitson, [1855], *Taygetis laches*, *Hypoleria ocalea* (Doubleday, 1847), *Marpesia petreus* (Cramer, 1776), entre otras, como *Strymon cestry* (Reakirt, [1867]) (Lycaenidae) y *Rhetus periander* (Morisse, 1838) (Riodinidae).

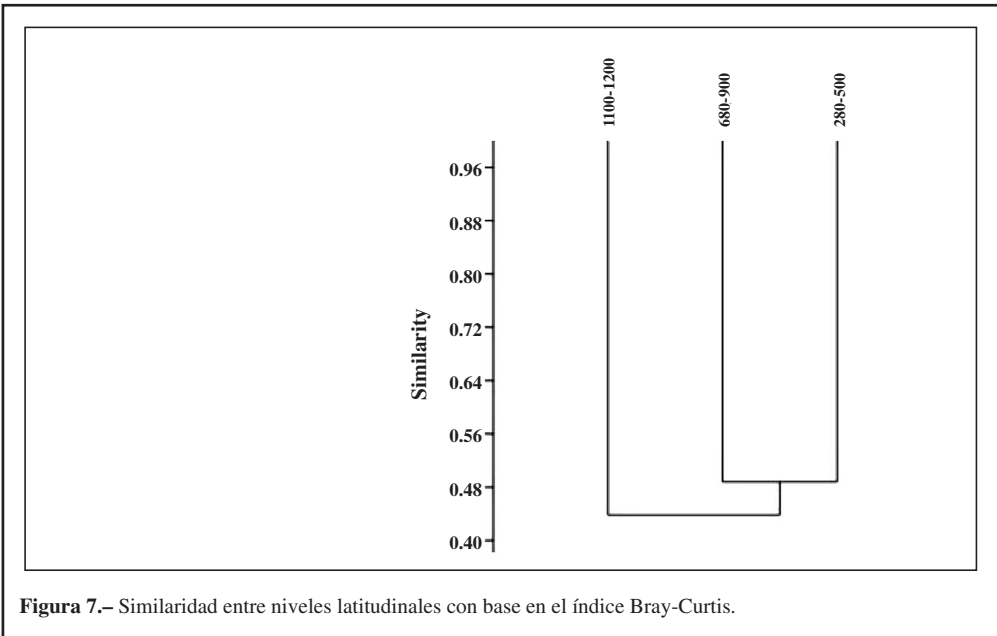
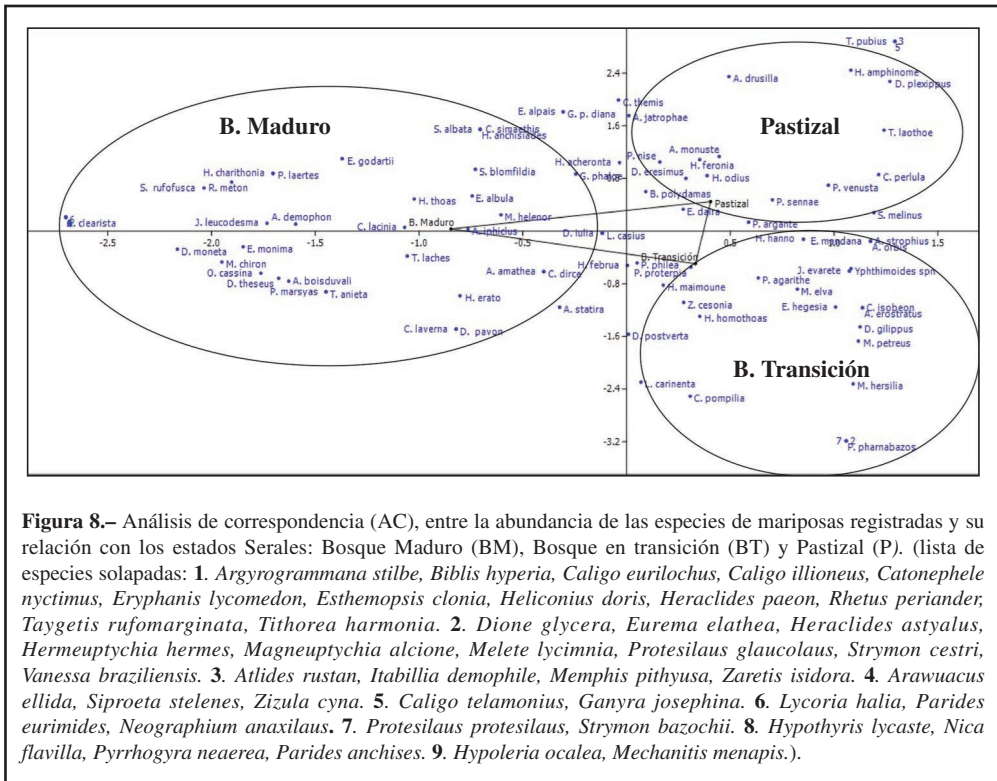


Figura 7.— Similaridad entre niveles latitudinales con base en el índice Bray-Curtis.

Finalmente, el análisis de correspondencia (AC) permitió analizar la relación entre el ensamblaje de mariposas y los estados Serales (Figura 8). Las especies *Dione moneta* Hübner, [1825], *Eunica monima*, *Zizula cyna*, *Marpesia chiron*, *Strymon rufofusca*, entre otras, fueron las especies que presentaron una relación más significativa a las condiciones presentes en el BM, mientras que especies como *Euptoieta hegesia*, *Heraclides homothoas* (Rothschild & Jordan, 1906), *Danaus gilippus* (C. Felder & R. Felder, 1865), *Phoebis agarithe* (Boisduval, 1836) y *Calycopis isobeon* (Butler & Druce, 1872), se

relacionaron más con el BT. Especies como *Battus polydamas* (Linnaeus, 1758) (Papilionidae), *Hamadryas feronia* (Nymphalidae), *Phoebis sennae* (Pieridae), *Historis odius*, *Temenis laothoe* (Cramer, 1777) (Nymphalidae) y *Pyrisitia venusta* (Pieridae), son propias de áreas abiertas e intervenidas (DE VRIES, 1987; FRAJIA & FAJARDO, 2006) razón por la cual se encontraron asociadas al P. Cada una de estas especies se pueden considerar como especies propias o únicas para cada uno de los estados Serales que fueron seleccionados según el tipo de cobertura vegetal, lo que indica que estos diferentes niveles de disturbio, ofrecen condiciones ambientales que favorecen la presencia de grupos de especies que se relacionan con la estructura y composición de cada unidad de paisaje a través de las agrupaciones de especies en las diferentes familias y subfamilias dentro del ensamblaje de mariposas para cada estado Seral.



Discusión

El número de especies de mariposas diurnas reportadas para este trabajo (121 especies) representan el 3,7% del total de especies registradas para el país es de 3.279 especies) (ANDRADE *et al.*, 2007; PYRCZ *et al.*, 2013). La riqueza de especies encontrada en este estudio, fue igual que la reportada por MONTERO *et al.* (2009), en un fragmento de Bs-T del Atlántico colombiano, donde registraron 121 especies y la subfamilia con mayor representatividad fue Coliadinae (Pieridae) con 15 especies, al igual que en este trabajo con 14 especies y OROZCO *et al.* (2009) registró 117 especies en un área del Bs-T del occidente Antioqueño; lo que permite concluir que la riqueza de especies de mariposas para este trabajo corresponde al promedio general del número de especies presentes en diferentes estudios para el Bs-T en Colombia en los últimos años.

La familia con mayor riqueza y abundancia de especies fue Nymphalidae, un grupo que representa un gran porcentaje de especies con amplia distribución geográfica por sus hábitos generalistas y su fácil adaptación a ambientes perturbados (DE VRIES, 1987; FRAIJA & FAJARDO, 2006). Entre las especies más abundantes de esta familia se puede mencionar a *Hamadryas februa* y *Hamadryas feronia* registradas con mayor frecuencia en las zonas de bordes de bosque, y áreas cultivadas e intervenidas donde hay una amplia presencia de sus plantas hospedantes, las cuales pueden mantener su follaje incluso en la época seca favoreciendo la etapa larval de estas especies lo cual se refleja en la gran abundancia en su estadio adulto (YOUNG, 1974). En el trabajo realizado por OROZCO *et al.* (2009), las especies más representativas fueron *Hermeuptychia hermes*, *Fountainea ryphea* (Cramer, 1775), *Hamadryas feronia* y *H. februa*, especies que son sensibles a las variaciones ambientales relacionadas con la fragmentación del hábitat (UEHARA *et al.*, 2003; UEHARA & FREITAS, 2009). Sin embargo, para este estudio la especie *H. hermes*, fue una especie única recolectada en el BT y *F. ryphea* no fue registrada; lo que puede estar relacionado con la fenología de las especies y dicha fenología con la época del año para la cual se realizó el muestreo (UEHARA-PRADO *et al.*, 2007).

La segunda familia más abundante fue Pieridae, muy frecuente en áreas abiertas (LE CROM *et al.*, 2004) ya que los machos como los de otros géneros como *Phoebis* Hübner, [1819], *Aphrissa* Butler, 1873, *Eurema* Hübner, [1819] y *Ascia* Scopoli, 1777, tienen la tendencia a reunirse en congregaciones al borde de áreas pantanosas y playas de ríos donde succionan minerales vitales para su desarrollo, disueltos en la humedad (KRENN, 2008). Dentro de esta familia, la subfamilia Coliadinae contiene la mayor riqueza y abundancia de especies en este estudio, esté es un grupo frecuente y de fácil detección como se ha encontrado en otras zonas de Bs-T del occidente Antioqueño en Colombia, donde se menciona la tolerancia de este grupo de mariposas para adaptarse a las áreas urbanas, donde las plantas de las cuales se alimentan sus estados inmaduros son utilizadas para arborizar zonas urbanas (OROZCO *et al.*, 2009).

Por otra parte, las subfamilias Apaturinae y Limenitidinae, fueron los grupos que presentaron la menor riqueza y abundancia de especies para este estudio. Estas mariposas son capturadas en trampas con menor frecuencia, como ocurrió para este estudio donde algunos individuos fueron detectados por medio de las trampas tipo VSR y otros mediante la búsqueda directa con red manual, lo cual puede atribuirse a las variables no controladas de disponibilidad de una de sus principales fuentes de alimento, el néctar de las flores, lo que estaría influyendo en la poca abundancia de dichas subfamilias (FREITAS *et al.*, 2014). Sin embargo, en los trabajos de BOOM-URUETA *et al.* (2013) y el de CAMPOS-SALAZAR *et al.* (2011) se encontró una mayor presencia de la subfamilia Limenitidinae (del género *Adelpha* Hübner, [1819]) pero al igual que en este estudio, la subfamilia Apaturinae contó con una mínima representación en los eventos de muestreo.

En este estudio, se registraron 33 especies de mariposas frugívoras; este es un gremio ampliamente estudiado especialmente en zonas de tierras bajas de la región Neotropical (DEVRIES *et al.*, 1997; BROWN & FREITAS, 2000; DEVRIES & WALLA, 2001; UEHARA *et al.*, 2003; UEHARA & FREITAS, 2009), en su mayoría están representadas por las subfamilias Satyrinae, Biblidinae, Charaxinae y Nymphalinae (FREITAS *et al.*, 2014), habitualmente empleadas como modelo de estudio por ser especies indicadoras de intervención y fragmentación de paisajes naturales. En este estudio dichas subfamilias corresponden a los grupos con los valores más altos de abundancia con un 28,7% y 26,8% de riqueza, con un aporte del 8,1% de especies para la subfamilia Satyrinae, Biblidinae con 7,3% de las especies y Nymphalinae 4,6%, a excepción de Charaxinae con un 2,4% siendo el grupo con los valores más bajos para este gremio.

Para este muestreo, las especies menos representativas se encontraron en las familias Riodinidae y Lycaenidae, las cuales representaron el 19,5% del total del muestreo con mariposas como *Aricoris erostratus* (Westwood, 1851), *Leucochimona vestalis* (Godman & Salvin, 1885), *Theope pubius* C. Felder & R Felder, 1861, *Hemiargus hanno bogotana*, *Strymon rufofusca*, *Rekoa meton* (Cramer, 1779) y *Pseudolycaena marsyas*. Estos grupos de mariposas también se han reportado con bajas frecuencias en otros estudios de mariposas en Bs-T (MONTERO *et al.*, 2009). Estas familias se caracterizan por presentar colores crípticos, tamaño pequeño y baja atracción frente a los cebos de las tram-

pas y especialmente en el caso de los Lycaenidae su riqueza suele ser baja dentro de los muestreos de biodiversidad en la región Neotropical debido a que muchas especies de este grupo vuelan en estratos más altos y se posan en la parte alta de los árboles (PRIETO & DAHNERS, 2006). Dentro de la familia Lycaenidae, especies como *Pseudolycaena marsyas*, fueron registradas en este estudio para BM y BT, asociadas a áreas cercanas a claros de bosque con un buen porcentaje de cobertura vegetal circundante. La captura de esta mariposa resulta difícil en algunas ocasiones debido a aspectos ecológicos como la estacionalidad y preferencias por espacios abiertos en especial sobre la copa de los árboles (DE LA MAZA, 1987; CAMPOS-SALAZAR *et al.*, 2011).

La representatividad de muestreo de este estudio fue alta, con la detección del 82,2% de las especies reales para la zona, al igual que en el estudio de PRINCE-CHACÓN *et al.* (2011) en el Bs-T en Corrales de San Luis (Atlántico), mientras que en el trabajo de OROZCO *et al.* (2009) la curva de acumulación de especies no alcanzó la asíntota a pesar de realizar una metodología similar.

En este estudio, la especie *Anartia amathea*, (Nymphalidae: Nymphalinae) una mariposa nectarívora muy frecuente en áreas abiertas e intervenidas (GARCÍA-ROBLEDO *et al.*, 2001; VALENCIA *et al.*, 2005) fue una de las especies con más bajo registro de individuos (cinco), fue observada en los tres estados Serales pero en menor frecuencia en P, esto puede estar relacionado a la escasez de recursos para su alimentación y la baja presencia de plantas hospedantes para sus estados inmaduros, en las familias (Acanthaceae y Verbenaceae) en los diferentes puntos altitudinales. En el estudio realizado por OROZCO *et al.* (2009) en el Bs-T del occidente Antioqueño, *Anartia amathea* fue la especie que presentó mayor abundancia (104 individuos), una frecuencia normal para esta especie en zonas cálidas. Por otro lado, mariposas como *Temenis laothoe*, según CHACÓN & MONTERO (2007), son reportadas como especies que habitan en bordes de bosque, claros y márgenes de arroyos, para este caso, esta mariposa fue recolectada en el BT y P, los cuales contaban con condiciones propicias para su establecimiento debido a la presencia de claros y cercanía a cuerpos de agua.

Adicionalmente, se amplió el rango de distribución a la Cordillera Oriental de la especie *Ypthimoides blanquita* Barbosa, Marín & Freitas, 2016 conocida únicamente en el Bs-T del occidente de Colombia y en el departamento de Córdoba.

A lo largo del gradiente altitudinal estudiado se encontraron diferencias en la abundancia y riqueza del ensamblaje de mariposas, donde los valores más altos en la diversidad alfa, se registraron en la elevación intermedia (630-900 m) y alta (1.100-1.200 m). Este patrón puede estar relacionado con la hipótesis de dominio medio (COLWELL & HURTT, 1994; COLWELL & LESS, 2000; ZAPATA *et al.*, 2005; GAVIRIA-ORTIZ & HENAO, 2014), donde hay una mayor riqueza de especies en zonas de tierras medias-bajas, es decir, que hay un solapamiento de la distribución altitudinal de las especies hacia el centro de dominio (altura intermedia), debido a la extensión de la distribución de las especies asociadas tanto a zonas de montaña como a tierras bajas (GARCÍA-PÉREZ *et al.*, 2007).

Los perfiles de la diversidad beta entre pares de alturas difirieron tanto en sus valores como en su dirección. Todos los valores de β para este muestreo fueron medianos, (entre 1.45 y 1.56 comunidades efectivas). El menor recambio de especies se encontró entre los niveles altitudinales bajos e intermedios, mientras que la riqueza y composición de especies entre los niveles bajos comparados con los más altos fue más evidentes. La similitud en la estructura del paisaje y las condiciones climáticas a lo largo de los distintos niveles altitudinales estudiados, pueden estar regulando el bajo nivel de recambio de especies de mariposas a lo largo diferentes puntos de muestreo en este estudio.

En cuanto a las especies exclusivas para cada una de las franjas altitudinales se destacaron: (280-500 m): *Memphis pithyusa* (R. Felder, 1869), (600-900 m): *Biblis hyperia*, (1.100-1.200 m): *Strymon cestri*. Según FREITAS *et al.* (2014) para el caso de las mariposas del género *Memphis* sp., estas son comunes en fragmentos de bosque y su principal fuente de alimento es la especie vegetal *Croton* sp. (Euphorbiaceae) una planta que se observó en el estado Seral de P, área donde fue registrada. No obstante, *Memphis pithyusa* no fue la especie de mayor abundancia para este estudio, así como tampoco lo fue *Biblis hyperia* (Biblidinae) la cual es común en áreas abiertas e intervenidas y en este caso fue registrada en el estado Seral BM el cual no cumplía completamente con las características necesarias para esta especie, además de los aspectos fenológicos y disposición recursos en el

momento del estudio, *B. hyperia* pudo encontrarse aunque no en gran abundancia (1 individuo) a pesar de contar en el área con la planta de la cual se alimenta en estado larval (Pringamosa: Urticaceae).

Con respecto a la diversidad de los estados Serales, el BT presentó valores de riqueza altos, lo cual puede estar relacionado con la hipótesis de perturbación intermedia (CONNELL, 1978), la cual sustenta que los valores elevados de diversidad pueden ser mantenidos por niveles intermedios de perturbación (natural o antrópica), debido a que la perturbación abre paso para que el paisaje tenga un mayor nivel de heterogeneidad en las comunidades vegetales y con ello una mayor disponibilidad de hábitats con flores para libar, presencia de plantas hospedantes y mayor entrada de luz solar en zonas abiertas que benefician los procesos de termorregulación para las mariposas (MARTÍNEZ *et al.*, 2015; OSPINA-LÓPEZ *et al.*, 2015).

El análisis de correspondencia AC permitió evidenciar la importancia de la estructura del paisaje y los diferentes tipos de cobertura vegetal, con relación a la abundancia de las especies de mariposas; por ejemplo *Heliconius erato* fue una de las especies compartidas para los tres estados Serales, sin embargo tuvo menor presencia en P a pesar de que esta especie está asociada con fragmentos de bosque, áreas abiertas, bordes y especialmente pastizales para la ganadería, más que con áreas conservadas que cuentan una cobertura vegetal compleja, además de la ausencia de su planta hospedante de la familia (Passifloraceae) en los tres puntos (PALACIOS & CONSTANTINO, 2006; RÍOS-MÁLAVER, 2007; TOBAR & IBRAHIM, 2009; LÓPEZ & FLÓREZ, 2009). Estos resultados indican que la composición arbórea a lo largo del gradiente puede incidir de forma determinante en la composición y diversidad de mariposas, ya que genera hábitats apropiados para la supervivencia no solo de mariposas sino también de otros grupos animales como las aves de esta región (CARRERO *et al.*, 2013). Además, se pueden presentar posibles cambios de vegetación a causa de áreas con pendientes que afectan las propiedades de los suelos (profundidad, retención de agua, etc.) condiciones que son claves para el desarrollo de la vegetación del lugar (MARTÍNEZ *et al.*, 2015).

De acuerdo a varios estudios realizados sobre la diversidad de mariposas diurnas en coberturas vegetales con diferentes estados de conservación, entre ellos PRIETO & CONSTANTINO (1996), ÁLVAREZ (2014) y GAVIRIA-ORTIZ & HENAO (2014); aunque las condiciones y edades de los tipos de vegetación resultan ser diferentes, no se ha logrado unificar un criterio sobre el comportamiento de la riqueza de especies de acuerdo al estado Seral. Sin embargo, GLEASON (1926) argumenta que si bien la sucesión es predecible con el tiempo, no sucede de forma holística, sino en respuesta a muchos eventos individuales propios de cada una de las especies que componen una comunidad vegetal y el reemplazamiento de ellas (HALFFTER & ARELLANO, 2002; GAVIRIA-ORTIZ & HENAO, 2014).

El P y BT son los estados Serales más cercanos con respecto a la diversidad de mariposas según el AC, demostrando la afinidad entre estas dos coberturas vegetales con algún grado de intervención, probablemente por la similitud en la composición vegetal con grupos en común como las fabáceas y anacardiáceas, donde posiblemente el desarrollo fenológico de estos dos paisajes es semejante. Sin embargo, esto puede estar relacionado con la actividad de las mariposas, como lo menciona DENNIS *et al.* (2007) quienes destacan que la actividad de las mariposas es significativamente menor en matorrales, rastrojos y arbustos donde perchan, descansan, toman el sol, duermen, en comparación con zonas abiertas como pastizales, y el número de individuos y especies aumenta con el incremento en el tamaño de los parches (OSPINA-LÓPEZ *et al.*, 2015).

La abundancia y presencia de algunas especies de mariposas están estrechamente relacionadas con sus plantas hospedantes en los diferentes puntos de muestreo, como ocurre algunas especies mencionadas anteriormente, y también para la especie *Eumaeus godartii* (Boisduval, 1870) (Lycaenidae) la cual fue registrada con dos ejemplares, uno en BM y uno en P entre los (680-900 m) donde se contó con la presencia de la especie vegetal, *Zamia encephalartoides* (Zamiaceae) su planta hospedante, además es endémica para la zona.

La variación de la diversidad del ensamblaje de mariposas en cuanto a la composición y estructura vegetal en cada estado Seral, evidencia la sensibilidad de los adultos de mariposas con respecto

a estas variables, ya que dicha estructura y composición vegetal puede modificar un ecosistema facilitando o inhibiendo la colonización de otras especies de plantas a través de la formación de microhábitats donde la humedad y la temperatura son condiciones importantes para la presencia de muchos grupos de mariposas. Los gradientes ambientales típicos en zonas montañosas y la agricultura tradicional, son causantes de la heterogeneidad del paisaje (CUATRECASAS, 1958; ALBESIANO, 1999; RODRÍGUEZ *et al.*, 2006; MARTÍNEZ *et al.*, 2015; OSPINA-LÓPEZ *et al.*, 2015) y esta misma puede propiciar diferentes hábitats dentro del paisaje, que ofrecen recursos importantes para el ensamblaje de mariposas. El BM es el más antiguo de los estados Serales evaluados dentro del área de muestreo en este estudio, con los árboles más altos (entre 5-25 metros) de la familia Fabaceae, Malvaceae y Moraceae; y el BT con árboles de porte medio-bajo, (1,5-5 metros) de la familia Rutaceae y Erythroxylaceae los cuales brindan la posibilidad de formar más microhábitats; permitieron encontrar mariposas de gran tamaño como *Morpho helenor* Guenée, 1859, *Caligo illioneus* Butler, 1870 y *Caligo eurilochus* (Cramer, 1775), mientras en P las especies de mariposas, son de pequeño tamaño como *Eurema albula* (Cramer, 1775) y *Eurema daira* (Coliadinae) las cuales habitan frecuentemente espacios abiertos, lo que resulta razonable ya que las mariposas con vuelo rápido son más propensas a cruzar entornos abiertos y hostiles como los Pieridae y algunos Morphini y Brassolini que además son sensibles a cambios de humedad y cambios en las coberturas vegetales (HAMER *et al.*, 2003; ASCUNTAR-OSNAS *et al.*, 2010).

La interacción entre la vegetación y mariposas puede atribuirse a que la comunidad de plantas está constituida principalmente por especies arbustivas y arbóreas, constituyente de los primeros estados de regeneración natural como se observó en P. Especies como *Anartia jatrophae*, *Battus polydamas*, *Danaus eresimus* Talbot, 1943, *Hamadryas amphinome* (Fruhstorfer, 1915), *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764), *Ganyra phaloe*, *Phoebis sennae* y *Pyrisitia venusta*, fueron observadas principalmente en áreas donde dominan especies de árboles y arbustos de las familias Melastomataceae, Euphorbiaceae y Myrsinaceae, con especies de herbáceas que contribuyen al mantenimiento de las poblaciones de mariposas en los diferentes niveles altitudinales muestreados (TOBAR *et al.*, 2002; CARRERO *et al.*, 2013).

Este estudio fue realizado únicamente en la época de lluvias, por tanto, es necesario realizar muestreos complementarios en las diferentes épocas a lo largo del año, para lograr registrar mayor cantidad de especies que estén asociadas a la florescencia de las plantas y así evaluar el comportamiento de dichas especies entre las dos temporadas (UEHARA-PRADO *et al.*, 2007) ya que las variables climáticas puede ser una condición importante en la variación en la diversidad de especies de mariposas en el Bs-T (PRINCE-CHACÓN *et al.*, 2011; CHECA *et al.*, 2014; VARGAS-ZAPATA *et al.*, 2015; OSPINA-LÓPEZ *et al.*, 2015). Según lo reportado por CHECA *et al.* (2014) en una zona de Bs-T al Occidente de Ecuador, durante la temporada seca, muchas especies abundantes de mariposas asociadas al paisaje de Bs-T cambian su preferencia por los microhábitats, situación que podría influenciar la variación de la diversidad de mariposas entre sitios para este estudio, si se compararan la época seca con la lluviosa.

La extracción de madera, la estacionalidad, la disminución de fragmentos de bosque y la fenología de la vegetación, resultan ser factores importantes que puede cambiar la interacción insecto-planta, lo cual podría causar la disminución de la diversidad en posteriores estudios. La frecuente extracción de madera en fragmentos de Bs-T que se ha intensificado durante los últimos 50 años para fines tanto agrícolas como ganaderos (SMITH *et al.*, 1997). En este estudio, se pudo observar la amplia presencia de rastrojos en P lo cual es una clara señal de intervención con fines combustibles (leña y/o yesca) y da origen a una sucesión vegetal (PRINCE-CHACÓN *et al.*, 2011) lo que resulta importante para la detección de especies raras o únicas, al brindar refugio a mariposas que aprovechan los diferentes recursos que les ofrece el proceso de sucesión, además de adaptarse a las diferentes presiones antrópicas, las especies de mariposas contribuyen al mantenimiento de los procesos ecológicos de en las zonas intervenidas de Bs-T (PRINCE-CHACÓN *et al.*, 2011).

Los resultados obtenidos en este estudio, permiten confirmar que la estructura y composición del paisaje ofrece condiciones importantes a través de las diferentes coberturas vegetales que deter-

minan la variación de la diversidad del ensamblaje de mariposas debido a su relación con los microhábitats (CHECA *et al.*, 2014) y al mismo tiempo diferentes estados de intervención de esta, son un reservorio de recursos importantes en para el desarrollo de las especies de mariposas, lo que puede condicionar la disminución de su riqueza a causa de la reducción de áreas con fuerte intervención y con características estructurales menos complejas.

Familias como Nymphalidae y Pieridae (grupos más abundantes en este estudio) han logrado adaptarse a los diferentes cambios de cobertura vegetal, por lo cual resulta muy importante conocer y estudiar sus patrones de diversidad en paisajes intervenidos como una estrategia para la restauración de los ambientes naturales y la conservación de las especies de mariposas que en ellos habitan.

La diversidad de los diferentes grupos de mariposas encontrada en este estudio, demuestra la importancia de las diferentes unidades del paisaje en las zonas de Bs-T que han sido modificadas, y su relevancia en el mantenimiento de los ensamblajes de mariposas como un importante refugio de la biodiversidad de especies de mariposas en ese ecosistema tan degradado en Colombia.

Agradecimientos

Esta investigación se llevó a cabo con recursos del Convenio Ecopetrol, Fundaciones Guayacanal, Conserva, Chimbilako y Ecopetrol, para el macro-proyecto Desarrollo y extensión de un modelo de corredor ecológico vertical de cañada para la conservación del bosque seco tropical y la adaptación al cambio climático en la Mesa de Xéridas, en el cinturón árido del bajo Chicamocha-Alto Sogamoso. El primer autor agradece a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia, por sus valiosos aportes durante su formación profesional como Licenciado en biología, al Grupo de Investigación en Biodiversidad de Alta Montaña y al Grupo de Investigación en Artrópodos Kumangui, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia. A los biólogos Carlos Prieto (Universidad del Atlántico, Colombia), Carlos Giraldo (Universidad Nacional, Medellín-Colombia), Lukas Kaminski (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil), Andrew Neild (Londres) y Jean François Le Crom (ACOLEP, Bogotá-Colombia) por su apoyo en la determinación de las especies. A Matthias Rös (CIIDIR Oaxaca-México) y Camilo Olarte (Universidad de Pamplona, Colombia) por sus sugerencias y comentarios para los análisis de diversidad, a Alexander García, Abelardo Rodríguez (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia) y Mario Alejandro Marín (Universidad de Campinas, Brasil) por sus comentarios y sugerencias realizadas al manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCALDÍA DE LOS SANTOS, 2015.– *Municipio de Los Santos*. Alcaldía de Los Santos, Santander. Disponible en http://www.lossantossantander.gov.co/informacion_general.shtml (accedido el 10 de abril de 2015).
- ANDRADE-C., M. G., HENAO-BAÑOL, E. R. & TRIVIÑO, P., 2013.– Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de mariposas en estudios de biodiversidad y conservación (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea).– *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, **37**(144): 311-325.
- ASCUNTAR-OSNAS, O., ARMBRECHT, I. & CALLE, Z., 2010.– Butterflies and vegetation in restored Gullies of different ages at the Colombian Western Andes.– *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, **14**(2): 169-186.
- BARBOSA, E., MARÍN, M., GIRALDO, C. E., URIBE, S., FREITAS, A., 2016.– Description of two new species of the Neotropical genus *Ypthimoides* Forster, 1964 (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) from the "renata clade".– *Neotropical Biodiversity*, **2**(1): 87-98.
- BOOM, C., SEÑA, L., VARGAS, M. A. & MARTÍNEZ, N., 2013.– Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia.– *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, **17**(1): 149-167.
- BONEBRAKE, T. C., PONOSIO, L. C., BOGGS, C. & EHLRICH, P., 2010.– More than just indicators: A review of tropical Butterfly ecology and conservation.– *Biological Conservation*, **143**: 1831-1841.

- BRAY, J. R. & CURTIS, J. T., 1957.– An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin.– *Ecological Monograph*, **27**: 325-349.
- BRERETON, T., ROY, D. B., MIDDLEBROOK, I., BOTHAM, M. & WARREN, M., 2011.– The development of butterfly indicators in the United Kingdom and assessments in 2010.– *Journal of Insect Conservation*, **15**: 139-151.
- BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L., 2002.– Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability, environmental correlates, and conservation.– *Journal of Insect Conservation*, **6**: 217-231.
- BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2000.– Atlantic forest butterflies: indicators for landscape conservation.– *Biotropica*, **32**: 934-956.
- BROWN, K. S., 1997.– Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring.– *Journal of Insect Conservation*, **1**(1): 25-42.
- CAMPOS-SALAZAR, L. R., GÓMEZ-BULLA, J. & GONZALO-ANDRADE-C., M., 2011.– Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea - Papilionoidea) de las áreas circundantes a las Ciénagas del Departamento de Córdoba, Colombia.– *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, **35**(134): 45-60.
- CARRERO, D., SÁNCHEZ, L., TOBAR, D., 2013.– Diversidad y distribución de mariposas diurnas en un gradiente altitudinal en la región nororiental andina de Colombia.– *Boletín Científico del Museo de Historia Natural*, **17**(1): 168-188.
- CLEARY, D. F. R., 2004.– Assessing the use of butterflies as indicators of logging in Borneo at three taxonomic levels.– *Journal of Economic Entomology*, **97**: 429-435.
- CHACÓN, I. & MONTERO, J., 2007.– *Mariposas de Costa Rica*: 366 pp. Editorial INBio.
- CHAO, A., COLWELL, R. K. & LIN, C-W., 2009.– Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators.– *Ecology*, **90**: 1125-33.
- CHECHA, M. F., RODRÍGUEZ, J., WILLMOTT, K. R. & LIGER, B., 2014.– Microclimate variability significantly affects the composition, abundance and phenology of butterfly communities in a highly threatened Neotropical Dry forest.– *Florida Entomologist*, **97**(1): 1-13.
- COLWELL, R. K. & LESS, D. C., 2000.– The middomain effect: Geometric constraints on the geography of species richness.– *Trends Ecology Evolution*, **15**: 70-76.
- COLWELL, R., CHAO, A., GOTELLI, N., LIN, S-Y., MAO, C. X., CHAZDON, R. L. & LONGINO, J. T., 2012.– Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation, and comparison of assemblages.– *Journal of Plant Ecology*, **5**: 3-21.
- COLWELL, R. K., 2013.– *EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide)*. Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/> (accedido el 16 de agosto de 2015)
- CUATRECASAS, J., 1958.– *Aspectos de la vegetación natural de Colombia*. 44 pp. Editorial Voluntad, Colombia.
- DEBINSKI, D. M. & HOLT, R. D., 2000.– A survey and overview of habitat fragmentation experiments.– *Conservation Biology*, **14**: 342-355.
- DENNIS, R., SHREEVE, T. G. & SHEPPARD, D. A., 2007.– Species conservation and landscape management: A habitat perspective.– *Insect Conservation Biology*. CABI: 92-126.
- DeVRIES, P., 1987.– *The Butterflies of Costa Rica and their natural history, Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*: 327 pp. Princeton University Press, Princeton.
- DeVRIES, P. J., MURRAY, D. & LANDE, R., 1997.– Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest.– *Biological Journal of the Linnean Society*, **62**: 343-364.
- DeVRIES, P. J., WALLAS, T. R. & GREENEY, H., 1999.– Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests.– *Biological Journal of the Linnean Society*, **68**: 333-353.
- ESPINAL, L. S., 1985.– Geografía ecológica del departamento de Antioquia.– *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*, **38**(1): 24-39.
- FERNÁNDEZ, I., MORALES, N. & GÓMEZ, M., 2010.– Restauración ecológica para ecosistemas afectados por incendios forestales.– *Revista Chilena de Historia Natural*, **83**: 461-462.
- FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B. & BROWN JR, K. S., 2003.– Insetos como indicadores ambientais.– In L. CULEN, R. RUDRAN & C. VALLADARES-PÁDUA (eds.). *Manual Brasileiro em Biologia da Conservação*: 255-273. Smithsonian Institution Press., Washington, D.C.

- FREITAS, A. V. L., ISERHARD, C. A., SANTOS, J. P., CARREIRA, J. Y. O., RIBEIRO, D. B., MELO, D. H. A., ROSA, A. H. B., MARINI-FILHO, O. J., ACCACIO, G. M. & UEHARA-PRADO, M., 2014.– Studies with butterfly bait traps: an overview.– *Revista Colombiana de Entomología*, **40**(2): 209-218.
- GARCÍA-PÉREZ, J., OSPINA-LÓPEZ, L., VILLA-NAVARRO, F. & REINOSO-FLÓREZ, G., 2007.– Diversidad y distribución de mariposas Satyrinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en la cuenca del río Coello, Colombia.– *Revista de Biología Tropical*, **55**(2): 645-653.
- GAVIRIA-ORTIZ, F. & HENAO, B. E., 2014.– Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-Papilionoidea) en tres estados sucesionales de un bosque húmedo premontano bajo, Tulua, Valle del Cauca.– *Revista de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia*, **3**(2): 49-80.
- GLEASON, H. A., 1926.– The individualistic concept of the plant association.– *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, **53**: 7-26.
- GOOGLE EARTH, 2016.– *Área de estudio: Mesa de Xéridas, Santander, Colombia*. Disponible en <http://www.google.com> (accedido el 25 de mayo de 2015).
- HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T. & RYAN P. D., 2014.– *PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis*. *Palaeontologia Electronica*: Disponible en http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.Htm (accedido el 15 de agosto de 2015).
- HALFFTER, G. & ARELLANO, L., 2002.– Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape.– *Biotropica*, **34**: 144-154.
- HALFFTER, G. & MORENO, C., 2005.– Significado de las diversidades alfa, beta y gamma. Monografías del Tercer Milenio.– *Sociedad Entomológica Aragonesa*, **4**: 5-18.
- INCIVA & JARDÍN BOTÁNICO JUAN MARÍA CÉSPEDES., 2007.– Plan de ordenamiento territorial y plan de manejo ambiental de la reserva natural de la sociedad civil “Los Chagualos” corregimiento de La Marina, Municipio de Tullúa, Valle del Cauca.– *INCIVA - Jardín Botánico Juan María Céspedes*: 25-27.
- JANZEN, D. H., 1983.– Seasonal changes in abundance of large nocturnal Cag-beetles (Scarabaeidae) in Costa Rica deciduous forest and adjacent horse pasture.– *Oikos*, **41**: 274-283.
- JANZEN, D. H., 1988.– Management of habitat fragments in a tropical dry forest: growth. Ann.– *Missouri Botanical Garden*, **75**: 105-116.
- JOST, L., 2006.– Entropy and diversity.– *Oikos*, **113**: 363-375.
- KRENN, H., 2008.– Feeding behaviours of Neotropical butterflies. (Lepidoptera, Papilionoidea) zugleich.– *Kataloge der oberösterreichischen Landesmuseen Neue Series*, **80**: 295-304.
- LAMAS, G., 2004.– Atlas of Neotropical Lepidoptera. Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea: XXXVI + 439 pp. Association for Tropical Lepidoptera, Gainesville.
- LEBART, L., 1974.– On the Benzécri's method for finding eigenvectors by stochastic approximation.– *COMSTAT, Proceedings in Computational. Statist*: 202-211.
- LE CROM, J. F., CONSTANTINO, L. M. & SALAZAR, J. A., 2002.– *Mariposas de Colombia. Papilionidae*, **1**: 119 pp. Carlec Ltda., Bogotá.
- LE CROM, J. F., CONSTANTINO, L. M. & SALAZAR, J. A., 2004.– *Mariposas de Colombia. Pieridae*, **2**: 113 pp. Carlec Ltda., Bogotá.
- MARÍN, M., ÁLVAREZ, C., GIRALDO, C., PYREZ, T., URIBE, S. & VILA, R., 2014.– Mariposas en un bosque de niebla andino periurbano en el valle de Aburrá, Colombia.– *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **85**: 200-208.
- MARTÍNEZ, E., RÖS, M., BONILLA, M. A. & DIRZO, R., 2015.– Habitat Heterogeneity Affects Plant and Arthropod Species Diversity and Turnover in Traditional Cornfields.– *PLoS ONE*, **10**(7).
- MENÉNDEZ, A., GONZÁLES-MEGÍAS, Y., COLLINGHAM, R. & FOX, D. B. R., 2007.– Direct and indirect effects of climate and habitat factors on butterfly diversity.– *Ecology*, **88**(3): 605-611.
- MERCKX, T. & VAN DYCK, H., 2006.– Landscape structure and phenotypic plasticity in flight morphology in the butterfly *Pararge aegeria*.– *Oikos*, **113**: 226-232.
- MILLER, D. G., LANE, J. & SENOCK, R., 2011.– Butterflies as potential bioindicators of primary rainforest and oil palm plantation habitats on New Britain, Papua New Guinea.– *Pacific Conservation Biology*, **17**: 149-159.
- MOLLEMAN, F., KOP, A., BRAKEFIELD, P., DEVRIES, P. J. & ZWAAN, B., 2006.– Vertical and temporal patterns of biodiversity of fruit feeding butterflies in a tropical forest in Uganda.– *Biodiversity and Conservation*, **15**: 107-121.
- MONTERO, F. & MORENO, M., 2006.– *Áreas con potencial de uso como zonas de conservación de fauna y flora*

- ra en el departamento del Atlántico. Tomo Mariposas: 20 pp. Universidad del Atlántico - Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA).
- MONTERO, F., MORENO, M. & GUTIÉRREZ, L. C., 2009.– Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de bosque seco en el departamento del Atlántico, Colombia.– *Boletín Científico del Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, **13**(2): 157-173.
- MORENO, C. E., 2001.– *Métodos para medir la biodiversidad*: 84 pp. Manuales y Tesis, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- MORENO, C. E., BARRAGÁN, F., PINEDA, E. & PAVÓN, N. P., 2011.– Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas.– *Revista Mexicana de Biodiversidad*, **82**: 1249-1261.
- MURPHY, P. G. & LUGO, A. E., 1986.– Ecology of tropical dry forest.– *Annals Review of Ecology and Systematics*, **17**: 67-68.
- NEILD, A., 1996.– *The butterflies of Venezuela. Part I: Nymphalidae I (Limenitidinae, Apaturinae, Charaxinae)*: 144 pp. Meridian Publications, London.
- NEILD, A., 2008.– *The butterflies of Venezuela. Part II: Nymphalidae II (Acraeinae, Libytheinae, Nymphalinae, Ithomiinae and Morphinae)*: 144 pp. Meridian Publications, London.
- NEW, T. R., 1997.– Are Lepidoptera an effective "umbrella group" for biodiversity conservation?– *Journal of Insect Conservation*, **1**: 5-12.
- OROZCO, S., MURIEL, S. & PALACIO, J., 2009.– Diversidad de Lepidópteros diurnos en un área de Bosque seco Tropical del occidente Antioqueño.– *Actualidades Biológicas*, **31**(90): 31-41.
- OSPINA-LÓPEZ, L. A., ANDRADE-C., M. G. & REINOSO-FLÓREZ, G., 2015.– Diversidad de mariposas y su relación con el paisaje en la cuenca del río Lagunillas, Tolima, Colombia.– *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, **39**(153): 455-474.
- PIZANO, C. & GARCÍA, H., 2014.– *El Bosque Seco Tropical en Colombia*: 349 pp. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C.
- PRIETO, A. V. & CONSTANTINO, L. M., 1996.– Abundancia distribución y diversidad de mariposas (Lep. Rhopalocera) en El Río Tatabro, Buenaventura (Valle-Colombia).– *Boletín del Museo de Entomología de La Universidad del Valle*, **4**: 11-18
- PRINCE-CHACÓN, S., VARGAS-ZAPATA, M., SALAZAR, J. & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N., 2011.– Mariposas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera) en dos fragmentos de Bosque seco tropical en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia.– *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, **48**: 243-252.
- PYRCZ, T. W., PRIETO, C., VILORIA, A. L. & ANDRADE-C., G., 2013.– New species of high elevation cloud forest butterflies of the genus *Pedaliodes* Butler from the northern Colombian Andes (Lepidoptera, Nymphalidae, Satyrinae).– *Zootaxa*, **3716**(4): 528-538.
- RIBEIRO, D., PRADO, P., BROWN Jr., K. S. & FREITAS, A. V. L., 2008.– Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation.– *Diversity and Distributions*, **14**(6): 961-968.
- RÍOS-MÁLAVAR, I. C., 2007.– Riqueza de especies de mariposas (Hesperioidea & Papilionoidea) de la Quebrada El Águila, Cordillera Central, Manizales, Colombia.– *Boletín Científico del Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas*, **11**: 272-291.
- RODRÍGUEZ, M., ARMENTERAS, D., MORALES, M. & ROMERO, M., 2006.– *Ecosistemas de los Andes Colombianos*: 154 pp. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá D.C.
- SALAMANCA, B. & CAMARGO, G., 2000.– *Protocolo Distrital de restauración ecológica*: 289 pp. DAMA, Bogotá.
- TOBAR, L., RANGEL, J. O. & ANDRADE, M. G., 2002.– Diversidad de mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en la parte alta de la cuenca del río El roble (Quindío-Colombia).– *Caldasia*, **24**(2): 393-409.
- UEHARA-PRADO, M., BROWN, K. & FREITAS, A., 2007.– Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape.– *Global Ecology and Biogeography*, **16**: 43-54.
- VARGAS-ZAPATA, M. A., BOOM-URUETA, C. J., SEÑA-RAMOS, L. I., ECHEVERRY-IGLESIAS, A. L. & MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N. J., 2015.– Composición vegetal, preferencias alimenticias y abundancia de Biblidinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia.– *Acta Biológica Colombiana*, **20**(3): 79-92.
- VARGAS-ZAPATA, M., MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, N., GUTIÉRREZ-MORENO, L., PRINCE-CHACÓN, S., HERRERA, V. & TORRES-PERINÁN, L., 2011.– Riqueza y abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea

- (Lepidoptera) en la Reserva natural Las Delicias, Santa Marta, Magdalena, Colombia.– *Acta Biológica de Colombia*, **16**: 43-60.
- VILLARREAL, H., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., MENDOZA, H., OSPINA, M. & UMAÑA, A. M., 2004.– *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*: 235. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá.
- WARREN, D., DAVIS, J., STANGELAND, M., PELHAM, J. & GRISHIN, N., 2013.– *Illustrated Lists of American Butterflies*. Disponible en <http://www.butterfliesofamerica.com/> (accedido el 25 de mayo de 2015).
- WETTSTEIN, W. & SCHMID, B., 1999.– Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshopper.– *Journal of Applied Ecology*, **36**: 363-373.
- ZAPATA, F. A., GASTÓN, K. J. & CHOWN, S. L., 2005.– The Mid-Domain Effect Revisited.– *The American Naturalist*, **166**(5): 144-148.

*L. C. C. P.
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Cra. 3 N° 26 A-40
Bogotá
COLOMBIA / COLOMBIA
E-mail: lccasp91@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2600-0335>

O. M. J.
Zoological Museum of the Jagiellonian University
Gronostajowa, 5
PL-30-387 Krakow
POLONIA / POLAND
E-mail: oscarmahecha23@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8682-0020>

y / and

Grupo de Investigación en Artrópodos Kumanguí
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Cra. 3 N° 26 A-40
Bogotá
COLOMBIA / COLOMBIA

y / and

Grupo en Ecología Evolutiva y Biogeografía Tropical ECOBIT
Universidad INCCA de Colombia
Cra. 13 N° 24-15
Bogotá
COLOMBIA / COLOMBIA

J. C. D. R.
Grupo de Investigación en Biodiversidad de Alta Montaña BAM
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Cra. 3 N° 26 A-40
Bogotá
COLOMBIA / COLOMBIA
E-mail: jucaduro@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6304-2580>

I. C. R. M.
Laboratorio de Biología de Organismos
Centro de Ecología
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)
km 11 vía Panamericana Altos de Pipe
Apartado postal 20632
Caracas, 1020-A
VENEZUELA / VENEZUELA
E-mail: cristomelidae@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5779-0483>

y / and

Grupo de investigación en Ecología y Biogeografía
Universidad de Pamplona
COLOMBIA / COLOMBIA

*Autor para la correspondencia / *Corresponding author*

(Recibido para publicación / *Received for publication* 11-VI-2016)

(Revisado y aceptado / *Revised and accepted* 3-X-2016)

(Publicado / *Published* 30-III-2017)

Apéndice.– Listado sistemático de especies de mariposas (Papilionoidea) y su abundancia en la Mesa de Los Santos, Santander-Colombia, siguiendo la clasificación taxonómica de LAMAS (2004) y WARREN *et al.* (2013).

Especie	Localidad			Abundancia total
	280-500 msnm	680-900 msnm	1.100-1.200 msnm	
PAPILIONOIDEA				
PAPILIONIDAE				
Papilioninae: Leptocircini				
<i>Protesilaus protesilaus archesilaus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	3			3
<i>Protesilaus glaucocolaus</i> (H. Bates, 1864)		1		1
<i>Neographium anaxilaus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	3			3
Papilioninae: Troidini				
<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	11	15	2	28
<i>Parides eurimedes antheas</i> (Rothschild & Jordan, 1906)		1	2	3
<i>Parides anchises abyattes</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		4	1	5
Papilioninae: Papilionini				
<i>Heraclides anchisiades idaeus</i> (Fabricius, 1793)		1	1	2
<i>Heraclides astyalus hippomedon</i> (C. Felder & R. Felder, 1859)	1			1
<i>Heraclides thoas nealces</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	3	3	1	7
<i>Heraclides homothoas</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	10	8	2	20
<i>Heraclides paeon thrason</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)		1		1
PIERIDAE				
Coliadinae				
<i>Eurema दौरa</i> (Godart, 1819)	9	22	7	38
<i>Eurema elathea vitellina</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)			1	1
<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)			6	6
<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)	19	10	3	33
<i>Pyrisitia venusta</i> (Boisduval, 1836)	24		9	35
<i>Pyrisitia nise</i> (Cramer, 1775)		13		13
<i>Zerene cesonia</i> (Stoll, 1790)		9		9
<i>Phoebis sennae marcellina</i> (Cramer, 1777)	30	14	6	50
<i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)	18	1	4	23
<i>Phoebis argante larra</i> (Fabricius, 1798)	9	2	4	15
<i>Phoebis agarithe</i> (Boisduval, 1836)	13	4		17
<i>Aphrissa boisduvali</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		16		16
<i>Aphrissa statira</i> (Cramer, 1777)		8		8
Pierinae: Pierini				
<i>Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764)	15	3	2	20
<i>Ganyra josephina janeta</i> (Dixey, 1915)		2		2
<i>Ganyra phaloe diana</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	21	8		29
<i>Itaballia demophile calydonia</i> (Boisduval, 1836)		1		1
<i>Melete lycimnia reducta</i> Constantino, Le Crom & Torres, 2004	1			1
LYCAENIDAE				
Theclinae: Eumaeini				
<i>Eumaeus godartii</i> (Boisduval, 1870)		3		3
<i>Atlides rustan</i> (Stoll, 1790)	1			1
<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)	1		2	3
<i>Rekoa meton</i> (Cramer, 1779)	3	2		5
<i>Arawuacus ellida</i> (Hewitson, 1867)		2		2
<i>Chlorostrymon simaethis</i> (Drury, 1773)	2			2
<i>Allosmaitia strophius</i> (Godart, [1824])		2		2

Especie	Localidad			Abundancia total
	280-500 msnm	680-900 msnm	1.100-1.200 msnm	
<i>Calycopis isobeon</i> (A. Butler & H. Druce, 1872)		2	1	3
<i>Strymon melinus caldasensis</i> Salazar, Vélez & K. Johnson, 1997		7		7
<i>Strymon rufofusca</i> (Hewitson, 1877)	12			12
<i>Strymon albata</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)	2			2
<i>Strymon cestri</i> (Reakirt, [1867])			3	3
<i>Strymon bazochii</i> (Godart, [1824])			1	1
Polyommatainae				
<i>Zizula cyna</i> (Edwards, 1881)			2	2
<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)			3	3
<i>Hemiargus hanno bogotana</i> Draudt, 1921	17		7	24
RIODINIDAE				
Riodininae: Mesosemiini				
<i>Leucochimona vestalis</i> (Godman & Salvin, 1885)			4	4
Riodininae: Riodinini				
<i>Rhetus periander laonome</i> (Morisse, 1838)			1	1
<i>Calephelis laverna</i> (Godman & Salvin, 1886)		1	1	2
Riodininae: Symmachiini				
<i>Esthemopsis clonia</i> C. Felder & R. Felder, 1865			1	1
Riodininae: Helicopini				
<i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780)		1	1	2
<i>Argyrogrammana stilbe holosticta</i> (Godman & Salvin, 1878)			1	1
Riodininae: Nymphidiini				
<i>Aricoris erostratus</i> (Westwood, 1851)	3	5	1	9
<i>Theope publius</i> C. Felder & R. Felder, 1861			4	4
NYMPHALIDAE				
Libytheinae				
<i>Libytheana carinenta mexicana</i> Michener, 1943		19		19
Danainae: Danaini				
<i>Lycorea halia atergatis</i> Doubleday, [1847]			3	3
<i>Danaus eresimus montezuma</i> Talbot, 1943	14	7		21
<i>Danaus gilippus hermippus</i> (C. Felder & R. Felder, 1865)		7		7
<i>Danaus plexippus nigrippus</i> (Haensch, 1909)	7		3	10
Danainae: Ithomiini				
<i>Tithorea harmonia furina</i> Godman & Salvin, 1898		1		1
<i>Athesis clearista</i> Doubleday, 1847		1	10	11
<i>Mechanitis menapis</i> Hewitson, [1855]			9	9
<i>Hypothyris lycaste</i> (Fabricius, 1793)			6	6
<i>Hypoleria ocalea</i> (Doubleday, 1847)			7	7
Heliconiinae: Heliconiini				
<i>Dione moneta</i> Hübner, [1825]		7		7
<i>Dione glycera</i> (C. & R. Felder, 1861)			1	1
<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)		6		6
<i>Heliconius charithonia bassleri</i> W. Comstock & F. Brown, 1950		4		4
<i>Heliconius doris dives</i> (Oberthür, 1920)			1	1
<i>Heliconius erato hydara</i> (Hewitson, 1867)		4	8	12
Heliconiinae: Argynnini				
<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)	24	34	2	60
Limnithidinae: Limnithidini				
<i>Adelpha iphiclus</i> (Linnaeus, 1758)		4		4

Especie	Localidad			Abundancia total
	280-500 msnm	680-900 msnm	1.100-1.200 msnm	
Nymphalidae: Apaurinae				
<i>Doxocopa pavon theodora</i> (Lucas, 1857)		2		2
Biblidinae: Biblidini				
<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1797)		1		1
<i>Mestra hersilia semifulva</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)		7		7
Biblidinae: Catonephelini				
<i>Catonephele nyctimus</i> (Westwood, 1850)			1	1
<i>Eunica alpais</i> (Godart, [1824])			5	5
<i>Eunica monima</i> (Stoll, 1782)	1	56	1	58
Biblidinae: Ageroniini				
<i>Hamadryas amphinome fumosa</i> (Fruhstorfer, 1915)	3	17		20
<i>Hamadryas februa ferentina</i> (Godart, [1824])	39	82		121
<i>Hamadryas feronia farinulenta</i> (Fruhstorfer, 1916)	22	40	14	76
Biblidinae: Epiphelini				
<i>Nica flavilla</i> (Godart, 1823)			6	6
<i>Pyrrhogyra neaerea kheili</i> Fruhstorfer, 1908		6		6
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	1	7	1	9
Biblidinae: Eubagini				
<i>Dynamine postverta</i> (Cramer, 1779)		27	1	28
<i>Dynamine theseus</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	1	10		11
Nymphalidae: Cyrestinae				
<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)		15		15
<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1776)			4	4
Nymphalidae: Coeini				
<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	11	20		31
<i>Historis odius dious</i> Lamas, 1995	15	14	4	33
Nymphalidae: Nymphalini				
<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	2	5
<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	2	2	6	10
<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)			1	1
Nymphalidae: Victorini				
<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	3	5
<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	17		5	22
<i>Siproeta stelenes</i> (Linnaeus, 1758)		2		2
Nymphalidae: Junoniini				
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)	24	16	6	46
Nymphalidae: Melitacini				
<i>Chlosyne perlula</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)		2	1	3
<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)	7	31		38
<i>Microtia elva</i> Bates, 1864	3	9		12
<i>Anthanassa drusilla</i> (Felder, 1861)		5		5
<i>Janatella leucodesma</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)	7	1		8
<i>Tegosa anieta</i> (Hewitson, 1864)			3	3
Charaxinae: Anaeini				
<i>Zaretis isidora</i> (Cramer, 1779)			1	1
<i>Memphis pithyusa</i> (R. Felder, 1869)	1			1
<i>Archaeoprepona demophon muson</i> (Fruhstorfer, 1905)		1	6	7
<i>Prepona laertes</i> (Hübner, [1811])	2	1	1	4

Especie	Localidad			Abundancia total
	280-500 msnm	680-900 msnm	1.100-1.200 msnm	
Satyrinae: Morphini				
<i>Morpho helenor corydon</i> Guenée, 1859	2	6	5	13
Satyrinae: Brassolini				
<i>Caligo eurilochus</i> (Cramer 1775)			1	1
<i>Caligo illioneus oberon</i> A. Butler, 1870			1	1
<i>Caligo telamonius</i> (C. & R. Felder, 1862)	1	1		2
<i>Eryphanis lycomedon</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)		1		1
<i>Opsiphanes cassina</i> C. & R. Felder, 1862			4	4
Satyrinae: Satyrini				
<i>Cissia pompilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)			5	5
<i>Cissia themis</i> (Butler, 1867)			3	3
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)			1	1
<i>Hermeuptychia maimoune</i> (Butler, 1870)			4	4
<i>Magneuptychia alcinoe</i> (C. & R. Felder, 1867)			1	1
<i>Pharneuptychia pharnabazos</i> (Bryk, 1953)	2			2
<i>Taygetis laches</i> Fabricius, 1793			14	14
<i>Taygetis rufomarginata</i> Staudinger, 1888			1	1
<i>Ypthimoides blanquita</i> Barbosa, Marín & Freitas, 2016	1	13	36	50