



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Mariposas de la Ecoreserva La Tribuna
(Vereda Tamarindo- Neiva, Huila). Una aproximación
integral como aporte al conocimiento y conservación de
la biodiversidad del Bosque Seco Tropical en Colombia**

Alejandra Rendón Ramírez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Escuela de Biociencias, Área Curricular de Ciencias Naturales

Medellín, Colombia

2023

**Butterflies of the Ecoreserva La Tribuna (Vereda Tamarindo-
Neiva, Huila). A comprehensive approach as a contribution to the
knowledge and conservation of the biodiversity of the Tropical
Dry Forest in Colombia**

Alejandra Rendón Ramírez

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencias - Entomología

Directora:

Ph.D., M.Sc. Sandra Inés Uribe Soto
Universidad Nacional de Colombia

Codirectora:

Ph.D., Mailyn Gonzalez Herrera
Instituto Alexander von Humboldt

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Escuela de Biociencias, Área Curricular de Ciencias Naturales

Medellín, Colombia

2023

Declaración de obra original

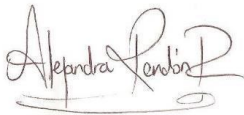
Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Alejandra Rendón Ramírez

Fecha 05/06/2023

Agradecimientos

El trabajo realizado fue posible gracias al esfuerzo y compromiso de un grupo de 9 personas que consolidaron la red de biomonitores locales dentro del Programa Individual de Apoyo para la Investigación del Convenio FIBRAS, en el municipio de Neiva: María Yuri Cabrera, Nancy Morea, Kelly Dussán, Yurani Medina, Alex Lasso, Camilo Dussán, Alaín Dussán, Viviana Castañeda y Jamír Díaz y al liderazgo de las investigadoras a cargo Maily González y María Claudia González, del Instituto Alexander von Humboldt, quienes formularon los objetivos de este bello proyecto y de forma incansable y con pasión, gestionaron la ejecución del mismo.

A la profesora Sandra Inés Uribe Soto, por los aportes y las directrices, al profesor Mario Alejandro Marín, por sus indicaciones metodológicas. A Edwin Torres, por ser mi guía en campo y Fredy Montero Abril, por su apoyo taxonómico. Especial agradecimiento a Indiana Cristo, por su valiosa contribución con varias identificaciones, sumado a la orientación durante las visitas a la Colección Entomológica del IAvH.

A Ecopetrol S.A. y al Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, por el soporte y la financiación del convenio Fibras - Esencia y Territorio, el cual propicia la participación de estudiantes colombianos y personas de la comunidad, en procesos de conservación de la biodiversidad.

Agradecimiento personal a tres almas bonitas que me inspiran emocional y académicamente y que avivaron en mí un interés futuro e incipiente por el estudio Morfológico y Taxonómico de otros grupos de insectos: Erika Valentina Vergara, John Alveiro Quiroz y Francisco Javier Serna, a quienes admiro y quiero profundamente.

Y... a mis amigos sempiternos, Maleja, Mile y Luis; por movilizar lo más noble de mi espíritu; con su amor, soporte y compañía. Son luz en mi camino.



Eryphanis lycomedon



Siderone galanthis



Actinote anteus



Morpho helenor



Opsiphanes tamarindi



Fountainea ryphea



Caligo brasiliensis



Hamadryas februa



Pseudolycaena marsyas



Lasaia agesilas



Battus ingenuus



Microceris dulcinea



Heraclides thoas



Phoebis philea



Achlyodes busirus



Rhetus periander

Resumen

Los Bosques Secos Tropicales (Bs-T) están catalogados en el más alto nivel de peligro crítico global, producto de tipologías de disturbio como la expansión de la frontera agrícola, las actividades industriales o cambios en el uso del suelo. En Colombia, el panorama es complejo, estimando que queda poco más del 8% de la cobertura original, con remanentes inmersos en matrices no continuas y transformadas.

Los relictos de Bs-T de la Ecoreserva La Tribuna, en el municipio de Neiva (Huila), se consideran de importancia al ser afectados por actividades industriales como la extracción petrolera, lo que seguramente ha incidido en la estructura de las comunidades biológicas y ha afectado el nicho de algunos organismos. Esto justifica sin duda, el estudio de la presencia y diversidad de estas especies como línea base de información para actividades de mitigación, conservación y gestión. En La Ecoreserva, la diversidad de insectos, particularmente de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea), no era bien conocida hasta el momento del inicio del presente trabajo. En este contexto, el objetivo fue estudiar la diversidad de mariposas diurnas en tres coberturas de la reserva utilizando datos taxonómicos morfológicos y moleculares (códigos de barras de ADN), generando además datos biológicos sobre algunas de las especies. Se vinculó a la comunidad reforzando sus conocimientos y fomentando su liderazgo y participación como herramientas para que continúen la gestión territorial.

Se recolectaron 2.370 individuos, identificados como pertenecientes a 142 géneros y 198 especies, todas ellas previamente registradas para el país. Las familias Nymphalidae y HesperIIDae representaron el 66,5% de la riqueza total. Dentro de Riodinidae, Pieridae y Lycaenidae se registraron 24, 17 y 17 especies, respectivamente. Se evidenció que las coberturas de bosque conservado (La Tribuna) y vegetación secundaria de tipo arbustal (Chaparral), albergaron la mayor diversidad taxonómica y genética, en contraste con la zona de tipo herbazal (San Francisco), todavía destinada a la explotación de hidrocarburos, donde se registró una menor diversidad. Para La Tribuna y Chaparral, la completitud del muestreo fue del 77,7% y 74,8% respectivamente, mientras que en San Francisco fue del 61%. Se presentaron por primera vez 13 especies de la familia HesperIIDae; 11 de la familia Nymphalidae; 6 de la familia Riodinidae y 1 de la familia Papilionidae, como asociadas a este tipo de ecosistemas en Colombia.

Se registraron datos biológicos con base en observaciones de campo y en cautiverio para 15 especies, a las cuales se les realizó registro fotográfico, asociando inmaduros, adultos y planta hospedante, usando esta información para generar documentos didácticos con la comunidad.

Se obtuvieron y procesaron 1.693 secuencias del fragmento del gen mitocondrial Citocromo Oxidasa 1 (Cox1), que fueron depositadas en la base de datos pública *BOLDSystems*. Los datos moleculares o BINS (del inglés '*barcode diversity index*') indicaron una mayor diversidad sugiriendo una variabilidad al interior de algunas de las especies identificadas inicialmente por morfología como una entidad. Este es el caso de *Prepona laertes*, *Pareuptychia occirhoe*, *Perrhybris pamela*; *Leptotes cassius*.

Con base en los datos de códigos de barras de ADN, se asignó identidad a 370 individuos con dudas sobre la identificación asignada por morfología, y se corroboró el 78% de las identificaciones previas. La variabilidad en términos de distancia genética intraespecies fue del 0,14% al 2,30%, y entre especies varió entre 1,38% y 12,44%.

Con base en el presente estudio se actualizó la presencia y distribución de 198 especies de mariposas de Bosque Seco Tropical y se proporcionaron datos conectables en forma de códigos de barras de ADN para las mismas.

Con un grupo de biomonitoras pertenecientes a la comunidad y consideradas como futuras guardianas de la biodiversidad en la reserva, se trabajó en generar documentos digitales e impresos sobre las mariposas que habitan la zona. Estos documentos reflejan, desde el aprendizaje en aspectos básicos sobre el grupo biológico, hasta las habilidades para el reconocimiento de las especies, los cuales se anexan y se están usando, previa validación por los financiadores y académicos directores del proyecto, como herramienta de divulgación y educación para el conocimiento y conservación de las mariposas de la Ecoreserva La Tribuna.

Palabras claves: Diversidad, inventario, composición, códigos de barras de ADN.

Butterflies of the Ecoreserva La Tribuna (Vereda Tamarindo-Neiva, Huila). A comprehensive approach as a contribution to the knowledge and conservation of the biodiversity of the Tropical Dry Forest in Colombia

Abstract

Tropical Dry Forests (TDF) are listed at the highest level of global critical danger, the result of disturbance typologies such as the expansion of the agricultural frontier, industrial activities, or changes in land use. In Colombia, the situation is complex, with estimates suggesting that just over 8% of the original coverage remains, the remnants being areas immersed in non-continuous and transformed matrices.

The TDF relics of the La Tribuna Ecoreserve, in the municipality of Neiva (Huila), are considered important as they are affected by industrial activities such as oil extraction, which has undoubtedly influenced the structure of biological communities and affected the niche of some species. This undoubtedly justifies the study of the presence and diversity of these species as a baseline for mitigation, conservation, and management activities. In La Tribuna Ecoreserve, the diversity of insects, particularly butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea), was not well known until the start of this work. Therefore, the objective of this work was to study the diversity of daytime butterflies of this reserve, using taxonomic and genetic data (DNA barcodes), generating biological data on some of the species that may be of importance in their conservation and linking the community, strengthening their knowledge, and promoting their leadership and participation as tools so that, in the future, they can support management and conservation activities.

We collected 2.370 individuals, identified as belonging to 142 genera and 198 species, all of them previously registered for the country. The Nymphalidae and Hesperidae families represented 66,5% of the total richness. Within Riodinidae, Pieridae, and Lycaenidae, 24, 17, and 17 species were recorded, respectively. It was evident that the conserved forest coverages (La Tribuna) and secondary shrub-type vegetation (Chaparral) housed the greatest taxonomic and genetic diversity, in contrast with the herb-type zone (San Francisco), still destined for hydrocarbon

exploitation, where a lower diversity was recorded. For La Tribuna and Chaparral, the completeness of the sampling was 77,7% and 74,8%, respectively, while in San Francisco, it was 61%. For the first time, 13 species of the HesperIIDae family; 11 of the Nymphalidae family; 6 of the Riodinidae family and 1 of the Papilionidae family, associated with this type of ecosystems in Colombia, were recorded.

Biological data were recorded based on field observations and in captivity for 15 species, which were photographed, associating immatures, adults, and host plant; using this information to generate educational documents with the community.

1.693 sequences of the mitochondrial gene fragment Cytochrome Oxidase 1 (Cox1) were obtained and processed, which were deposited in the public database BOLDSystems. The molecular data or BINS (barcode diversity index) indicated a higher diversity, suggesting the presence of significant genetic diversity within some of the species identified through morphology, such as *Prepona laertes*; *Pareuptychia occirhoe*; *Perrhybris pamela*; *Leptotes cassius*.

Based on DNA barcode data, identity was assigned to 370 individuals with doubts about identity based on morphology, and 78% of the previous identifications were corroborated. The variability in terms of intraspecific genetic distance was 0,14% to 2,30%, and between species, it varied between 1,38% and 12,44%. As an important result, the presence and distribution of 198 species of butterflies from Tropical Dry Forest are updated, and connectable data in the form of DNA barcodes are provided for them.

With a group of biomonitoring individuals, work was done to generate digital and physical documents that reflected their learning on basic aspects about the biological group and the ability for the recognition and species found. These documents are attached and are being used, previous validation by the project's financiers and academic directors, as a tool for education improving the knowledge and conservation of the butterflies of the La Tribuna Ecoreserve.

Keywords: Diversity, inventory, composition, DNA barcode.

Lista de contenido

Introducción general	15
Objetivos	18
Metodología general	19
Cobertura temporal	21
Zona de Estudio	21
Cobertura Espacial	22
Chaparral	22
San Francisco	22
La Tribuna	22

1. CAPÍTULO 1

INVENTARIOS DE MARIPOSAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DE BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA Y COSTA RICA: METODOLOGÍAS, PERSPECTIVAS E INFORMACIÓN DERIVADA

Resumen	24
Introducción	25
Materiales y métodos	26
Resultados	26
Distribución de Bs-T en territorio colombiano y costarricense	26
Inventarios de mariposas de Bs-T en Colombia	27

Inventarios de mariposas de Bs-T en Costa Rica	31
Integración de códigos de barras de ADN en inventarios de diversidad	32
Especies compartidas entre Bs-T colombiano y costarricense	33
Registro de estados inmaduros y plantas hospedantes	37
Discusión	39
Material suplementario 1	101
Material suplementario 2	102
REFERENCIAS	41

2. CAPÍTULO 2

DIVERSIDAD DE MARIPOSAS DIURNAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) EN UN PAISAJE DE BOSQUE SECO TROPICAL EN NEIVA-HUILA

2.1 Resumen	50
2.2 Introducción	52
2.3 Métodos	53
2.3.1 Unidades de muestreo y métodos de captura	53
2.3.2 Procesamiento e identificación	54
Colección de depósito	54
2.3.3 Análisis estadístico	55
Diversidad alfa	55
Diversidad beta	55
Rango abundancia	55
2.4 Resultados	56

2.4.1 Estimativos de diversidad	56
2.4.2 Inmaduros llevados a su estado adulto	57
2.5 Discusión	65
Material suplementario 3	115
Material suplementario 4	119
Material suplementario 5	125
Material suplementario 6	130
REFERENCIAS	73

3. CAPÍTULO 3

INTEGRACIÓN DE CÓDIGOS DE BARRAS DE ADN EN EL INVENTARIO DE MARIPOSAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) EN UN PAISAJE DE BOSQUE SECO TROPICAL

3.1 Resumen	86
3.2 Introducción_	87
3.3 Métodos	88
3.3.1 Inferencias genéticas	89
3.4 Resultados	89
3.4.1 Estimativos de diversidad	89
3.4.2 Diversidad genética	90
3.4.3 Fenograma NJ Papilionoidea	94
3.5 Discusión	98
Material suplementario 7	132

Material suplementario 8	141
Material suplementario 9	141
REFERENCIAS	102

Lista de figuras

Figura 0 Infografía de la metodología general	19
Figura 0.1 Ubicación geográfica Ecoreserva La Tribuna	21
Figura 0.2 Tipo de coberturas Ecoreserva La Tribuna	23
CAPÍTULO 1	24
Figura 1. Cobertura y distribución Bs-T en Colombia y Costa Rica	28
Figura 2. Proporción de mariposas de Bs-T en Colombia	32
CAPÍTULO 2	56
Figura 2.1 Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	59
Figura 2.2 Curvas de acumulación de especies	62
Figura 2.3 Representatividad de familias y subfamilias	64
Figura 2.4 Índices de diversidad alfa	66
Figura 2.5 Dendrograma de disimilaridad Bray-curtis	67
Figura 2.6 Curvas de distribución de abundancias	68
Figura 2.7 Especies compartidas	69
CAPÍTULO 3	80
Figura 3.1 Longitud de secuencias Cox1	84
Figura 3.2 Divergencia intraespecífica	85
Figura 3.3 Divergencias interespecíficas	86
Figura 3.4 Curvas de acumulación haplotípicas	87
	13

Figura 3.1 Longitud de secuencias Cox1

84

Lista de tablas

CAPÍTULO 1

Tabla 1. Especies compartidas entre Bs-T de Colombia y Costa Rica

36

Tabla 2. Lista de mariposas con taxones vegetales asociados

41

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1 Resumen de modelos de abundancias de especies para cada sitio

70

Introducción general

Estudios biológicos de toda índole, sugieren la necesidad de conocer la estructura de los ecosistemas, identificando organismos que le habitan, la composición vegetal y faunística, la distribución de las masas boscosas, la superficie que ocupan y su estado de conservación. Para Colombia, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, basado en el mapa de ecosistemas (IDEAM, 2015), propone la existencia de 74 tipos de ecosistemas naturales, de los cuales 92.691.148 hectáreas corresponden a ecosistemas terrestres, como el Bosque Seco Tropical (Bs-T), caracterizado por una marcada estacionalidad lluvia-sequía, temperaturas altas, elevada masa forestal, suelos fértiles y condiciones que permiten albergar una amplia gama de organismos con interesantes adaptaciones; por ende, hay un alto nivel de endemismo (Van Bloem et al., 2004; Banda et al., 2015).

Este ecosistema se encuentra bajo el criterio de amenaza global, no solo por la alteración de su estacionalidad debido al cambio climático, sino por diferentes tipologías de disturbio siendo las más destructivas las actividades agropecuarias, urbanísticas e industriales (Trejo & Dirzp, 2002; Kintz, 2006; Miles et al., 2006; Wright et al., 2006; Zhou, 2013; Siyum, 2020). En términos globales la cobertura original se desconoce, sin embargo, se sabe que un porcentaje superior al 48% ha sido destinado para diversos usos del suelo y más de la mitad de la cobertura actual se encuentra en Suramérica.

En Colombia, de la extensión original, estimada en unos 9.000.000 de hectáreas, quedan unas 720.000 ha (Pizano, et al., 2014), es decir poco más del 8%; representado por fragmentos distribuidos a lo largo de seis regiones biogeográficas diferentes: Región Caribe, Región Norandina, Valle geográfico del río Cauca, Valle del río Patía, Región del río Magdalena y Región Orinoquía (Pizano et al., 2016).

Dadas sus características vegetales, edáficas y atmosféricas, los Bs-T tienen un papel relevante en la captura de carbono, las regulaciones climáticas e hídricas, los procesos efectivos de polinización, el continuo aprovisionamiento de nutrientes para las especies de fauna y flora, entre otros muchos otros servicios fundamentales, que incluyen además bienes para las poblaciones humanas (Hassan et al, 2005; Espinosa et al., 2012; Pizano et al., 2016).

La degradación por acción antrópica y el cambio climático, están poniendo en riesgo la estabilidad ecológica global de este ecosistema y además impulsan el declive de los bienes ecosistémicos que por sus

particularidades brinda a las comunidades humanas (Lewis et al., 2009; Etter et al., 2020; Cárdenas-Camacho et al., 2021).

Lo anteriormente expuesto sugiere la necesidad de una mejor comprensión de las dinámicas internas de estos ecosistemas, reconociendo como un aspecto de base muy importante, el reconocimiento de las especies asociadas, antes de que sea demasiado tarde. En este contexto las líneas base de diversidad son un insumo que permite estimar la riqueza de especies y soportar la necesidad de protección y conservación.

En inventarios de entomofauna hay una acentuada dificultad en el proceso de identificación de las especies bajo los criterios de taxonomía tradicional, esto debido a la falta de expertos en los diferentes grupos, la plasticidad fenotípica, la presencia de especies crípticas, el pequeño tamaño de la mayoría de ellos, entre otros aspectos (Dyrat, 2005). Con base en esto se habla del supuesto de subestimación de la diversidad entomológica global, lo que hace necesario la inclusión de diferentes herramientas y técnicas que coadyuven en el levantamiento de líneas base con mayor rapidez, efectivas en términos de tiempo/costo, que sean fiables y que permitan, en conjunto con la taxonomía tradicional, detectar entidades no previamente descritas o identificar aquellas cuya difícil resolución taxonómica ha impedido identificaciones genéricas o específicas (Beati et al., 2004; Contreras, et al., 2007; Sperling & Roe, 2009).

En las últimas décadas ha sido posible no solo la identificación de especímenes, sino también la construcción de filogenias a partir de fragmentos cortos de ADN (Teletchea et al., 2008), con técnicas como los códigos de barras de ADN, consistente en el uso de marcadores moleculares cuya variación permite la discriminación de las especies (Hebert et al., 2003). Para gran porcentaje de organismos eucariotas, un fragmento del gen Citocromo C oxidasa (Cox1) de la mitocondria tiene la suficiente variabilidad para discriminar entidades taxonómicas (Herbert et al., 2003; Hajibabaei et al., 2007; Ratnasingham & Hebert, 2007).

Aunque uno de los grupos biológicos más estudiados son las mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea), en Colombia las exploraciones de estos organismos asociados a Bs-T no son profusas, encontrando centralización de inventarios para la Región Caribe, pero ausencia de trabajos en otras regiones que aún conservan relictos como la Región del río Patía, Región del río Magdalena y Región de la Orinoquía. Este es un grupo de insectos relevante por su papel bioindicador, su taxonomía relativamente reconocida y estable y por estar distribuidos sus integrantes en un amplio rango biogeográfico. Las mariposas responden sensiblemente a las fluctuaciones o perturbaciones del ambiente, tienen estabilidad espacio temporal, presentan variación según la cobertura y son reflejo de cambios

producidos en su hábitat (Brown, 1991; Gerlach et al., 2013; Ismail et al., 2020); estos aspectos los convierten en objeto de estudio importantes para investigaciones como la presente.

En países como Costa Rica, referente en inventarios biológicos de insectos, el conocimiento de las mariposas es significativo y trabajos colaborativos evidencian gran relevancia, no solo porque los inventarios son continuos, con ejercicios de biomonitorio que vienen de años atrás, sino porque en el proceso de identificación de las especies se ha integrado códigos de barras de ADN y datos ecológicos de historia natural que pueden usarse comparativamente y de forma complementaria. En Colombia, por el contrario los inventarios de mariposas de Bs-T han tenido un enfoque morfológico y ecológico (Henao, 2005; Montero et al., 2009; Orozco et al., 2010; Prince-Chacón et al., 2011; Vargas et al., 2011; Campos et al., 2011; Gaviria y Henao, 2011; Boom-Urueta et al., 2013; Moreno & Acuña 2015; Casas-Pinilla et al., 2017; Mercado et al., 2018; Saavedra et al., 2022; Henao & Gantiva, 2020), sin incluir técnicas moleculares en el proceso de identificación de los individuos muestreados.

El presente trabajo se presenta de acuerdo con las normativas del programa de maestría. Se divide en tres capítulos. El primer capítulo se ha planteado como un artículo de revisión y aborda las perspectivas, metodologías e información derivada de los inventarios de mariposas en Costa Rica y Colombia. El capítulo 2 incluye los resultados ecológicos y de diversidad morfológica. En un tercer capítulo se aborda fundamentalmente la integración de códigos de barras de ADN en los estimativos de diversidad.

Finalmente se presentan algunos documentos como resultado del trabajo con las biomonitoras tal y como se ha planteado en la metodología general. Estos documentos fueron diseñados como herramientas de educación y conservación de las mariposas y socializados con la comunidad como parte del programa Fibras.

Objetivos

General

Determinar la diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) de la Ecoreserva La Tribuna (Vereda Tamarindo, Neiva-Huila), utilizando datos taxonómicos y genéticos (códigos de barras de ADN), proporcionando información biológica en el contexto de la conservación.

Específicos

1) Estimar la diversidad de las mariposas de la Ecoreserva La Tribuna (Vereda Tamarindo, Neiva-Huila), en relación con el Bosque Seco Tropical, e integrar el código de barras de ADN al proceso de identificación e inventario.

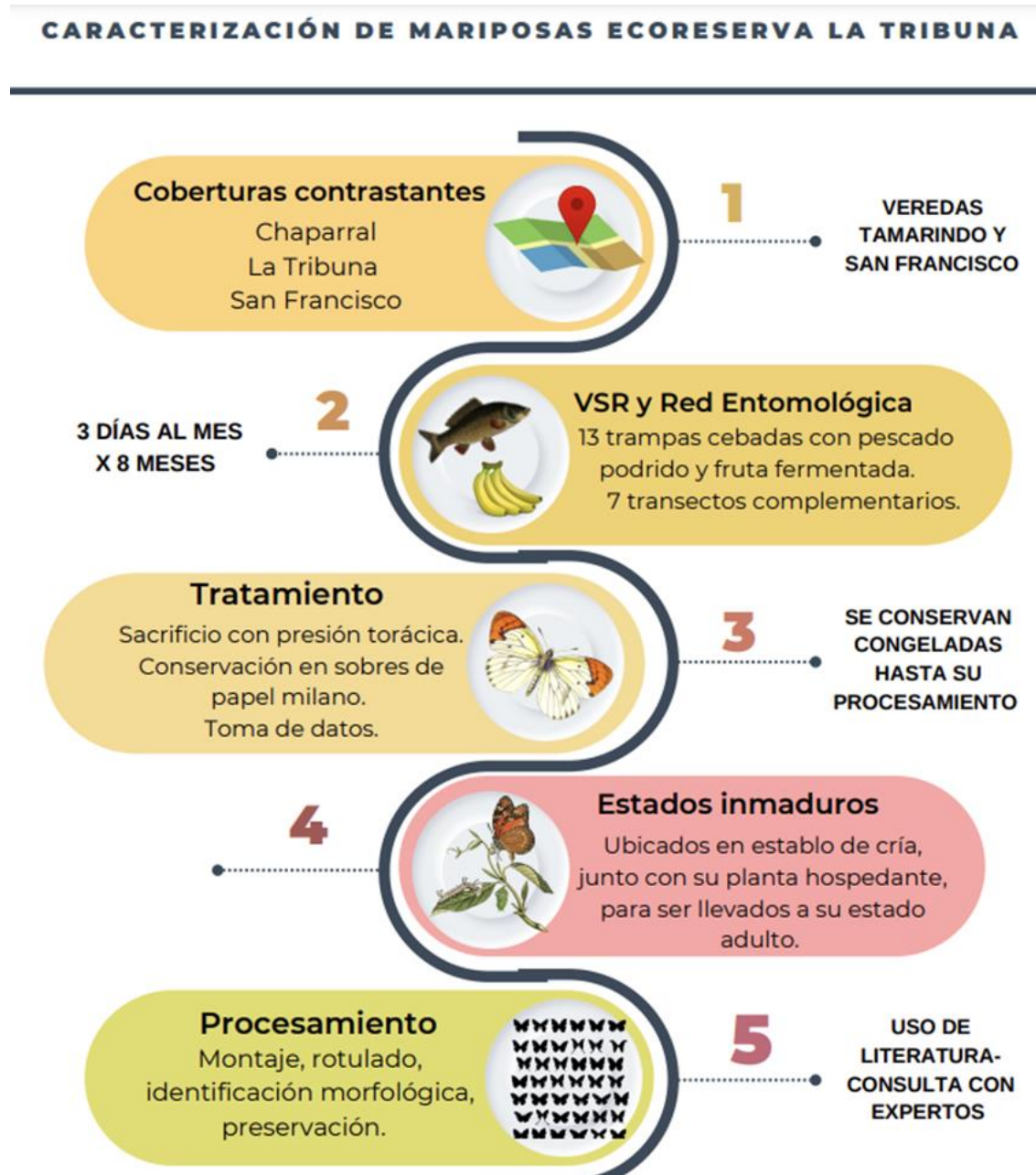
2) Precisar aspectos biológicos de algunos inmaduros de interés y a través de la obtención de adultos establecer la identidad y relación directa inmaduro-adulto.

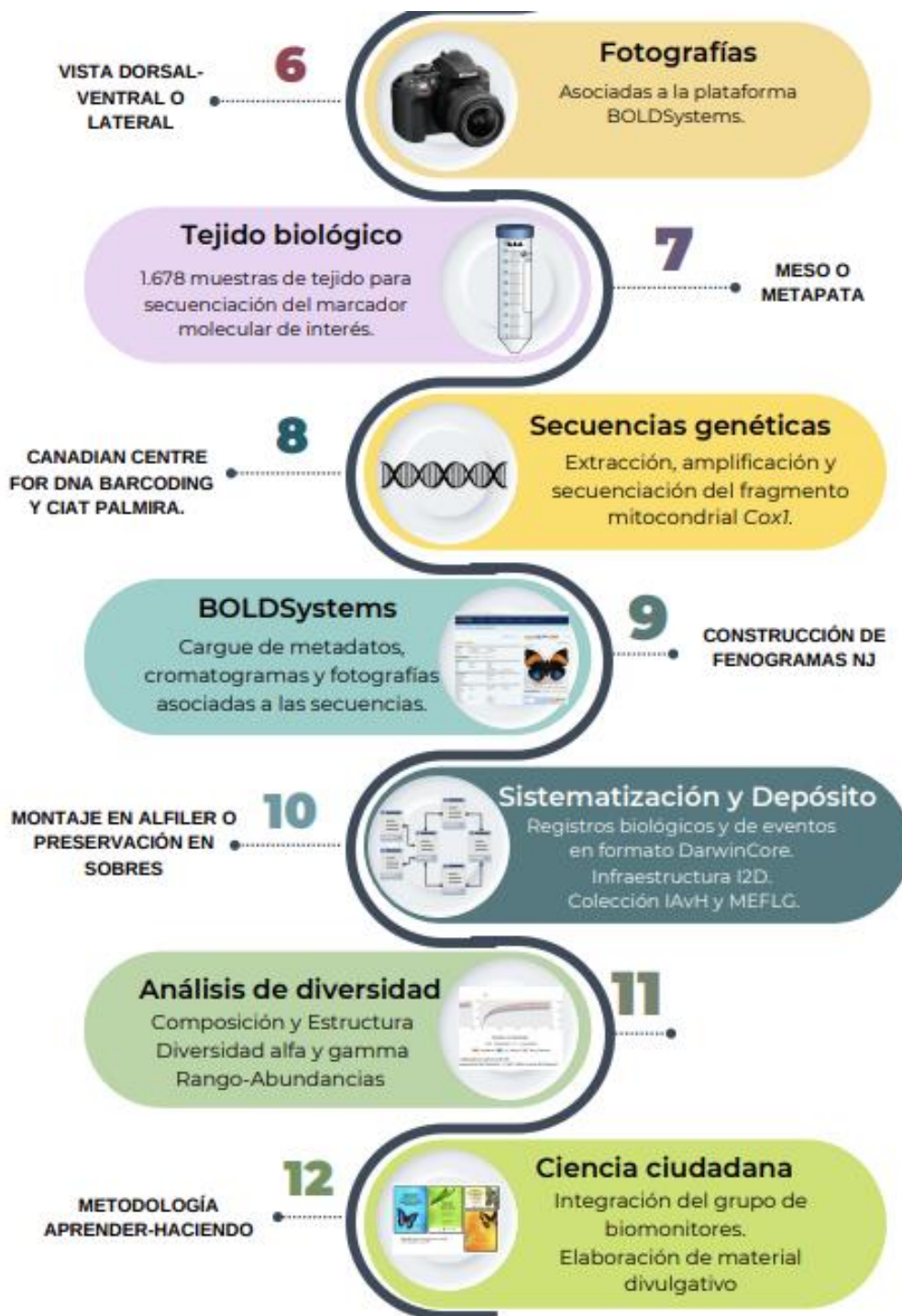
3) Vincular a la comunidad a través de la figura de biomonitores, mediante la metodología aprender-haciendo, validando sus saberes socioculturales y fomentando la participación y liderazgo en procesos de gestión y conservación ambiental.

Metodología general

Figura 0.

Infografía de la metodología general. Esquema libre adaptado de canva.com. Imágenes bajo licencia Copyright Free for commercial use.





▪ Cobertura temporal

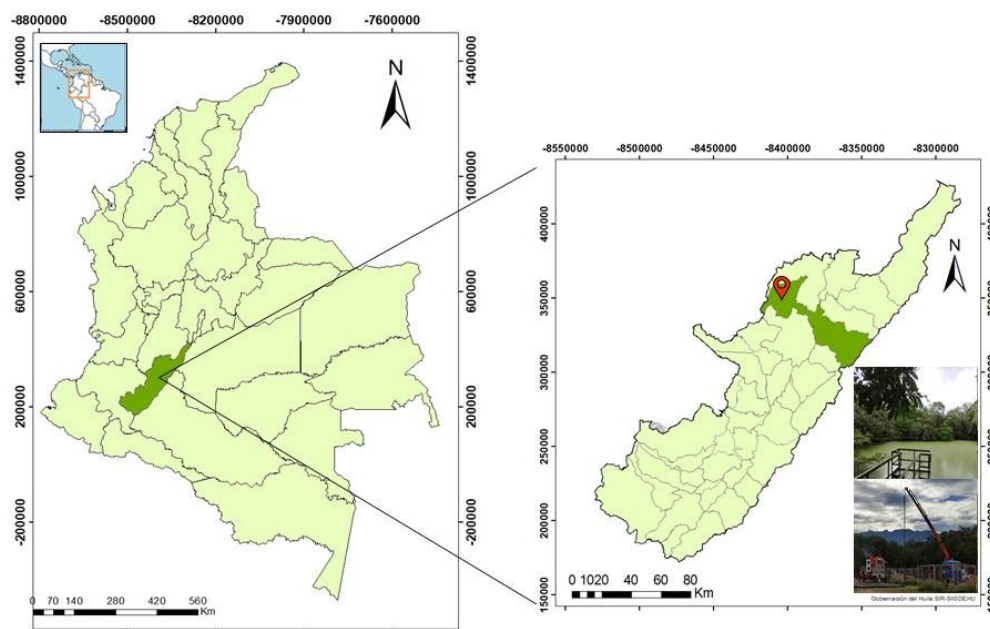
Los muestreos sistemáticos de recolección de material biológico se llevaron a cabo a lo largo de 8 meses, desde el 24 de junio de 2021 al 5 de febrero de 2022.

1. Zona de Estudio

El municipio de Neiva (Huila), sur de Colombia, presenta una extensión de 1.557 km², de los cuales 150.706 ha son rurales; destinadas a actividades ganaderas y agrícolas. Las principales actividades industriales están ligadas a la extracción de hidrocarburos como gas y petróleo (Alcaldía de Neiva web, 2022). Los relictos de Bs-T del departamento pertenecen a la Región del río Magdalena. En esta región está situada La Ecoreserva La Tribuna (Figura 0.1), con un área de 254 ha, comprendida entre las veredas Tamarindo y San Francisco, al norte del municipio de Neiva, con elevaciones entre los 500 y 800 m, a 3° 3' 51.278" N y -75° 22' 17.683" W. Su temperatura promedio es de 24°C y el nivel de precipitación anual es de 1.200 mm. (Echeverry y Méndez, 2017; IDEAM, 2021).

Figura 0.1.

Departamento del Huila, municipio de Neiva. El icono rojo indica la localización geográfica de la Ecoreserva La Tribuna.



Durante años fue utilizada como zona ganadera, hasta 1994, cuando fue comprada por la empresa de hidrocarburos Hocol S.A., destinando ciertas áreas para la exploración industrial de crudo y otras a la

regeneración natural. Actualmente Ecopetrol S.A. es quien tiene la propiedad y está intervenida por un pozo activo para extracción de petróleo y otro que funciona como inyector de agua.
<https://www.youtube.com/watch?v=MmfU3bmeGIU&t=9s>

2. Cobertura espacial

La Ecoreserva está conformada por una serie de coberturas contrastantes, con diferentes niveles de intervención y composición florística. Con base a esto, se establecieron tres zonas para la recolecta de mariposas (Figura 0.2).

Chaparral

Cobertura arbustal, dominada por *Curatella americana* L. (Chaparro), de ahí su nombre. Presenta vegetación en sucesión temprana, poca densidad arbórea, por lo que gran cantidad de luz alcanza a llegar al suelo y los niveles de radiación solar son mayores. En esta zona se encuentra la Laguna Verde, depósito dulceacuícola en el que habitan varias especies de anfibios y reptiles como babillas.

San Francisco

Predominancia herbazal y pastos enmalezados, dominadas por *Lacistema aggregatum* (P.J.Bergius) (cafecillo, copalchi) y *Maprounea guianensis* Aubl. (coca macho). Es el área de intervención de actividades industriales petroleras, circundada por oleoductos de gran extensión y el lugar en el cual se encuentran operando los pozos de crudo mencionados.

La Tribuna

Tipo de bosque en estado sucesional más avanzado y densidad arbórea mayor, con dosel entre los 6 y 8 metros de altura. Los árboles más abundantes son *Xylopia aromatica* (Lam.) (fruto de burro, malagueto), *Casearia sylvestris* Sw. (botoncillo, cimarrón) y *C.americana*. Es la zona de nacimiento de los principales acuíferos: Cascada El Salto, cascada El Chímbligo y la quebrada El Neme, dentro de la cual se evidencia el afloramiento natural de crudo.

Figura 0.2

Ecoreserva La Tribuna A-B Pozos de extracción petrolera. C. oleoductos. D. Laguna verde. E. Cascada El Salto. Fotografías Alejandra Rendón. 2021



CAPÍTULO 1

INVENTARIOS DE MARIPOSAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) DE BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA Y COSTA RICA: METODOLOGÍAS, PERSPECTIVAS E INFORMACIÓN DERIVADA

RESUMEN: La situación actual del Bosque Seco Tropical es preocupante, al ser uno de los ecosistemas en más alto riesgo, con pequeños remanentes en matrices inconexas. En el conocimiento de mariposas diurnas, países como Costa Rica han trazado objetivos ambiciosos integrando en los inventarios códigos de barras de ADN, reconocimiento de formas inmaduras y plantas hospedantes en campo. En Colombia, los esfuerzos son incipientes, pero de importancia. En este artículo se ilustran los enfoques de inventarios de mariposas de Bs-T en ambos países, listando las especies compartidas e información derivada, como un avance para conocer y entender aspectos sobre presencia y diversidad, necesarios para su gestión. Las metodologías usadas en ambos países, las intensidades de muestreo, e incluso los objetivos son variables. Costa Rica ocupa uno de los primeros lugares con información pública integral sobre el grupo, validado el uso de las mariposas diurnas y su información genética no solo como organismos objetivo de la conservación, sino también como herramientas de monitoreo de las intervenciones antrópicas. A la fecha, en Costa Rica existen secuencias de códigos de barras para 26.480 individuos y datos que integran morfología, molecular y estados inmaduros para 537 especies. Para Colombia el número de especies de Bs-T es aproximadamente 662, habiendo iniciado recientemente la incorporación de códigos de barras con 1.693 secuencias disponibles que corresponden a 173 especies. Al comparar las especies características de Bs-T se registran 120 especies en común, para las cuales Costa Rica ha documentado la biología y ecología incluyendo plantas hospedantes. El análisis complementario de los datos moleculares permitió con base en los datos de Costa Rica, verificar la identidad de aproximadamente 60 especies de Colombia.

PALABRAS CLAVE: Biodiversidad, datos de registros, códigos de barras de ADN, muestreos de insectos.

ABSTRACT: The current situation of the Tropical Dry Forest is concerning being the ecosystem at highest risk, it only has small remnants in disjointed matrices. In diurnal butterflies, countries like Costa Rica have set ambitious goals, integrating into their inventories DNA barcodes, recognition of immature forms, and host plants in the field. In Colombia, efforts are emerging, but of importance. This article illustrates the inventory approaches of Bs-T butterflies in both countries, listing the shared species and derived information, as an advancement to understand aspects about presence and diversity, necessary for their management. The methodologies used in both countries, the sampling intensities, and even the objectives are variable. Costa Rica occupies one of the top places in public information of the group, by integrating DNA barcodes, validating the use of diurnal butterflies and their genetic information, not only as conservation target organisms, but also as monitoring tools for anthropogenic interventions. To date, there are sequences for 26.480 individuals and data integrating morphology, molecular aspects, and immature states for 537 species in Costa Rica. For Colombia, the number of known Bs-T species is 662, having recently started the incorporation of barcodes with 1.701 sequences available corresponding to 173 species. When comparing the characteristic Bs-T species in both countries, 120 common species are registered, for which Costa Rica has documented.

KEYWORDS: Biodiversity, record data, DNA barcoding, insect sampling.

INTRODUCCIÓN

En el sistema de Holdridge (1997), el Bosque Seco Tropical (Bs-T) se encuentra entre los 0-1000 m, con una temperatura entre 17°C y 24°C. Si bien, hay variaciones de los niveles de precipitación anual entre regiones, oscila entre los 600-1800 mm (Murphy *et al.*, 2007) o 250 y 2000 mm (Holdridge *et al.*, 1971). Caracterizado por la estacionalidad lluvia-sequía, baja humedad y un nivel de evapotranspiración superior al nivel de precipitación. En América, está restringido a bajas alturas desde México hasta Bolivia y Brasil (Pizano y García, 2014). Sus organismos, dadas las condiciones ambientales y las presiones de los niveles de sequía a los cuales están sometidos, responden con adaptaciones particulares, derivadas de procesos macro y microevolutivos a lo largo del tiempo, que conllevan a que el nivel de endemismo sea alto, de modo que el Bs-T tiene especies que no habitan en ningún otro ecosistema (Murphy y Lugo, 1986; Medina, 1995; Maas *et al.*, 2005; Ariza *et al.*, 2014).

Al Bs-T le circunda un panorama complejo y patrones de pérdida de biodiversidad que se extienden a nivel mundial. Tipologías de disturbio han generado un alto estado de fragmentación de este ecosistema, siendo las más destructivas las actividades agropecuarias, urbanísticas e industriales. Algunos datos sugieren pérdidas del 48,5% de la extensión original a nivel mundial (Hoekstra *et al.*, 2005; González *et al.*, 2014). En el caso particular de América Latina, se estiman pérdidas de hasta el 66% de las coberturas (Miles *et al.*, 2006; González-Carranza *et al.*, 2008; Quesada *et al.*, 2009). Desde 1995 lo clasificaban bajo categoría CR en los estados de conservación y para la fecha se encuentra en riesgo de colapso y degradación (Dinerstein *et al.*, 1995; Rowland *et al.*, 2019).

Para conocer la diversidad y el estado actual de los relictos, se hace necesario los inventarios como línea base, que comprenden el reconocimiento, ordenamiento, cuantificación, catalogación e incluso mapeo de entidades naturales, como especies, genes, poblaciones, comunidades, etc. (Villarreal *et al.*, 2006) y que son la estrategia clave para evaluar el impacto antrópico y ambiental a largo plazo, en procesos de monitoreo (Torres *et al.* 2008; Zhou *et al.* 2008; Rocha *et al.*, 2011).

Los inventarios de diversidad biológica son la base para estudios espacio temporales y evaluaciones de los estados de conservación a lo largo del tiempo (Henaó, 2005; Villarreal *et al.*, 2006; Chediak 2009; Cruz-Flores *et al.*, 2017). Las mediciones de riqueza definida como el número de especies presente en determinada área (Hurlbert, 1971; Sanjit y Bhatt, 2005; Jaksik y Morone, 2007), la cual está influenciada por variables geográficas, climáticas, tipos de hábitats, intervenciones antrópicas, etc., permite hacer inferencias ecológicas. Para Rosenzweig (1995), una amplia variedad de hábitats presenta relación directamente proporcional con la riqueza, en tanto que para McCain y Grytnes (2010), a mayor elevación altitudinal, menor será la cantidad de especies.

Costa Rica desde hace más de 40 años ha inventariado los lepidópteros de su Bs-T (Janzen, 1993; Janzen *et al.*, 2004; Janzen *et al.*, 2009), inventarios que desde el 2003 han integrado códigos de barras de ADN (Hebert *et al.*, 2003). En Colombia, los estudios se centran en grupos como plantas, mamíferos terrestres, ranas arborícolas; silbonas y escarabajos coprófagos (Pizano *et al.*, 2014; González *et al.*, 2016; Neita *et al.*, 2018) mientras que los inventarios de mariposas de Bs-T han incrementado a partir del año 2005, aunque no incluyen datos moleculares. En Costa Rica a la

fecha se habla de unas 537 especies registradas en los fragmentos de Bs-T con un área aproximada de 526.300 ha en la provincia de Guanacaste. Para Colombia las cifras están en el orden de 662 spp. (Henaó y Gantiva, 2020), pero aún hay ausencia de inventarios en relictos que hacen parte de las 1.022.632 ha de cobertura de Bs-T vigente. Sin duda, la información molecular de las especies de mariposas de este ecosistema en Colombia, será un excelente insumo para avanzar en conocer la riqueza y diversidad de mariposas del Bs-T, ya que por el carácter conectable de las secuencias usadas como códigos de barras de ADN y la gran cantidad de información en este sentido para mariposas disponible en Costa Rica, los avances de este país pueden aportar considerablemente en la identificación de especies y la evaluación de la diversidad en términos moleculares.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de literatura, como fuentes primarias de circulación pública en revistas indexadas, repositorios institucionales y bases de datos web, se recopiló información de los inventarios de mariposas asociadas a paisajes de Bs-T, en territorio colombiano y costarricense. Se revisaron las metodologías, enfoques y herramientas taxonómicas usadas en cada uno, se seleccionaron las especies compartidas y se realizaron rastreos para conocer el número de códigos de barras de ADN asociadas a ellas. La búsqueda de secuencias se llevó a cabo en las bases de datos BOLD (<https://www.boldsystems.org/>) y GenBank (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>). Los filtros se hicieron con el nombre científico del taxón y el operador booleano “AND” para la localidad: Colombia, Costa Rica-Guanacaste. También se incluyeron datos propios. La nomenclatura de las especies listadas se cotejó y actualizó con base a las checklist de mariposas del Neotrópico y mariposas de Colombia (Garwood *et al.*, 2021; Garwood y Jaramillo, 2022) y los catálogos de Butterflies of America (Warren *et al.*, 2023) detectando casos de sinonimización.

RESULTADOS

Distribución de Bs-T en territorio colombiano y costarricense

Colombia abarca 1.141.748 km² de área continental (IGAC, 2008). La cobertura de Bs-T ha perdido casi la totalidad de su distribución primaria, quedando relictos que suman menos de 1.022.632 ha, es decir, el 8% de la cobertura original y está representado por 368.383 ha de vegetación temprana; 220.285 ha de bosques maduros y 435.605 ha de vegetación secundaria (García *et al.*, 2014; Pizano *et al.*, 2014). Esta relictualidad está representada por parches pequeños, dentro de áreas intervenidas, con conectividad reducida. El 30% de ellos están inmersos en matrices no continuas transformadas para pastos y cultivos (García *et al.*, 2014). Las coberturas que quedan están restringidas a seis regiones biogeográficas diferentes: Región Caribe, Región Norandina, Orinoquía, Valle geográfico del río Cauca, Valle del río Patía y Región del río Magdalena (González *et al.*, 2016).

La extensión de Costa Rica es 51.100 km², siendo casi 22 veces más pequeño que Colombia, pero con una privilegiada posición geográfica al estar en una zona de convergencia intertropical (Quesada, 2007). La distribución del Bs-T costarricense se encuentra alrededor del Golfo de Nicoya, circundando la costa pacífica de la Península de Nicoya; representa poco más del 10,3%

del país, con una extensión de unas 526.300ha (Janzen, 1991; Henderson, 2002, 2010) a lo largo de diferentes localidades de la provincia Guanacaste.

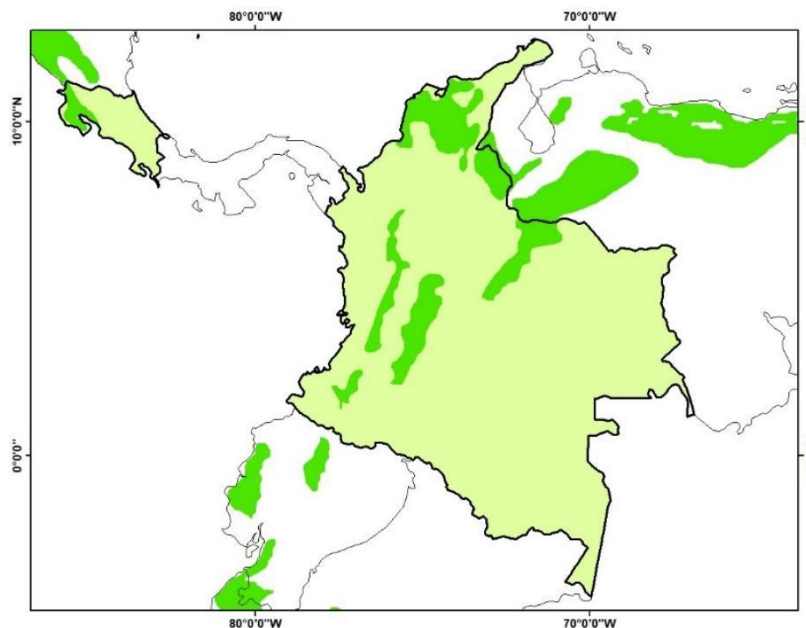


Figura 1. Cobertura y distribución de Bs-T en Colombia y Costa Rica (Adaptado de Dryflor et al., 2016)

Ambos países presentan gran amplitud altitudinal y variedad de ecorregiones, lo que les confiere condiciones climáticas, orográficas y naturales propicias para la biodiversidad (Cayuela *et al.*, 2012; Cayuela y Granzow de la Cerda, 2012; Rangel, 2015).

Inventarios de mariposas de Bs-T en Colombia

Diferentes investigadores han realizado aportes a la caracterización de la lepidopterofauna en Bs-T de Colombia, con metodologías de muestreo afines a las usadas en Costa Rica (Figura 2), como una forma de obtener información que permita en acciones futuras de gestión hacer frente a la pérdida acelerada de cobertura (MADS, 2019).

Para el departamento de La Guajira, en el relicto de 7.682 ha, en el corregimiento de San Lorenzo de Camarones, municipio de Riohacha, se recolectaron 1.126 individuos representantes de 24 especies, durante 22 visitas entre mayo y octubre del 2013. Especies como *Ascia monuste* (Linnaeus, 1764); *Appias drusilla* (Cramer, 1779), *Hamadryas februa* (Hübner, 1823) y *Phoebis sennae* (Linnaeus, 1758) presentaron las mayores abundancias (Moreno y Acuña, 2015).

En el Magdalena (Vargas-Zapata *et al.*, 2011) en la Reserva Natural Las Delicias, con gradientes altitudinales entre 200, 400 y 550 m, y una extensión de 200 ha, se recolectaron 432 individuos, pertenecientes a 66 especies y 52 géneros, durante cuatro visitas cada una de 16 horas, entre abril y julio de 2008. Solo hubo registro de dos especies para cada una de las familias Riodinidae y

Hesperiidae. Dentro de las especies de mayor abundancia destacaron *Mechanitis lysimnia* (Fabricius, 1793), *Heliconius melpomene* (Linnaeus, 1758) y *Eurema albula* (Cramer, 1775).

Para el departamento del Atlántico, hay varios estudios de diversidad de mariposas en Bs-T. En bosques de galería, bosques riparios, potreros de aprovechamiento agroecológico y zonas cercanas a pastoreo y humedales, de cinco localidades, con extensiones relativamente pequeñas, siendo la más grande de 49 ha, se capturaron 1.010 individuos distribuidos en 123 especies, durante muestreos de 4 días por localidad entre octubre de 2005 y agosto de 2006. Dicha riqueza representó el 65,7% de la totalidad de mariposas inventariadas para el departamento por Montero (2005). *Parides anchises* (Linnaeus, 1758), *Mechanitis lysimnia* (Fabricius, 1793), *Callicore pitheas* (Latreille, [1813]), *Cogia undulatus* (Hewitson, 1867) (reportada en el estudio como *Typhedanus undulatus* (Hewitson, 1867), *Chlosyne lacinia* (Geyer, 1837), *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758) y *Hamadryas februa ferentina* (Godart, [1824]), fueron las especies de mayor abundancia y se encontró a *Leptotes cassius* (Cramer, 1775) (Lycaenidae), asociada a las zonas altamente intervenidas (Montero *et al.*, 2009). En el corregimiento de Corrales de San Luis, en el municipio de Tubará, a lo largo de dos fragmentos contrastantes, visitados una vez al mes, durante 4 meses entre septiembre y diciembre de 2008; se recolectaron 1.039 individuos correspondientes a 74 especies y 59 géneros. Se registró que Charaxinae, Biblidinae, Riodininae y Pyrginae fueron las subfamilias con mayor número de especies y *Microtia elva* Bates, 1864, la especie más abundante (Prince-Chacón *et al.*, 2011).

En un tercer inventario para el departamento, en la Reserva Ecológica de Luriza (REL), área de 837.17 ha, se realizaron 9 eventos de muestreos cada 15 días entre los meses de marzo y julio del 2009. Se registró un total de 614 individuos, correspondientes a 39 géneros y 48 especies (Boom-Urueta *et al.*, 2013), con mayores valores de diversidad en época de sequía. La especie de mayor abundancia en este estudio fue *M. lysimnia*.

También para los fragmentos de Bs-T del caribe, en Montes de María (Mercado *et al.*, 2018) se recolectaron 301 individuos distribuidos en 4 familias: Nymphalidae, Pieridae, Papilionidae y Riodinidae, para un total de 55 spp. y 44 géneros. Las dos especies de mayor abundancia fueron *H. februa* y *Morpho helenor* Cramer, 1782. Dicho estudio se realizó durante 5 salidas de campo, cada una con una duración de 8 días.

Campos-Salazar *et al.* (2011) a los alrededores del complejo de humedales del valle inundable del río San Jorge, en Córdoba, en altitudes entre los 40-100 m, recolectaron un total de 215 individuos, en ciénagas contrastantes: Ayapel (5 localidades); Arcial, El Porro y Cintura (8 localidades) y Valle del río Sinú (10 localidades), cada localidad muestreada durante 7 horas en un mismo día, entre julio, noviembre y diciembre de 2004. Dichas ciénagas comprenden grandes extensiones, desde 1.500 ha (El Porro), hasta 40.000 ha (Ayapel). Se registraron un total de 51 especies, siendo la subfamilia Heliconiinae la de mayor riqueza, con especies de alta abundancia como *H. melpomene*, *Dryas iulia* (Fabricius, 1775) y *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758). Hubo especies con ocurrencias restringidas a una única cobertura, tales como *Polites vibex* (Geyer, 1832), *Phocides polybius* (Fabricius, 1793), *Chioides catillus* (Cramer, 1779), *H. erato*, *Caligo illioneus* (Cramer, 1776), *Adelpha iphicles* (Linnaeus, 1758) y *Nica flavilla* Godart, 1823.

Para Antioquia (Heno, 2005), en la cuenca del río Cauca, municipio de Santa Fe de Antioquia, en la Estación Agraria Cotové, de 113,14 ha, registraron 129 ejemplares, distribuidos en 47 especies de la familia Nymphalidae, 10 spp. de Pieridae y 2 spp. de Papilionidae. Se resaltó *Anartia amathea* (Linnaeus, 1758), *Anartia jatrophae* (Linnaeus, 1763), *Diaethria clymena* (Cramer, 1775), *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758), *Colobura dirce*

Linnaeus, 1764, y *Mechanitis polymnia* (Linnaeus, 1758), como abundantes. En San Jerónimo, a lo largo de 35 ha, granja Jhon Jairo González (JJG), se exploraron áreas con diferentes usos del suelo como pastizales, ganado, estanques para peces, plantaciones de forraje, parches de bosques y sistemas silvopastoriles con leguminosas y frutales (Orozco *et al.*, 2010) visitadas once veces, entre diciembre de 2007 y noviembre de 2008. Se recolectaron 933 individuos, pertenecientes a 117 especies, siendo la familia Nymphalidae la de mayor riqueza, con el 67%. Las especies de mayor abundancia fueron *A. amathea*, *A. jatrophae*, *Pareuptychia hesionides* (Forster, 1964) y *Mechanitis menapis* (Hewitson, 1855). De igual manera, se registraron especies medianamente abundantes como *Hermeuptychia hermes* Fabricius, 1775, *M. polymnia*, *E. albula*, *Eurema daira* (Godart, 1819), *Pyrisitia nise* (Cramer, 1775) y *Urbanus* spp.

En el macizo del departamento de Santander, en la Mesa de los Santos, área de 735,94 ha, Casas-Pinilla *et al.* (2017), llevaron a cabo muestreos sistemáticos durante septiembre y noviembre del 2014, época de alta precipitación, dividiendo tres franjas altitudinales (280-500 m, 680-900 m, 1.100-1.200 m), cada una visitada por 12 días. Se recolectaron 1.389 individuos distribuidos en 121 especies, de las cuales 68 spp. (55,3%) pertenecían a la familia Nymphalidae y 20 spp. (16,2%) a Pieridae, siendo las de menor riqueza las familias Riodinidae, Papilionidae y Lycaenidae, respectivamente. Se registró que *H. februa*, *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777), *Euptoieta hegesia* (Cramer, 1779), *Eunica monima* (Stoll, 1782), *Hamadryas feronia* (Linnaeus, 1758), *Ypthimoides blanquita* E. Barbosa, M. Marín & Freitas, 2016, y *Taygetis laches* (Fabricius, 1793) representaban las especies de mayor abundancia, dependiendo el rango altitudinal. Dentro de las especies raras, hubo registros únicos para *Zaretis isidora* (Cramer, 1779), *Siproeta stelenes* (Linnaeus, 1758), *Zizula cyna* (Edwards, 1881), *Tithorea harmonia* (Cramer, 1777) y *A. amathea*.

A lo largo de 70 hectáreas conservadas en Buga, Valle del Cauca, en el Parque Natural Regional El Vínculo (Gaviria y Henao, 2011) durante 3 salidas de campo y un total de 9 días de muestreos, hubo registro de 689 individuos, los cuales fueron agrupados en 149 géneros y 213 especies. La mayor representatividad fue para *Cecropterus zarex* (Hübner, 1818) (registrado en el artículo como *Autochton zarex*), *T. harmonia* y *Mechanitis polymnia caucaensis* (R. Haensch, 1909). Para esta misma zona, se determinó la diversidad de la tribu Ithomiini (Nymphalidae: Danainae) (Saavedra *et al.*, 2022) registrando un total de 799 individuos, representados en 11 especies, de las cuales *M. menapis* fue la más abundante, seguida por *M. polymnia* y *T. harmonia*.

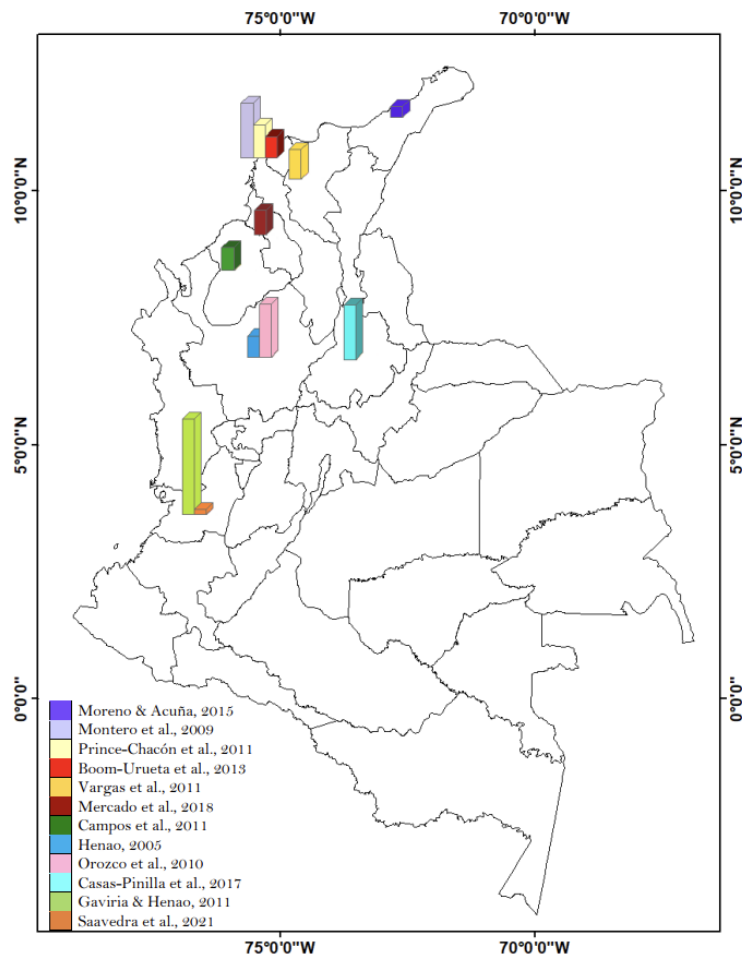


Figura 2. Número de inventarios y proporción de riqueza de mariposas para diferentes fragmentos de Bs-T en Colombia. La altura de las barras representa la riqueza de especies registrada en cada uno de los estudios considerados.

En un esfuerzo valioso por comprender la composición de esta lepidopterofauna de Bs-T en Colombia, Henao y Gantiva (2020) publican lo que sería la actualización del estado de conocimiento de mariposas asociadas a Bs-T; un listado completo y detallado, compilado tras diferentes metodologías como revisión de colecciones, literatura, salidas de campo y consulta con expertos. Fueron evaluados los datos de 1.825 individuos, que se agrupan en 662 especies, siendo la de mayor riqueza Nymphalidae (274 spp.), seguida de Hesperiiidae (183 spp.), Riodinidae (69 spp.), Pieridae (52 spp.), Lycaenidae (73 spp.) y Papilionidae (21 spp.). Sumado a lo anterior, se determinaron 15 especies que son exclusivas de este tipo de ecosistemas:

De la familia Nymphalidae *M. elva*, *Myscelia cyaniris* Doubleday, 1848, *Agrias amydon* (Hewitson, [1854]), *Memphis artacaena* (Hewitson, 1869) y *Morpho rhodopteron* (Godman & Salvin, 1880). En cuanto a los hespéridos *Timochreon satyrus* (C. Felder & R. Felder, 1867), *Zopyrion satyrina* (C. Felder & R. Felder, 1867), *Chiomara asychis* (Stoll, 1780) y *Paches loxus* (Westwood, 1852). Dentro de Riodinidae se destaca a *Aricoris erostratus* (Westwood, 1851) y en Lycaenidae *Arawacus dumenillii* (Godart, [1824]), *Electrostrymon hugon* (Godart, [1824]), *Chlorostrymon simaethis* (Drury, 1773) y *Eumaeus godartii* (Boisduval, 1870) (Henao y Gantiva, 2020).

Todos los estudios revisados incluyen muestreo activo con red entomológica y pasivo con trampas tipo VSR cebadas con diferentes atrayentes.

Material suplementario 1: Información metodológica de los inventarios revisados

Inventarios de mariposas de Bs-T en Costa Rica

Los primeros estudios sistemáticos del país fueron los de DeVries (1985, 1986), quien relacionó 209 especies de mariposas de las familias Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae con sus orugas, detallando las historias de vida. Adicional a ello, incluyó anotaciones sobre la morfología de huevos, comportamiento larval, características de oviposición y un listado de 47 familias de plantas hospedantes. Para el caso de Bs-T, se llevaron a cabo muestreos en Guanacaste, en las localidades de Cañas, Parque Santa Rosa y Volcán Santa María, donde se encontraron especies como *Battus polydamas* (Linnaeus, 1758), *Parides iphidamas* (Fabricius, 1793) (en el texto *Battus iphidamas*), *Papilio cresphontes* Cramer, 1777; *Heraclides thoas* (Linnaeus, 1771) (en el texto *Papilio thoas* Linnaeus, 1771) *Parides anchisiades* (Esper, 1788), *Dismorphia amphione* (Cramer, 1779), *Anteos clorinde* (Godart, 1824), *Phoebis argante* (Fabricius, 1775), *P. sennae*, *Eurema dina* (Poey, 1832), *Itaballia demophile* (Linnaeus, 1763), *A. demophon*, *Agrias amydon* Hewitson, 1853, *Siderone galanthis* (Cramer, 1775), *Consul fabius* (Cramer, 1779), *Hypna clytemnestra* (Cramer, 1777), entre otras.

A mediados de 1978, Daniel Janzen comenzó a centrar su interés en inventariar y realizar la caracterización ecológica de las larvas de lepidópteros de un fragmento de 10.800 ha de Bs-T, de la localidad de Santa Rosa. Registró 3.142 especies, de las cuales 345 pertenecían a familias de mariposas y las restantes a diferentes familias de polillas, siendo las más abundantes Pyralidae, Noctuidae y Geometridae. Adicionalmente, registró importantes datos de taxones vegetales asociados y el hábito alimenticio de los inmaduros (Janzen, 1988ab, 1998, 2002).

Sumándose a los esfuerzos anteriores, Austin (1992) complementó la guía de campo de DeVries (1985) y para el Bs-T reportó la presencia de *Eurema nicippe* Cramer, 1779, *Eunica pusilla* H. Bates, 1864; *Pyrrhogyra neaerea hypsen* Godman & Salvin, 1884, *Heliconius ismenius telchinia* Doubleday, 1847, *Chlosyne melanarge* (Bates, 1864), *Chlosyne poecile* (C. Felder & R. Felder, 1867), *Pteronymia parva* (Salvin, 1869) y *Morpho catenarius* Perry, 1811, en la provincia de Guanacaste.

Ahora bien, el inventario de lepidópteros de mayor impacto inició en 1978 en el Área de Conservación de Guanacaste (ACG), extensión de 120.000ha al noroeste de Costa Rica. Con Janzen (1986, 1988, 2004) comenzó el levantamiento de la línea base a partir de identificaciones morfológicas, enlazándolo con procesos efectivos de cría para relacionar estados inmaduros, plantas hospedantes y parasitoides de las especies de lepidópteros encontradas. Desde la fecha, a diario el trabajo en campo ha consistido en encontrar larvas silvestres, criarlas, sistematizar información y curar especímenes; labor apoyada por un grupo denominado parataxónomos, los cuales han sido instruidos por expertos de diferentes grupos biológicos, incluyendo también hongos, moluscos, plantas y otros insectos (Janzen, 1986, 1998, 2004; Janzen y Hallwachs, 1992ab; INBio, 1997; Janzen *et al.*, 2009).

Desde los inicios del proyecto hasta el 2003, se registraron 2.500 especies de lepidópteros, morfológicamente caracterizados. En dichos 25 años se sistematizaron 210.000 registros de cría individual de estados inmaduros, proceso que arrojaba, en ese entonces, 40.000 imágenes disponibles en el sitio web del proyecto (Janzen y Hallwachs, 2008). Aunque el 70% de los

registros estaban identificados a nivel de especie, aún se tenía incertidumbre taxonómica en algunos individuos. A partir del 2003 se integraron al inventario técnicas moleculares de códigos de barras de ADN usando el gen mitocondrial Citocromo Oxidasa 1 (*Cox1*), (Hebert *et al.*, 2003; 2004; Janzen y Hallwachs, 2011), las cuales resultaron ser exitosas al propiciar avances en la identificación rápida y costo-efectiva de adultos y sus parasitoides, como taquínidos y algunos himenópteros, contribuyendo a la resolución de la identidad de organismos con dificultades taxonómicas. A los cinco años de la implementación del uso del código de barras de ADN, se aumentó en 3.098 el número de especies de lepidópteros. Lo anterior gracias a la identificación de más de 340 spp. no resueltas morfológicamente, como ninfálicos de los géneros *Adelpha*, *Prepona* y *Taygetis*; piéridos y papiliónidos como *Parides* y *Heraclides* y en mayor medida hespéridos dentro de los géneros *Aguna*, *Astrartes*, *Chioides*, *Polythrix*, *Udranomia*, *Urbanus* y *Typhedanus*, para el caso de mariposas (Hebert *et al.*, 2004; Janzen *et al.*, 2009; Janzen y Hallwachs, 2016, 2019; ACG web, 2019).

Los registros más recientes (2023) en la página pública del proyecto, suman un total de 1.416 especies de insectos. En mariposas la familia de mayor riqueza es Hesperiiidae (278 spp.); seguido por Nymphalidae (154 spp.); Riodinidae (44 spp.); Papilionidae (24 spp.) y por último Lycaenidae y Pieridae con 17 spp. y 15 spp., respectivamente. Se registran adicionalmente 5 spp. de la familia monotípica Hedyliidae (Nakae, 2021; Garwood y Jaramillo, 2022); lo que suma unas 537 especies de mariposas asociadas a Bs-T costarricense, todas con fotografías de sus estados inmaduros, secuencias barcode publicadas en bases de datos genéticas (Ratnasingham y Hebert, 2007; Benson *et al.*, 2008; ACG web, 2023) y al menos una planta hospedante.

Integración de códigos de barras de ADN en los inventarios de diversidad

Cuando se busca la consolidación de líneas base de biodiversidad en cualquier ecosistema, hay ciertas limitantes taxonómicas como la existencia de claves dicotómicas con base en morfología que muchas veces se enfocan en una única etapa de desarrollo del insecto, algunas ambiguas, y otras que solo tienen en cuenta un número limitado de caracteres, por no decir la cantidad de insectos que, por su tamaño, difícil muestreo, mimetismo, dimorfismo sexual, plasticidad fenotípica, etc. han pasado inadvertidos y ni siquiera se han descrito (Morrone, 2013, 2016). Esta situación convoca al uso de enfoques complementarios a la taxonomía tradicional, que aporten información en la resolución de entidades biológicas. Los métodos moleculares constituyen en la actualidad una excelente herramienta, al permitir determinar la identidad y descubrir nuevas especies (Beati *et al.*, 2004; Sperling y Roe, 2009), además de abrir campos de investigación como la filogeografía (Contreras, *et al.*, 2007; Núñez *et al.*, 2022).

Diversos estudios han demostrado la utilidad de esta secuencia en la delimitación de mariposas, no solo como herramienta complementaria en la identificación de especies, sino también clave en el descubrimiento de entidades no descritas previamente, muchas de ellas pertenecientes a complejos de especies. Para las mariposas se ha evidenciado que dicha región molecular puede resolver más del 96% de las identificaciones (Hebert *et al.*, 2003). En la actualidad se registra en la base de datos BOLD un total de 26.480 secuencias de códigos de barras de ADN para mariposas diurnas de Bs-T costarricense: Hesperiiidae (14.896); Nymphalidae (6.323); Riodinidae (2.086); Lycaenidae (1.142); Pieridae (1.057); Papilionidae (664) y Hedyliidae (312) y los datos de diversidad genética como BINs están en el orden de 1.047, distribuidos así: Hesperiiidae (481); Nymphalidae (274); Riodinidae (107); Lycaenidae (101); Pieridae (36); Papilionidae (32) y Hedyliidae (16).

Especies compartidas entre Bs-T colombiano y costarricense

De los inventarios de mariposas de Bs-T en Colombia, con especial énfasis en la más reciente actualización del estado de conocimiento (Henaó y Gantiva, 2020), se seleccionaron aquellas especies que también fueron registradas en los inventarios de mariposas de Bs-T en Costa Rica; teniendo como referencia la base de datos pública del proyecto BioLep (ACG web, 2023). Para cada una de ellas, se filtró el número de secuencias disponibles en BOLDSystems y GenBank. Para el caso de Costa Rica se dataron únicamente las secuencias de mariposas de Bs-T. Para Colombia. Dada la escasez de datos moleculares, se tuvieron en cuenta todas las secuencias disponibles.

Recientes estudios en Colombia, liderados por el Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ecopetrol S.A, en el marco del proyecto FIBRAS (FIBRAS web, 2021), proporcionaron un total de 1.693 secuencias de mariposas para seis familias: Nymphalidae (1.129); Pieridae (139); Hesperidae (137), Riodinidae (134); Papilionidae (80) y Lycaenidae (74), que serán próximamente de acceso público. Los datos derivados de este proyecto también fueron tenidos en cuenta, en tanto que son las autoras de este documento quienes se encargaron de la recolección de especímenes, procesamiento, identificación y cargue de secuencias entre el 2022 y 2023. Para dichas secuencias, la variabilidad en términos de distancia genética intraespecies fue del 0,14% al 2,30%, y entre especies varió entre 1,38% y 12,44%.

Para complejos de especies, por ejemplo, *Telegonus 'Astraptus' fulgerator* los datos de divergencia están entre 0,0-7,95%, con un promedio de 2.76% (Hebert *et al.*, 2004). Estos valores de divergencia son importantes para precisar niveles de variación lo que es referencia para la asignación de individuos con identidad desconocida a especies con datos moleculares previamente conocidos y verificados por un especialista.

Con base en la comparación de las secuencias derivadas de Costa Rica y las obtenidas en Colombia se pudo realizar la asignación a 370 individuos y se corroboró el 78% de las identificaciones previas realizadas con base a caracteres morfológicos. En especies como *Adelpha basiloidea*, *Adelpha iphichus*, *Prepona laertes*, *Eurema phiale*, *Eurema elathea*, *Pyrisitia nise*, *Achlyodes thraso*, *Burnsius adepta*, *Heliopetes alana* y *Heliopetes arsalte* las secuencias Cox1 posibilitaron la resolución de dudas en asignación taxonómica. Algunos individuos sólo contaban con un ejemplar deteriorado, lo que imposibilitaba una correcta identificación morfológica: *Anteros formosus*, *Atalopedes campestris*, *Burnsius adepta*, *Caria rhacotis*, *Cecropterus dorantes*, *Chlosyne lacinia*, *Hades noctula*, *Hylephila phyleus*, *Lerema liris*, *Microceris dulcinea*, *Mylon maimon*, *Pseudodebis celia*, *Symmachia xypete*, *Tmolus echion*, *Zariaspes mys*.

Reuniendo datos propios y obtenidos del estado de actualización de mariposas de Bs-T en Colombia (Henaó y Gantiva 2020), se registraron un total de 120 especies compartidas con Costa Rica (Tabla 1), de las cuales 5 son consideradas estrictamente de Bs-T (*Memphis artacaena*, *Myscelia cyaniris*, *Paches loxus*, *Timochreon satyrus* y *Eumaeus godartii*).

Tabla 1. Especies compartidas entre Bs-T de Colombia y Costa Rica. Se asocia el número de registros genéticos de cada especie por país. Los ítems marcados con asterisco (*) corresponden a especies que han sido recientemente secuenciadas en el inventario de mariposas en La Ecoreserva La Tribuna (Neiva-Huila), fragmento de Bs-T de la región del río Magdalena (Material suplementario 2).

Familia	Especie	Nº de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs-T (Costa Rica)	Nº de registros genéticos de mariposas asociadas a Bs-T (Colombia)
Nymphalidae	* <i>Adelpha basiloides</i> H.Bates, 1865	5	-
	<i>Adelpha fessonia</i> Hewitson, 1847	22	-
	<i>Adelpha iphicleola</i> Bates, 1864	25	-
	* <i>Adelpha iphicles</i> (Linnaeus, 1758)	14	-
	<i>Agraulis vanillae</i> (Linnaeus, 1758)	10	19
	<i>Caligo telamonius</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	**	-
	<i>Callicore pitheas</i> (Latreille, 1813)	21	-
	<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)	N/E	-
	<i>Cissia confusa</i> (Staudinger, 1887)	2	7
	* <i>Colobura dirce</i> Linnaeus, 1764	12	-
	<i>Danaus plexippus</i> (Linnaeus, 1758)	83	3
	* <i>Dione juno</i> Cramer, 1779	5	-
	<i>Dircenna klugii</i> (Geyer, 1837)	11	-
	<i>Doxocopa laure</i> (Drury, 1773)	34	-
	<i>Dryadula phaetusa</i> (Linnaeus, 1758)	10	-
	* <i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)	8	-
	* <i>Dynamine postverta</i> Cramer, 1782	7	-
	* <i>Eryphanis lycomedon</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	17	-
	* <i>Eunica malvina</i> Bates, 1864	4	-
	* <i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)	102	171
	* <i>Hermeuptychia hermes</i> Fabricius, 1775	129	16
	* <i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	40	-
	* <i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	12	-
	* <i>Junonia genoveva</i> Cramer, 1782	68	-
	* <i>Lycorea halia</i> (Hübner, 1816)	6	-
	* <i>Manataria maculata</i> Hopffer, 1874	34	-
	* <i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)	28	-
	<i>Marpesia petreus</i> (Cramer, 1776)	25	-
	<i>Melinaea lilis</i> (Doubleday, 1847)	18	-
	<i>Memphis artacaena</i> (Hewitson, 1869)	20	-
	* <i>Memphis pithyusa</i> (R.Felder, 1869)	24	-
	* <i>Morpho helenor</i> Cramer, 1782	20	-
	<i>Myscelia cyaniris</i> (Doubleday)	0	-
	* <i>Opsiphanes tamarindi</i> Felder, 1861	20	-
* <i>Pareuptychia ocirrhoe</i> Fabricius, 1777	88	6	
<i>Prepona dexamenus</i> Hopffer, 1874	0	-	

	<i>*Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)	45	1
	<i>*Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	18	7
	<i>*Taygetina kerea</i> (A. Butler, 1869)	106	1
	<i>*Taygetis rufomarginata</i> Staudinger, 1888	28	-
	<i>Tegosa anieta</i> (Hewitson, 1864)	6	1
	<i>Vanessa virginiensis</i> (Drury, 1773)	1	-
	<i>Zaretis itys</i> Cramer, 1777	20	-
Pieridae	<i>*Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764)	30	-
	<i>Eurema xanthochlora</i> (Kollar, 1850)	41	-
	<i>*Melete lycinnia</i> (Cramer, 1777)	15	-
	<i>*Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)	46	2
Hesperiidae	<i>*Achlyodes busirus</i> (Cramer, 1779)	40	-
	<i>Achlyodes pallida</i> (Felder, 1869)	27	-
	<i>*Achlyodes thraso</i> (Hübner, 1819)	20	-
	<i>Anastrus sempiternus</i> (Butler & Druce, 1872)	22	-
	<i>Anthoptus epictetus</i> (Fabricius, 1793)	150	-
	<i>*Antigonus erosus</i> (Hübner, [1812])	41	-
	<i>Antigonus nearchus</i> (Latreille, [1817])	4	-
	<i>Astraptes aulus</i> (Plötz, 1881)	6	-
	<i>Astraptes talus</i> (Cramer, 1777)	27	-
	<i>Autochton zarex</i> (Hübner, 1818)	16	-
	<i>Autochton bipunctatus</i> (Gmelin, 1790)	1	-
	<i>Bungalotis midas</i> (Cramer, 1775)	16	-
	<i>Camptopleura auxo</i> (Möschler, 1878)	57	-
	<i>Carrhenes canescens</i> (Felder, 1869)	75	-
	<i>Celaenorrhinus eligiis</i> (Stoll, 1782)	54	-
	<i>*Chioides catillus</i> (Cramer, 1779)	37	-
	<i>*Xenophanes tryxus</i> (Stoll, 1780)	11	-
	<i>*Cogia calchas</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	-
	<i>Cynea anthracinus</i> (Mabille, 1877)	34	-
	<i>Ebrietas anacreon</i> (Staudinger, 1876)	1	-
	<i>*Gorgythion begga</i> (Prittowitz, 1868)	241	-
	<i>Grais stigmaticus</i> (Mabille, 1883)	28	-
	<i>Helias cama</i> Evans, 1953	27	-
	<i>Heliopetes macaira</i> (Reakirt, 1866)	5	-
	<i>*Heliopetes alana</i> (Reakirt, 1868)	5	-
	<i>*Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)	14	-
	<i>Mylon pelopidas</i> (Fabricius, 1793)	26	-
	<i>Nyctelius nyctelius</i> (Latreille, 1824)	11	-
	<i>Ocyba calathana</i> (Hewitson, 1868)	6	-
	<i>Paches loxus</i> (Westwood, 1852)	17	-
	<i>Panoquina fusina</i> (Hewitson, 1868)	2	-

	<i>Panoquina lucas</i> (Fabricius, 1793)	37	-
	<i>Pellicia dimidiata</i> Herrich-Schäffer, 1870	15	-
	<i>Perichares philetus</i> (Gmelin, 1790)	3	-
	<i>Polyctor cleta</i> (Evans, 1953)	33	-
	<i>Polythrix caunus</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	45	-
	<i>Potamanaxas melicertes</i> (Godman & Salvin, 1895)	5	-
	<i>Pseudonascus paullinae</i> (Sepp, [1842])	24	-
	<i>Pythonides proxenus</i> (Godman & Salvin, 1895)	22	-
	<i>Quadrus cerialis</i> (Stoll, 1782)	74	-
	<i>Quadrus contubernalis</i> (Mabille, 1883)	13	-
	<i>Synapte silius</i> (Latreille, [1824])	69	-
	* <i>Telegonus fulgurator</i> (Walch, 1775)	3	-
	<i>Timochares trifasciata</i> (Hewitson, 1868)	28	-
	* <i>Timochreon satyrus</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	23	-
	<i>Typhedanus undulatus</i> (Hewitson, 1867)	9	-
	<i>Urbanus belli</i> (Hayward, 1935)	7	-
	* <i>Cecropterus dorantes</i> (Stoll, 1790)	26	-
	<i>Urbanus esta</i> Evans, 1952	106	-
	<i>Urbanus proteus</i> (Linnaeus, 1758)	77	-
	* <i>Spicauda simplicius</i> (Stoll, 1790)	27	-
	<i>Spicauda teleus</i> (Hübner, 1821)	32	-
	<i>Cecropterus doryssus</i> (Swainson, 1831)	20	-
	* <i>Troyus fantasos</i> (Cramer, 1780)	29	-
	<i>Troyus tertianus</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	3	-
	* <i>Xenophanes tryxus</i> (Stoll, 1780)	49	-
Lycaenidae	<i>Araxwacus togarna</i> (Hewitson, 1867)	62	-
	<i>Brangas neora</i> (Hewitson, 1867)	56	-
	<i>Eumaeus godartii</i> (Boisduval, 1870)	22	-
	* <i>Panthiades bitias</i> (Cramer, 1779)	8	-
Riodinidae	* <i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780)	72	-
	<i>Emesis ocy pore</i> (Geyer, 1837)	44	-
	* <i>Lasaia agesilas</i> (Latreille, [1809])	2	-
	<i>Mesosemia carissima</i> H. Bates, 1866	5	-
	<i>Napaea eucharila</i> (Bates, 1867)	24	-
	<i>Nymphidium onaeum</i> Hewitson, 1869	32	-
	<i>Pirascia tyriotes</i> (Godman & Salvin, 1878)	9	-
	* <i>Synargis mycone</i> Hewitson, 1865	4	1
	<i>Theope virgilius</i> (Fabricius, 1793)	1	-
<i>Thisbe irenea</i> (Stoll, 1780)	146	-	
Papilionidae	* <i>Battus ingenuus</i> (Dyar, 1907)	2	-

	<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	4	-
	<i>Parides iphidamas</i> (Fabricius, 1793)	80	-

** Los únicos tres registros de *Caligo telamonius* para Bs-T de Costa Rica, son secuencias de bacterias endosimbiontes del género *Wolbachia*, asociadas a esta especie.

*Material suplementario 2: Número de secuencias Cox1 nuevas para Colombia (2022-2023)

Registro de estados inmaduros y plantas hospedantes

Los nichos ocupados por las mariposas presentan marcada estratificación en cuanto a condiciones de temperatura, luminosidad, viento y humedad; así, la representación de los lepidópteros diurnos está muy relacionada con las plantas hospedantes de los estados inmaduros y al mismo tiempo pueden ser indicadores de la presencia de ciertos parasitoides, depredadores, organismos mutualistas, etc. (Villalobos, 2009; Menéndez *et al.*, 2007; Hernández-Roldán *et al.*, 2016). La estrecha relación de algunas especies con ciertos taxones vegetales, permiten medir el impacto que tienen las transformaciones en la vegetación y los cambios en el uso del suelo. Se ha observado que la diversidad de mariposas es menor en zonas donde hay una alta proporción del suelo destinada a uso agrícola y algo similar sucede con suelos destinados a la ganadería, donde grandes extensiones de bosque deben ser talados, lo que afecta la idoneidad de hábitat (Gallego-López y Gallego-Roper, 2019).

En este sentido, la integración de información relacionada con estados inmaduros y plantas hospedantes dentro de los inventarios, son aportes significativos en la construcción de historias de vida de las especies y las relaciones ecológicas, en tanto que estas perspectivas complementarias contribuyen a una taxonomía más robusta e integrativa (Wheeler, 2004; Will *et al.*, 2005; Pante, 2014; Núñez *et al.*, 2022, Hebert *et al.*, 2003; Dayrat, 2005; Willmott y Lamas, 2006; Janzen *et al.*, 2009; Hinojosa *et al.*, 2022). En mariposas el uso taxonómico de formas inmaduras ha demostrado ser útil, en tanto la morfología larval e incluso las plantas nutricias son, en ciertas especies, más concluyentes que los caracteres del adulto.

En Guanacaste hay entre muchos otros, dos ejemplos significativos de este tipo. Por un lado, individuos identificados como *Telegonus 'Astraptes' fuligator* (Walchs, 1775) (Hesperiidae), cuyas orugas parecían demasiado polífagas para ser una sola especie, además de ser llamativamente polimórficas. Esto, unificado a los datos genéticos, permitió determinar que correspondían en realidad a 11 grupos diferentes. Del mismo modo se encontraron 28 especies asociadas a este anillo mimético “azul, blanco, negro” de las subfamilias Pyrginae y Hesperinae (Janzen *et al.*, 2009). El segundo caso, ejemplifica cómo la integración de barcode y caracteres larvales contribuyeron a detectar que individuos identificados como *Perichares philetus* (Gmelin, 1790), con base a patrones de coloración alar y genitales, correspondían a 4 o más especies crípticas (Burns *et al.*, 2008). Los inmaduros y las plantas nutricias parecen ofrecer, en ciertos casos, una mayor distinción de caracteres apropiados para la separación que las formas adultas. Casos de crípticismo en otros grupos de mariposas de Bs-T como los géneros *Elbella*, *Jemadia*, *Phocides*, *Parelbella*, han podido ser resueltos con la integración de estados inmaduros y taxones asociados (Janzen *et al.*, 2009; Janzen y Hallwachs, 2009; Burns *et al.*, 2008; Grishin *et al.*, 2014).

Dentro de los artículos de inventarios revisados, se filtraron especies de mariposas con información de plantas hospedantes, entendiéndose éstas, como los taxones vegetales que le proporcionan alimento al insecto en algunos de sus estados de desarrollo (DeVries, 1985;

Willmott y Freitas, 2006; Vega, 2011; Figueroa *et al.*, 2023). Para Colombia se encontraron 7 especies, 1 género y una familia completa, con registro explícito de plantas hospedantes en los documentos revisados, cuya información se detalla en la Tabla 2.

Tabla 2. Lista de las mariposas con información de taxones asociados, en inventarios de Bs-T de Colombia.

Grupo de mariposas	Taxón vegetal asociado
Familia Nymphalidae	
Subfamilia Biblidinae	Malvaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Sapindaceae (Díaz 2006; Casas-Pinilla et al., 2017; Mercado et al., 2018)
<i>Hamadryas februa</i>	<i>Dalechampia heteromorpha</i> (Euphorbiaceae) (Orozco et al., 2010)
Subfamilia Heliconiinae	Passifloraceae (Campos et al., 2011)
<i>Mechanitis polymnia</i>	<i>Solanum</i> spp. (Solanaceae), Boraginaceae, Asteraceae (Gaviria y Henao 2011; Boom-Urueta et al., 2013; Saavedra et al., 2021)
Subfamilia Satyrinae	
<i>Hermeuptychia hermes</i>	Poaceae (DeVries 1987; Orozco et al., 2010)
<i>Pareuptychia hesione</i>	Poaceae (Orozco et al., 2010)
Subfamilia Charaxinae	
<i>Zaretis</i> spp.	Salicaceae; Casearia spp. (Salicaceae) (DeVries 1987; Orozco et al., 2010; ACG web 2023)
Subfamilia Nymphalinae	
<i>Anartia amathea</i>	Acanthaceae, Verbenaceae (Orozco et al., 2010; Casas-Pinilla et al., 2017)
<i>Colobura dirce</i>	<i>Cecropia</i> spp., <i>Cecropia peltata</i> (Urticaceae) (Orozco et al., 2010; ACG web 2023)
Familia Papilionidae	Fabaceae y Aristolocheaceae (Prince-Chacón et al., 2011)
Familia Lycaenidae	
<i>Eumaeus godartii</i>	<i>Zamia encephalartoides</i> (Zamiaceae) (Casas-Pinilla et al., 2017)

De estas, *C. dirce* también registra la misma planta hospedante en Costa Rica. *E. godartii*, la única especie exclusiva de Bs-T que tiene registro de su planta hospedante en los inventarios revisados se alimenta en Costa Rica de *Zamia neurophyllidia*. Para las demás especies no hay asociación de inmaduros ni de plantas hospedantes en Costa Rica.

Registros de inmaduros de mariposas de Bs-T en Colombia incluidos en estudios integrales de taxonomía son escasos, aunque puede accederse a alguna información buscando para cada especie en los catálogos en línea como Butterflies of America (Warren *et al.*, 2023) o artículos enfocados al estudio de ciclos de vida. Recientemente, han sido registrados de forma gráfica y más específicamente con fotografías los inmaduros y algunas plantas hospedantes de 14 especies de mariposas de la Ecoreserva La Tribuna en la región del río Magdalena (Rendón-Ramírez *et al.*, 2022).

DISCUSIÓN

Actualmente en Colombia, existe un mayor número de inventarios de mariposas de Bs-T en la región Caribe, en departamentos como Córdoba, La Guajira, Sucre, Bolívar, Magdalena y en mayor proporción en el Atlántico. Es justamente esta región la que alberga el Bs-T en mejor estado de conservación, abarcando aproximadamente 6.000 ha (Rodríguez *et al.*, 2012; Pizano y García, 2014). Los demás inventarios han sido ejecutados en la región Norandina (Santander) y en el Valle geográfico del Río Cauca (Antioquia y Valle de Cauca). La ausencia de inventarios en las demás regiones podría estar relacionada con el difícil acceso de ciertas zonas, la falta de apoyo económico e institucional, e incluso la falta de capital humano disponible para el desarrollo de procesos investigativos relacionados con la entomofauna.

Los pocos registros que se tiene de plantas hospedantes y formas inmaduras obedecen a las metodologías de muestreo implementadas, las cuales se enfocan en la recolección de mariposas en estado adulto, a través de muestreo activo con red entomológica y muestreos pasivos estandarizados con trampas tipo VSR.

La mayoría de las mariposas reportadas como abundantes pertenecen a la familia Nymphalidae, como es de esperarse, no solo por ser la de mayor riqueza, sino porque la inclusión de trampas VSR en las metodologías implementadas, tiene una mayor eficacia en su captura. Adicional a ello, es usual la presencia en Bs-T de plantas de las familias Lauraceae, Sapindaceae, Passifloraceae, Asteraceae, Acanthaceae y Urticaceae, que contienen varios géneros hospedantes de esta familia de mariposas.

En ciertos estudios hay baja abundancia de individuos de la familia Lycaenidae y Hesperiiidae, lo que puede deberse a sesgos en la metodología de muestreo, por sus habilidades de vuelo y camuflaje. En licénidos su usual comportamiento hilltopping (Shields, 1967; Pe'er, *et al.*, 2004), imposibilita su captura. Sin embargo, licénidos de géneros como *Strymon*, *Arawacus*, *Calycopis*, *Chlorostyrymon*, *Lamprospilus*, *Ministrymon*, *Panthiades*, *Rekoa*, *Strymon*, y hespéridos de los géneros *Achlyodes*, *Astraptus*, *Autochton*, *Antigonus*, *Burnsius*, *Cogia*, *Heliopetes*, *Phocides*, *Urbanus*, *Spicauda*, *Troyus*, son comúnmente registrados en este tipo de ecosistemas. *Morpho rhodopteron* Godman & Salvin, 1880 es la única especie registrada como habitante de Bs-T (Henao y Gantiva 2020) catalogada en peligro (EN) en el libro rojo de invertebrados terrestres de Colombia (Amat *et al.*, 2007).

Aparentemente no se encontró relación entre la riqueza de especies, respecto al uso de diferentes cebos en las trampas. Inventarios donde fue usado únicamente banano fermentado, arrojaron riquezas similares a aquellos que diversificaron los atrayentes; sin embargo, no se analizó a detalle si hubo especies asociadas únicamente a un tipo de cebo. Una correcta técnica de recolección activa con red podría constituir la diferencia entre registrar un mayor número de especies dentro de familias como Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae o la implementación de técnicas como la de Ahrenholtz (Lamas *et al.*, 1993) para hespéridos, dado que los individuos de esta familia no son atraídos en trampas VSR.

Son marcadas las diferencias entre los enfoques y perspectivas de los inventarios de Bs-T de Colombia y Costa Rica, siendo el segundo, un país que ha monitoreado a lo largo del tiempo su biodiversidad y desde sus inicios ha incluido el proceso efectivo de cría, con la asociación de plantas hospedantes. Esto ha permitido la construcción de historias de vida de las especies y ha

contribuido a procesos de conservación, a partir del entendimiento de interrelaciones bióticas entre diferentes organismos.

Ahora bien, ninguno de los inventarios colombianos incluye en su metodología la implementación de herramientas moleculares que apoyen la identificación rápida y precisa de las especies, de ahí que sean casi nulas las secuencias de mariposas asociadas al Bs-T colombiano. El estudio más reciente llevado a cabo en estos ecosistemas, es el inventario de mariposas de la Ecoreserva La Tribuna, el cual representa el primer inventario de este grupo biológico en el Valle geográfico del río Magdalena, donde están asentados los relictos de Bs-T del Huila, Cundinamarca, Tolima y parte de Caldas; siendo pionero en la integración de códigos de barras genéticos en inventarios (FIBRAS web, 2021) al secuenciar la mayor cantidad de tejidos extraídos del material recolectado, lo que contribuye a llenar poco a poco los vacíos de información genética del país.

Estudios como los realizados en el Área de Conservación de Guanacaste (Janzen, 1986; 1988b; 2002, Janzen *et al.*, 2009) han permitido la documentación de especies, a través de la integración de técnicas moleculares de ADN, las cuales fueron precisas en la identificación de lepidópteros adultos y sus parasitoides. La integración de herramientas moleculares ha permitido además la identificación de especies crípticas inadvertidas, se han resuelto emparejamientos de machos y hembras dimórficos sexualmente, se han establecido diferencias de individuos con marcado mimetismo batesiano y mülleriano, etc. (Janzen *et al.*, 2009). Agregar códigos de barras de ADN posibilita que el inventario sea más seguro, exploratorio y con mayor fiabilidad, además de poder transmitir la información disponible en bases de datos a generaciones futuras; dicha técnica ha permitido multiplicar las identificaciones en grupos con mayor dificultad en resolución taxonómica, por ejemplo, de la familia Hesperiiidae.

El rastreo de información genética, en bases de datos en los primeros meses del año 2023 arrojó la presencia de 17.531 secuencias de origen colombiano, de múltiples organismos. Para el orden Lepidoptera, se reportaron en el portal 4.848 secuencias, lo que indica que el inventario de mariposas de La Tribuna, con sus 1.693 secuencias, equivale al 34,9% de las ya existentes para todo el orden lo que representa una contribución importante para el conocimiento de la diversidad genética de la lepidopterofauna de Bs-T.

Se ha demostrado que la integración de evidencias y aproximaciones morfológicas, genéticas, ecológicas e incluso etológicas son una de las mejores formas de fortalecer el trabajo taxonómico, cuando hay difícil resolución en complejos de especies, anillos miméticos, especies crípticas, entre otros (Holmes, 2004; Telfer *et al.*, 2015; Altamirano y Yáñez, 2016).

Así como se necesita que las colecciones se enriquezcan de ejemplares con un proceso curatorial efectivo, también las secuencias registradas en bases de datos deben presentar soportes taxonómicos confiables y fotografías óptimas, permitiendo así el cotejo y la homologación confiable (Ratnasingham y Hebert, 2007; Lim *et al.*, 2009).

Para seguir estimando la diversidad de Bs-T en Colombia, es imperante el levantamiento de información en regiones inexploradas como la Orinoquía y la región del río Patía, en tanto que los relictos allí presentes parecen estar bastante aislados, seguramente con lepidopterofauna diferente a la encontrada en las regiones ya exploradas.

Se espera que se complementen metodologías que permitan conocer las formas inmaduras y los taxones vegetales asociados, además de seguir enriqueciendo el marco de secuencias para aumentar la posibilidad de una más precisa y confiable resolución taxonómica e incrementar el número de registros por zonas geográficas, lo que permitirá la construcción de historias de vida

de mayor precisión, en este ecosistema cuyo declive es evidente y necesita acciones urgentes de conservación.

REFERENCIAS

ACG. (2019). Área de Conservación Guanacaste. Fuente de Vida y Desarrollo. <https://www.acguanacaste.ac.cr/index.php>

Altamirano, M. y Yáñez, P. (2016). El código de barras de ADN (barcoding): Una herramienta para la investigación y conservación de la diversidad biológica en el Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 23(1), 5–13. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n23.2016.01>

Amat, G., Andrade, G. y Amat, E. (Ed) (2007) Libro Rojo de los Invertebrados Terrestres de Colombia. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales- Universidad Nacional de Colombia, Conservación Internacional Colombia, Instituto Alexander von Humboldt, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Crédito Territorial. 204p

Ariza, A., Isaacs, P. y González, R. (2014). Mapa de coberturas de bosque seco tropical en Colombia (escala 1:100.000, 2.0v). Programa de Biología de la Conservación y Uso de la Biodiversidad Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Ministerio de Ambiente y Desarrollo. 1 hoja cartográfica. <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/investigacion/ariza-et-al-2014-memoria-tecnica-validacion.pdf>

Austin, G. (1992). New and additional records of Costa Rican Butterflies. *Tropical Lepidoptera* 3, 25–33.

Beati, L., Cáceres, J., Lee, J.A. y Munstermann, L. (2004). Systematic relationships among *Lutzomyia* sand flies (Diptera: Psychodidae) of Perú and Colombia based on the analysis of 12S and 28S ribosomal DNA sequences. *International Journal for Parasitology* 34 (2): 225–234. 10.1016/j.ijpara.2003.10.012

Benson, D., Karsch-Mizrachi, I., Lipman, D., Ostell, J. y Wheeler, D. (2008). Genbank. *Nucleic Acids Research*, 36(1), 25–30, <https://doi.org/10.1093/nar/gkm929>.

Boom-Urueta, C., Seña, L., Vargas, M. y Martínez, N. (2013). Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia. Boletín Científico Museo Historia Natural. Universidad de Caldas. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682013000100014

Burns, J.M., Janzen, D.H., Hajibabaei, M., Hallwachs, W. y Hebert, P.D.N. (2008). DNA barcodes and cryptic species of skipper butterflies in the genus *Perichares* in Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 6350–6355. <https://doi.org/10.1073/pnas.0712181105>

Casas-Pinilla, L., Mahecha, O., Dumar, J. y Ríos-Málaver I.C. (2017). Diversidad de mariposas en un paisaje de bosque seco tropical, en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia. (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revista de lepidopterología*. 45(177), 83–10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45550375010>

Campos-Salazar, L., Gómez-Bulla, M. y Andrade, G. (2011). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea - Papilionoidea) de las áreas circundantes a las Ciénagas del Departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc* 35. 45–60. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n134/v35n134a05.pdf>

Cayuela, L., Gálvez-Bravo, L., de Albuquerque, F., Golicher, D., González-Espinosa, M., Ramírez-Marcial, N., Rey Benayas, J., Zahawi, R., Meave, J., Benito, B., Garibaldi, C., Chan, I., Pérez Pérez, R., R. Field, R., Balvanera, P., Castillo, M., Figueroa-Rangel, B., Griffith, D., Islebe, G., D.L. Kelly, D., M. Olvera-Vargas, M., Schnitzer, S., Velazquez, E., Williams-Linera, G., Brewer, S., Camacho-Cruz, A., Coronado, I., de Jong, B., R. del Castillo, R., Granzow-de la Cerda, I., Fernández, J., Fonseca, W., Galindo-Jaimes, L., Gillespie, T., González-Rivas, B., Gordon, J., Hurtado, J., Linares, J., Letcher, S., Mangan, S., Méndez, V., Meza, V., Ochoa-Gaona, S., Peterson, C., Ruiz-Gutierrez, V., Snarr, K., Tun Dzul, F., Valdez-Hernández, M., Viergever, K., White, D., Williams, J., Bonet, F., y Zamora, R. (2012). La Red Internacional de Inventarios Forestales en Mesoamérica: avances, retos y perspectivas futuras. *Ecosistemas. Revista científica de Ecología y Medio Ambiente* 21. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/32>

Cayuela, L. y Granzow-de la Cerda, I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas. Revista científica de Ecología y Medio Ambiente*, 21. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/7>

Chediak, S.E. (2009). Monitoreo de biodiversidad y recursos naturales: ¿para qué? Colección Corredor Biológico Mesoamericano. Colección Corredor Biológico Mesoamericano México.

Contreras, A., Cuevas, C., Goyenechea, I. y Iturbe, U. (Eds.). (2007). La sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_SistBioAnimal/Irene_Mayer/CG2007Lasistematica.pdf

Cruz-Flores, D., Martínez, D., Fontenia, J. y Mancina, C. (2017). *Inventarios y estimaciones de la biodiversidad. In: Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas*. Editorial AMA.

Dayrat, B. (2005). Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*, 55(8), 407-417. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00503.x>

DeVries, P.J. (1986). The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. *The journal of research of the Lepidoptera*, 24, 290-333.

DeVries, P.J. (1987). 24 Hostplant records and natural history notes on Costa Rican butterflies (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae). Pinceton University Press. *J. Res Lepid.* 327 pp.

Dinerstein, D., Olson, D., Graham, L., Webster, S., Primm, M. y Bookbinder, G. (1995). Una evaluación del estado de conservación de las Eco-regiones terrestres de América Latina y el Caribe. Estados Unidos de América, Banco internacional de reconstrucción y fomento.

Dryflor et al., Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. (2016). Science DOI:10.1126/science.aaf5080

FIBRAS. (2021). Documento técnico Programa Apoyo a la Investigación del proyecto Fibras. Instituto Alexander von Humboldt.

Figueroa, E., León, X. y Montero, F. (2023). Ciclo de vida *Hamadryas chloe chloe* (Stoll 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae: Biblidinae) en Mocoa, Putumayo, Colombia. *Insecta Mundi*, 1-14.

Gallego-López, A. y Gallego-Ropero, M. (2019). Efecto de la matriz ganadera sobre mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en fragmentos de bosque seco, Patía (Cauca, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología*, 45 (2). <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v45n2/2665-4385-rcen-45-02-e7814.pdf>

Garwood, K., Huertas, B., Ríos-Málaver, I.C. y Jaramillo, J.G. (2021). 1 Lista de chequeo/ Checklist of Colombian Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea).

Garwood, K. y Jaramillo, J.G. (2022). Mariposas del Neotrópico Lista de chequeo - Suramérica/ Neotropical Butterflies Checklist -South America. BioButterfly Database.

Gaviria, F. y Henao, E. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-Papilionoidea) del Parque Natural Regional el Vínculo (Buga, Valle del Cauca). Boletín Científico Museo de Historia Natural. Univ. Caldas, 15(1), 115-133. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/4432>

Gómez, G., Fernández, M. y Barrionuevo, M. (2020). Ciclo de vida de *Chlosyne lacinia saundersii* (Lepidoptera: Nymphalidae) sobre *Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass. en condiciones controladas de laboratorio.

González-Carranza, Z., Berrio, J., Hooghiemstra, C., Duivenvoorden, J.F. y Behling, H. (2008). Changes of seasonally dry forest in the Colombian Patia Valley during the early and middle Holocene and the development of a dry climatic record for the northernmost Andes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 152, 1-10. 10.1016/j.revpalbo.2008.03.005

González, F., Acosta, A. y García, H. (2016). Registro de la biodiversidad del bosque seco tropical colombiano (p. 108). En: Gómez, M., Moreno, L., Andrade, G. y Rueda, C. (Eds). Biodiversidad 2015. Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. <http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/898-bio2015>

González, M., Thomas, E., Vásquez, A., Pizano, C., Medina, C., González, F., Acosta, A. y García, H. (2016). Registro de la biodiversidad del bosque seco tropical colombiano (p. 108). En: Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds). Biodiversidad 2015. Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt.

Grishin, N.V., Burns, J.M., Brockmann, E., Hallwachs, W. y Janzen, D.H. (2014). A Cryptic New *Jemadia* (Hesperiidae: Pyrginae: Pyrrhopygini) from Costa Rica and Panama with a Subtly Distinctive Combination of Blue Rays and White Bands. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 68, 232-247. <https://doi.org/10.18473/lepi.v68i4.a2>

Hebert, P., Ratnasingham, S. y Jeremy, R. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proc Biol Sci.*, 7(270), 96-99. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0025>.

Hebert, P., Penton, E., Burns, J., Janzen, D. y Hallwachs, W. (2004). Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 14812-14817. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406166101>

Hebert, P., Dewaard, J. y Landry, J.-F. (2009). DNA barcodes for 1/1000 of the animal Kingdom. *Biology Letters* 6, 359-62. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0848>

Henderson, C.L. (2002). *Field guide to the wildlife of Costa Rica*. University of Texas press.

Henderson, C.L. (2010). *Mammals, Amphibians, and Reptiles of Costa Rica: A Field Guide*. University of Texas Press.

- Hernández-Roldán, J.L., Dapporto, L., Dincă, V., Vicente, J.C., Hornett, E.A., Šíchová, J., Lukhtanov, V.A., Talavera, G. y Vila, R. (2016). Integrative analyses unveil speciation linked to host plant shift in *Spialia* butterflies. *Molecular Ecology* 25, 4267–4284. <https://doi.org/10.1111/mec.13756>
- Henao, E. (2005). Aproximación a la distribución de mariposas del departamento de Antioquia (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae: Lepidoptera) con base en zonas de vida. Boletín Universidad de Caldas. [http://vip.ucaldas.edu.co/boletincientifico/downloads/Boletin10\(10\)_15.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/boletincientifico/downloads/Boletin10(10)_15.pdf)
- Henao, E. y Gantiva, C. (2020). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) del bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. Conociendo la diversidad en un ecosistema amenazado. *Boletín Científico Museo Historia Natural. U. de Caldas*, 24 (1), 150-196. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/333>
- Hinojosa, J.C., Tóth, J.P., Monasterio, Y., Mesa, L.S., Sariat, M.G.M., Escobés, R. y Vila, R. (2022). Integrative Taxonomy Reveals a New *Melitaea* (Lepidoptera: Nymphalidae) Species Widely Distributed in the Iberian Peninsula. *Insect Systematics and Diversity*, 6, 1–9. <https://doi.org/10.1093/isd/ixac004>
- Hoekstra, J.M., Boucher, T.M., Ricketts, T.H. y Roberts, C. (2005). Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, 8, 23–29. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x>
- Holdridge, I., Grenke, W., Hatheway, W., Liang, L. y Tosi, J. (1971). Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida*. SIICA.
- Holmes, B. (2004). Barcode me. *New Sci.* 182, 32–35. https://www.researchgate.net/publication/294643377_Barcode_me
- Hurlbert, S.H. (1971). The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters. *Ecology*, 52, 577–586. <https://doi.org/10.2307/1934145>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2008). *Mapa de suelos de Colombia*. IGAC.
- INBio (1997). National Biodiversity Institute. <http://www.inbio.eas.ualberta.ca/en/default.html>
- Jaksic, F. y Morone, L. (2007). *Ecología de comunidades, segunda edición (ampliada)*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Janzen, D. H. (1986). *Guanacaste National Park: Tropical ecological and cultural restoration*. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Janzen, D. H. (1988a). *Guanacaste National Park: Tropical ecological and biocultural restoration*. In J. J. Cairns (Ed.), *Rehabilitating damaged ecosystems*, Vol. II (pp. 143–192). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Janzen, D. H. (1988b). Ecological Characterization of a Costa Rican Dry Forest Caterpillar Fauna. *Biotropica*, 20(2), 120–135. <https://doi.org/10.2307/2388184>
- Janzen, D. H. (1991). How to save tropical biodiversity. *American Entomologist*, 37, 159–171. <https://doi.org/10.1093/ae/37.3.159>
- Janzen, D. H., y Hallwachs, W. (1992a). Costa Rica's national biodiversity inventory: the role of the

parataxonomists and the experiences of the first two parataxonomist training courses, 1989 and 1990 (Final report to US/AID), 42 pp.

Janzen, D. H., y Hallwachs, W. (1992b). Training parataxonomists for Costa Rica's national biodiversity inventory: the experiences of the first predominantly female course (1992). Final report to INBio and US-AID, 45 pp.

Janzen, D. H. (1993). Taxonomy: universal and essential infrastructure for development and management of tropical wildland biodiversity. In Proceedings of the Norway/UNEP Expert Conference on Biodiversity, Trondheim, Norway, O. T. Sandlund and P. J. Schei, eds., NINA, Trondheim, Norway, pp. 100-11

Janzen, D. H. (1998). Conservation Analysis of the Santa Elena property, Peninsula Santa Elena, northwestern Costa Rica. Submitted to the Government of Costa Rica. 60 pages without images and their captions. <http://copa.acguanacaste.ac.cr:8080/handle/11606/353>

Janzen, D. H. (2002). *Tropical dry forest: Area de Conservación Guanacaste, Northwestern Costa Rica*. In M. R. Perrow y A. J. Davy (Eds.), *Handbook of ecological restoration, Volume 2, Restoration in practice* (pp. 559–583). Cambridge University Press.

Janzen, D.H. (2004). Setting up tropical biodiversity for conservation through non-damaging use: participation by parataxonomists. *Journal of Applied Ecology*, 41, 181-187. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2004.00879.x>

Janzen, D.H., Hallwachs, W., Blandin, P., Burns, J.M., Cadiou, J.M., Chacon, I., Dapkey, T., Deans, A.R., Epstein, M.E., Espinoza, B., Franclemont, J.G., Haber, W.A., Hajibabaei, M., Hall, J.P.W., Hebert, P.D.N., Gauld, I.D., Harvey, D.J., Hausmann, A., Kitching, I.J., Lafontaine, D., Landry, J.-F., Lemaire, C., Miller, J.Y., Miller, J.S., Miller, L., Miller, S.E., Montero, J., Munroe, E., Green, S.R., Ratnasingham, S., Rawlins, J.E., Robbins, R.K., Rodriguez, J.J., Rougerie, R., Sharkey, M.J., Smith, M.A., Solis, M.A., Sullivan, J.B., Thiaucourt, P., Wahl, D.B., Weller, S.J., Whitfield, J.B., Willmott, K.R., Wood, D.M., Woodley, N.E. y Wilson, J.J. (2009). Integration of DNA barcoding into an ongoing inventory of complex tropical biodiversity. *Molecular Ecology Resources* 9, 1–26. <https://doi.org/10.1111/j.1755-0998.2009.02628.x>

Janzen, D.H. y Hallwachs, W. (2013). Dynamic database for an inventory of the macrocaterpillar fauna, and its food plants and parasitoids, of Area de Conservación Guanacaste (ACG), Northwestern Costa Rica.

Janzen, D. H., y Hallwachs, W. (2016). DNA barcoding the Lepidoptera inventory of a large complex tropical conserved wildland, Area de Conservación Guanacaste, Northwestern Costa Rica. *Genome*, 59, 641–660. 10.1139/gen-2016-0005

Janzen, D.H. y Hallwachs, W. (2019). Perspective: Where might be many tropical insects? *Biological Conservation*, 233, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.02.030>

Janzen, D.H. y Hallwachs, W. (2020). Área de Conservación Guanacaste, Northwestern Costa Rica: Converting a tropical national park to conservation via biodevelopment. *Biotropica*, 52, 1017–1029. <https://doi.org/10.1111/btp.12755>

Lamas, G., Mielke, O. y Robbins, R. K. (1993). The Ahrenholz technique for attracting tropical skippers (Hesperiidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*. 47 (1):80–82.

Lim, J., Kim, S.-Y., Kim, S., Eo, H.-S., Kim, C.-B., Paek, W., Kim, W. y Bhak, J. (2009). BioBarcode: A general DNA barcoding database and server platform for Asian biodiversity resources. *BMC genomics*, 10(3), S8. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-S3-S8>

Maas, J.M., Balvanera, P., Castillo, A., Daily, G.C., Mooney, H.A., Ehrlich, P., Quesada, M., Miranda, A., Jaramillo, V.J., García, F., Martínez, A., Cotler, H., López-Blanco, J., Pérez-Jiménez, J.A., Búrquez, A., Tinoco, C., Ceballos, G., Barraza, L., Ayala, R. y Sarukhán, J. (2005). Ecosystem services of tropical dry forests: insights from long-term ecological and social research on the Pacific Coast of Mexico. *Ecology and Society*, 10. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/5>

MADS- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa Nacional para la Gestión Integral del Bosque Seco en Colombia (PGIBS). (2019).

McCain, C. y Grytnes, J. (2010). Elevational Gradients in Species Richness. *Encyclopedia of Life Sciences*, 1--10. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022548>

Medina, E. (1995). Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. In: *Seasonally Dry Tropical Forests.*, pp. 221–242.

Menéndez, R., González, A., Collingham, Y., Fox, R., Roy, D., Ohlemüller, R. y Thomas, C. (2007). Efectos directos e indirectos de los factores climáticos y hábitat en la diversidad de mariposas. *Ecología*, 88, 605–611. <https://doi.org/10.1890/06-0539>

Mercado, Y., Mercado, J. y Giraldo, C. (2018). Mariposas en un fragmento de bosque seco tropical en Montes de María (Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 9(2). https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/7595

Miles, L., Newton, A., DeFries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Kapos, V. y Gordon, J. (2006). A Global Overview of the conservation Status of Tropical Dry Forests. *Journal of Biogeography*, 33, 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>

Montero, F., Moreno, M. y Gutiérrez, L. (2009). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de Bosque Seco Tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Las Mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) del Lago el Cisne. Barranquilla Atlántico. Memorias de II Conversatorio Regional de Investigaciones Biológicas. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682009000200013

Moreno, G. y Acuña, J.C. (2015) Caracterización de Lepidópteros diurnos en dos sectores del Santuario de Flora y Fauna Los Flamencos (San Lorenzo de Camarones, La Guajira). *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 19, 221–234. 10.17151/bccm.2015.19.1.16

Morrone, J. (2013). Sistemática. Fundamentos, métodos, aplicaciones. Facultad de Ciencias, 1ª edición. México. UNAM, 508. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322032818015>

Morrone, J. (2016). El lenguaje de la cladística. Universidad Autónoma de México. Departamento de Biología. Primera edición 2000. https://www.academia.edu/2306789/El_lenguaje_de_la_clad%C3%ADstica

Murphy, P. G., y Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dryforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67–88. 10.1146/annurev.es.17.110186.000435

Neita, J.C., Orozco, J. y Medina, C. (2018). Description of a new species of *Coelosis* Hope from Guajira Peninsula, northern Colombia (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae, Oryctini). *ZooKeys*. <https://zookeys.pensoft.net/article/22273/>

- Núñez, R., Willmott, K.R., Álvarez, Y., Genaro, J.A., Pérez-Asso, A.R., Quejereta, M., Turner, T., Miller, J.Y., Brévignon, C., Lamas, G. y Hausmann, A. (2022). Integrative taxonomy clarifies species limits in the hitherto monotypic passion-vine butterfly genera *Agraulis* and *Dryas* (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae). *Systematic Entomology*, 47, 152–178. <https://doi.org/10.1111/syen.12523>
- Orozco, S., Muriel, S. y Palacio, J. (2010). Diversidad de lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del Occidente antioqueño. *Actualidades Biológicas*, 81(90) <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/4727>
- Pante, E., Schoelinc, C. y Puillandre, N. (2014) From Integrative Taxonomy to Species Description: One Step Beyond. *Systematic Biology*, 64, 152–160. <https://doi.org/10.1093/sysbio/syu083>
- Pe'er, G., Saltz, D., Thulke, H. y Motro, U. (2004). Response to topography in a hilltopping butterfly and implications for modelling nonrandom dispersal. *Animal Behaviour*, 68(4), 825–839.
- Pizano, C. y García, H. (Editores). (2014). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, DC, Colombia. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9333>.
- Prince-Chacón, S., Vargas, M.A., Salazar, J. y Martínez, N. (2013). 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 (S.E.A.) http://seaentomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN_48/243252BSEA48MariposasColombia.pdf
- Quesada, R. (2007). *Los Bosques de Costa Rica*. Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica Cartago.
- Raigoso, M. (2020). Ciclo de vida de tres especies de Heliconiinae Lepidoptera desarrolladas en especies cultivadas de *Passiflora* Passifloraceae en el campus de Utopía en Yopal. Universidad de la Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/94/>
- Rangel, O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 39, 176–200. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>
- Ratnasingham, S. y Hebert, P.D.N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System. *Molecular Ecology Notes*, 7, 355–364. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
- Rendón-Ramírez, A., Cabrera Y., Morea, N., Dussán, K. (2022). Observaciones Biológicas inmaduros en cría Orden Lepidoptera, Bosque Seco Tropical. Ecoreserva La Tribuna, Neiva-Huila. Repositorio Institucional de documentación científica. IAvH.
- Rocha, J., Almeida, J., Lins, G. y Durval, A. (2011). Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. *Holos Environment*. 10. 10.14295/holos.v102.2996
- Rodríguez, G., Banda, K., Estupiñán, A.C. y Reyes, S. (2017). Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Revista Biota Colombiana*. 13(2). <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32872>
- Rosenzweig, M. (1995). *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press.

Saavedra, N., Osorio, D. y Kattan, G. (2022). Mariposas Ithomiini (Nymphalidae) en un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 23(1), e1002. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/1002>.

Sanjit, L., y Bhatt, D. (2005). How relevant are the concepts of species diversity and species richness? *Journal of Biosciences*, 30(5), 557–560. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02703552>

Santacruz, P.G., Despland, E. y Giraldo, C.E. (2019). Ciclo de vida y enemigos naturales de *Mechanitis menapis* (Lepidoptera: Ithomiini). *Revista de Biología Tropical*, 67. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442019000601488

Shields, O. (1967). Hilltopping. An ecological study of summit congregation behavior of butterflies on a southern California hill. *Journal of Research on the Lepidoptera* 6: 69–178.

Sperling, F. y Roe, A. (2009). Molecular Dimensions of Insect Taxonomy. <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch16>

Telfer, A., Young, M., Quinn, J., Perez, K., Sobel, C., Sones, J., Levesque-Beaudin, V., Derbyshire, R., Fernandez-Triana, J., Rougerie, R., Thevanayagam, A., Boskovic, A., Borisenko, A., Cadel, A., Brown, A., Anais, P., Castillo, A., Nicolai, A., Mockford, B. y Dewaard, J. (2015). Biodiversity inventories in high gear: DNA barcoding facilitates a rapid biotic survey of a temperate nature reserve. *Biodiversity Data Journal*, 3. <https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e6313>

Torres, M., Barros, M., Campos, S., Pinto, E., Rajamani, S., Sayre, T. y Colepico, P. (2008). Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 71, 1–15. 10.1016/j.ecoenv.2008.05.009

Vargas-Zapata, M., Martínez, N., Gutiérrez, L. y Prince-Chacón, S. (2011). (Riqueza y abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea (Lepidoptera) en la reserva natural Las Delicias, Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1), http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000100003

Vera, G. (2011). Guía de plantas hospederas para mariposarios. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. <https://books.google.co.cr/books?id=pjzO-woTLzkC>

Villalobos, A. (2009). Mariposas de la familia Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) de un bosque seco tropical en la cuenca del río Playonero, Santander, Colombia. *Rev. Chilena Infectol*, 44(Apéndice 1), 33–71. <https://www.biotaxa.org/rce/article/view/62277>

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. y Umaña, A.M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Segunda edición). Programa de Inventarios de Biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Warren, A., Davis, K., Stageland, E., Pelham, J. y Grishin N. (2013). Illustrated List of American Butterflies. <http://www.butterfliesofamerica.com/>

Wheeler Q., Raven P., y Wilson E. (2004). Taxonomy: Impediment or expedient? *Revista Science*, 303(5656). <https://www.science.org/doi/10.1126/science.303.5656.285>

Will, K. W., Mishler, B. D., y Wheeler, Q. D. (2005). The perils of DNA barcoding and the need for integrative taxonomy. *Systematic biology*, 54(5), 844–851. <https://doi.org/10.1080/10635150500354878>

Willmott, K.R. y Lamas, G. (2006). A phylogenetic reassessment of *Hyalenna* Forbes and *Dircenna* Doubleday, with a revision of *Hyalenna* (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae). *Systematic Entomology*, 31, 419–468. [10.1111/j.1365-3113.2006.00319.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2006.00319.x)

Young, A.M. (1974). On the biology of *Hamadryas februa* (Lepidoptera: Nymphalidae) in Guanacaste, Costa Rica. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 76, 380–393. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1974.tb01897.x>

Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J. y Jiang, G. (2008). Biomonitoring: an appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Anal Chim Acta*, 606, 135-150. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18082645/>

CAPÍTULO 2.

Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) en un paisaje de Bosque Seco Tropical en Neiva-Huila

2.1 Resumen

Se estableció la composición y se analizó la diversidad de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a tres coberturas con diferentes estados de intervención. Se recolectaron 2.370 individuos con una completitud del muestreo de 71,1%. Usando criterios taxonómicos morfológicos, se identificaron 198 especies, distribuidas en 142 géneros, 19 subfamilias y 6 familias. La Tribuna, cobertura de bosque conservado, presentó la mayor diversidad en contraste con San Francisco, zona destinada a la explotación de hidrocarburos, que registró los valores más bajos de diversidad. La familia con mayor riqueza fue Nymphalidae con 89 especies, seguida por HesperIIDae con 43. En conjunto, la riqueza registrada para las familias Nymphalidae y HesperIIDae representaron el 66,5% de la riqueza total. En las familias Riodinidae, Pieridae y Lycaenidae se registraron respectivamente 24, 17 y 17 especies. La familia con menos representatividad fue Papilionidae, con 8 especies. En La Tribuna y Chaparral, las especies dominantes fueron *Nica flavilla*, *Dynamine postverta*, *Taygetina kerea*, *Hamadryas amphinome* y *Melanis electron*, y en San Francisco, *Heliconius sara*.

La Tribuna fue el sitio con mayor diversidad alfa, presentando la mayor riqueza de especies, un valor alto de especies abundantes, y un valor un poco más bajo de especies dominantes en comparación con los otros sitios. El sitio con menos diversidad alfa fue San Francisco, presentando menos riqueza de especies, menos especies abundantes y dominantes. En cuanto a la diversidad beta, San Francisco fue el más diferente frente a la composición de especies, presentando una disimilitud de cerca del 70%. Para Chaparral y La Tribuna, las comunidades de Papilionoidea se comparten en un 65%, lo que evidencia que hay dos comunidades: La Tribuna – Chaparral, y la comunidad de San Francisco.

Palabras clave: Inventarios, biodiversidad, ecoreserva.

Butterfly diversity (Lepidoptera: Papilionoidea) in a dry forest landscape at Neiva-Huila

Abstract

The composition was established and the diversity of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) associated with three coverages with different states of intervention was analyzed. A total of 2,370 individuals were collected, with a sampling completeness of 71,1%. Using morphological taxonomic criteria, 198 species were identified, distributed in 142 genera, 19 subfamilies, and 6 families. La Tribuna, a conserved forest cover, had the highest diversity, in contrast to San Francisco, an area intended for hydrocarbon exploitation, which recorded the lowest diversity values. The family with the greatest richness was Nymphalidae with 89 species, followed by Hesperidae with 43. Together, the richness recorded for the Nymphalidae and Hesperidae families represented 66,5% of the total richness. In the Riodinidae, Pieridae, and Lycaenidae families, 24, 17, and 17 species were respectively recorded. The family with the least representation was Papilionidae, with 8 species. In La Tribuna and Chaparral, the dominant species were *Nica flavilla*, *Dynamine postverta*, *Taygetina kerea*, *Hamadryas amphinome*, and *Melanis electra*, and in San Francisco, *Heliconius sara*.

La Tribuna was the site with the highest alpha diversity, presenting the highest species richness, a high value of abundant species, and a slightly lower value of dominant species compared to other sites. The site with the least alpha diversity was San Francisco, presenting less species richness, fewer abundant and dominant species. Regarding beta diversity, San Francisco was the most different in terms of species composition, presenting a dissimilarity of about 70%. For Chaparral and La Tribuna, the Papilionoidea communities share 65%, which shows that there are two communities: La Tribuna – Chaparral, and the San Francisco community.

Key words: Inventories, biodiversity, ecoreserve

2.2 Introducción

A nivel global hay una preocupación latente por las alarmantes cifras de pérdida de diversidad biológica, en tanto que recientes estudios apuntan al hecho de estar a puertas de una sexta extinción masiva (Kolbert, 2014; Raven & Wagner, 2021), que se viene gestando desde hace unos 540 millones de años, fecha a partir de la cual se registran pérdidas del 75% de las especies estimadas (Barnosky et al., 2011; Cowie et al., 2022). Son múltiples los factores que convergen para desencadenar esta situación, pero sin duda la presión antrópica es una de las principales causas (Alroy, 2008; Thomas, 2017).

Uno de los ecosistemas que más se ha visto afectado es el Bosque Seco Tropical (Bs-T) al cual no solo le subyace la problemática evidente de deterioro y pérdida de cobertura (Rodríguez et al., 2015; González et al., 2016), sino también un desconocimiento profundo de los organismos asociados. En Colombia la comprensión de este ecosistema es aún incipiente, con relativamente pocas investigaciones en los relictos vigentes, lo que convoca a un mayor estudio de su biodiversidad.

Las mariposas están dentro del Orden Lepidoptera, el segundo más grande dentro de la clase Insecta, que cuenta con aproximadamente 158.430 especies descritas (Zhang, 2013), de las cuales las mariposas representan poco más del 11.8%, con unas 18.768 especies (Van Nieukerken et al., 2011; Minter et al., 2021). Pese a la alta diversidad de la zona tropical, que constituye casi el 90%, se conoce mucho más de su taxonomía y ecología en zonas templadas o lo que sugiere la necesidad de avanzar en el estudio de mariposas tropicales, lo que permitirá comprender aspectos evolutivos, biogeográficos y ecológicos para la conservación (McCain & Grytnes, 2010).

El objetivo del presente estudio fue estimar la estructura y la diversidad de mariposas de la Ecoreserva La Tribuna, un relicto de Bosque Seco Tropical al norte de Neiva, Huila, en la región del río Magdalena, comparando 3 coberturas con diferentes grados de uso e intervención antrópica.

2.3 Métodos

2.3.1 Unidades de muestreo y métodos de captura

El monitoreo comprendió 8 muestreos con frecuencia mensual, iniciando el 24 de junio de 2021 y culminando el 05 de febrero de 2022. Cada muestreo constó de 3 días por cobertura y de un equipo de 3 personas con una intensidad efectiva de muestreo de 48 horas/hombre y 576 horas/trampa. En cada una de las tres coberturas contrastantes (Chaparral, La Tribuna y San Francisco), se diseñaron transectos lineales de aproximadamente 200m de largo, sobre los cuales se definieron puntos estratégicos para la ubicación de trampas *Van Someren-Rydon* (VSR) (Ver Figura 2.1) El número y ubicación de trampas se determinó usando la metodología de Marín et al. (2009).

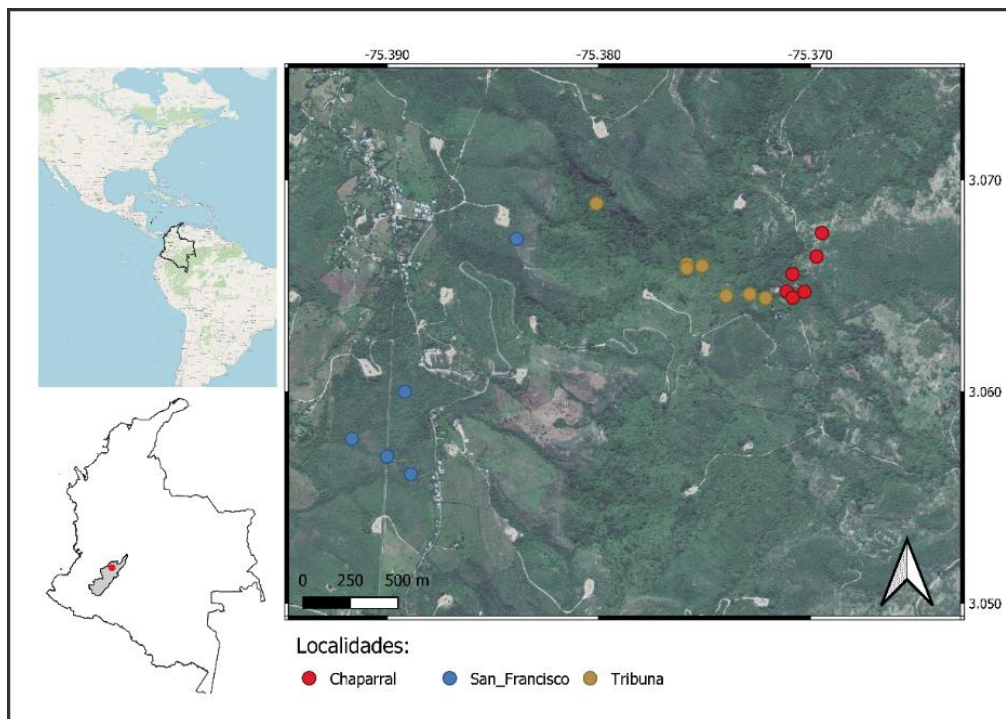


Figura 2.1.

Ubicación geográfica de las unidades de muestreo al interior de la Ecoreserva La Tribuna.

A lo largo de los transectos hubo recolección manual de inmaduros, se usó esponja impregnada de orina humana como atrayente y se realizó jameo con red entomológica, durante 120 minutos al día. Las trampas VSR fueron cebadas alternadamente con pescado de río podrido y con fruta

fermentada (piña, banano, papaya y cerveza), ubicadas a alturas variables entre 1.5m y 3m. La recolecta y revisión de las trampas se hizo en horas de la mañana y en la tarde (entre las 9:00-12:00 y 13:30-16:30 horas), con el fin de coleccionar también mariposas de hábitos crepusculares, siguiendo la metodología de Marín et al. (2009). Los adultos se inmovilizaron con presión digital torácica o inyección de etanol en las de mayor tamaño. Posteriormente se guardaron en sobres de papel mantequilla, rotulados con información de georreferenciación, hora de captura, código de unidad de muestreo y fecha. Algunos inmaduros fueron recolectados y llevados a un lugar de cría, hasta llegar a su etapa adulta.

2.3.2 Procesamiento e identificación taxonómica

El material recolectado fue separado y organizado en el Laboratorio de Sistemática Molecular de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. El montaje, la curaduría y el etiquetado se llevaron a cabo en el *Museo Entomológico Francisco Luis Gallego*, de la misma dependencia universitaria. Se utilizó literatura especializada para la identificación, como los catálogos de D' Abrera (1994, 2001); LeCrom et al. (2002, 2004); Butterflies of America (Warren et al., 2013); Garwood & Jaramillo (2022) y consulta con expertos. Cada individuo, quedó asociado a una plantilla a bases de datos formato *DarwinCore*.

Colección de depósito

166 especímenes fueron depositados en la Colección Entomológica del *Instituto Alexander von Humboldt*, asociados al código (IAvH)-E en el Registro Nacional de Colecciones Biológicas 003; todos montados en alfiler entomológico. Los restantes, especímenes se depositaron en el *Museo Entomológico Francisco Luis Gallego*, bajo el código (MEFLG) en el Registro Nacional de Colecciones Biológicas 008, donde se priorizó el montaje de uno o dos individuos por especie. Aquellos que quedaron en sobres, se asociaron a sus respectivos rótulos de localidad, identificación y número de catálogo.

2.3.3 Análisis estadístico

Debido a que hubo una diferencia en los esfuerzos de muestreo empleados en cada localidad, se seleccionaron de forma aleatoria 2 transectos lineales (TR) y 4 trampas VSR por cada sitio. De esta manera se aseguró que el esfuerzo de muestreo fuera equivalente y comparable entre todos los sitios.

Diversidad alfa

Para cada uno de los tres sitios muestreados (Ver Figura 2.1), se calcularon los números de diversidad de Hill (1973), (q_0 =riqueza, q_1 = índice exponencial de Shannon y q_2 = índice inverso de Simpson), permitiendo representar los valores de diversidad como número efectivo de especies (Bautista-Plazas, 2020; Hsieh, et al., 2016a). Lo anterior resulta en una medida intuitiva y estadísticamente rigurosa, que permite comparar fácilmente la diversidad entre diferentes sitios de interés. Para ello se empleó la función (iNEXT) del paquete (iNEXT) del software R versión 4.2.3 (Hsieh, et al., 2016b). El valor q_0 proporcionó la riqueza estimada y la riqueza real; q_1 el número efectivo de especies comunes en un sitio y q_2 el valor de diversidad de Simpson (Hsieh et al., 2016a). Se creó una curva de rarefacción con ayuda de la función `ggiNEXT` de paquete `iNEXT` con el fin de verificar la suficiencia del muestreo (Hsieh et al., 2016b).

Diversidad beta

Se realizó un *dendrograma* empleando el índice de *disimilaridad* de Bray-Curtis, el cual mide las diferencias en abundancia de los taxones que componen las muestras e ignora los casos en los cuales el taxón está ausente en ambas muestras. Para realizar este análisis se empleó la función `vegdist` del paquete `vegan` 2.5-6 del software R versión 4.2.3 (Dixon, 2003; Oksanen et al., 2018).

Rango Abundancia o dominancia de abundancia

Los gráficos de dominancia de abundancia (RAD) muestran el logaritmo de las abundancias de las especies contra un orden de clasificación de especies. Se empleó la función `rankabundance` para crear las curvas de abundancia, y la función `rankabunplot` para graficarlas. A través de la función `radfit` se ajustó la distribución de abundancias a uno de 5 modelos de abundancia:

brokenstick, *preemption*, *log-Normal*, *Zipf* y *Zipf-Mandelbrot*. Todas las funciones fueron usadas con ayuda de la librería *vegan* (Dixon, 2003). Cada uno de estos modelos tiene un significado biológico, sobre las características del hábitat y la disponibilidad de recursos en el ambiente (Vonesh, 1998).

2.4 Resultados

2.4.1 Estimativos de diversidad

Representatividad y esfuerzo de muestreo

La curva de rarefacción indica que el muestreo no fue del todo suficiente, pues no alcanzan una asíntota. La curva de extrapolación muestra que Chaparral y La Tribuna estuvieron cerca de la asíntota. No obstante, San Francisco estuvo algo más alejado de la asíntota. Según la relación entre riqueza observada versus la predicha (Ver Figura 2.2) en San Francisco se registró un 61% (79/129) de mariposas. Mientras que para La Tribuna y Chaparral se registró respectivamente el 77,7% (154/198) y el 74,8% (125/167). Aun así, se considera que el muestreo tuvo una buena representatividad de la lepidopterofauna presente en el área de muestreo.

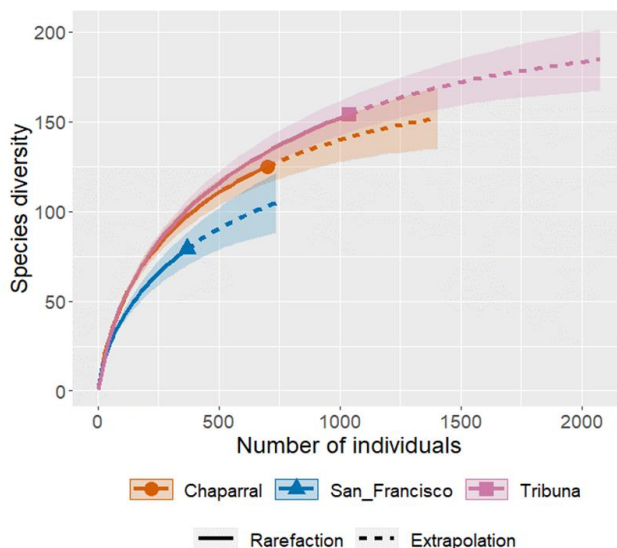


Figura 2.2.

Representatividad del muestreo.

Nota. En el eje X se registra el número de individuos recolectados y en el eje Y el porcentaje de muestra cubierta. Basado en método bootstrap de 200 iteraciones e intervalos de confianza 0.95.

Composición y estructura

Se recolectaron en total 2.370 individuos adultos de mariposas. La cobertura con mayor número de individuos fue La Tribuna (1.192), seguida por Chaparral (702) y por último San Francisco (476). Estos, se distribuyeron en 198 especies diferentes, 6 familias y 19 subfamilias. La familia con mayor riqueza de especies fue Nymphalidae, con 89 especies, de 8 subfamilias diferentes. La riqueza reportada para la familia Nymphalidae representó el 44,7% de toda la riqueza de mariposas registrada en esta investigación. La familia Hesperiiidae fue la segunda familia con mayor riqueza, con 43 especies, pertenecientes a 4 subfamilias diferentes. La riqueza reportada para la familia Hesperiiidae representó el 22% de toda la riqueza de mariposas registrada en esta investigación. En conjunto, la riqueza registrada para las familias Nymphalidae y Hesperiiidae representó el 66,5% de la riqueza total. Riodinidae registró 22 especies. En las familias Pieridae y Lycaenidae se registraron 17 especies para cada una. La familia con menos representatividad de especies fue Papilionidae, en la cual sólo se registraron 8 especies.

Material suplementario 3: Abundancia de especies registradas en cada cobertura.

Material suplementario 4: Categorías taxonómicas de las mariposas de la Ecoreserva La Tribuna.

En cuanto a las subfamilias, hubo 4 con una representatividad singularmente alta. En la familia Nymphalidae las dos subfamilias con mayor registro de especies fueron Biblidinae y Satyrinae, con 19 y 21 especies respectivamente. En la familia Hesperiiidae la subfamilia más representativa fue Pyrginae, con 19 especies y en la familia Riodinidae la subfamilia Riodininae, en la cual se registraron 22 especies. En conjunto estas subfamilias contenían el 41,2% de toda la riqueza observada. Las otras subfamilias registraron 15 especies o menos (Ver Figura 2.3ab).

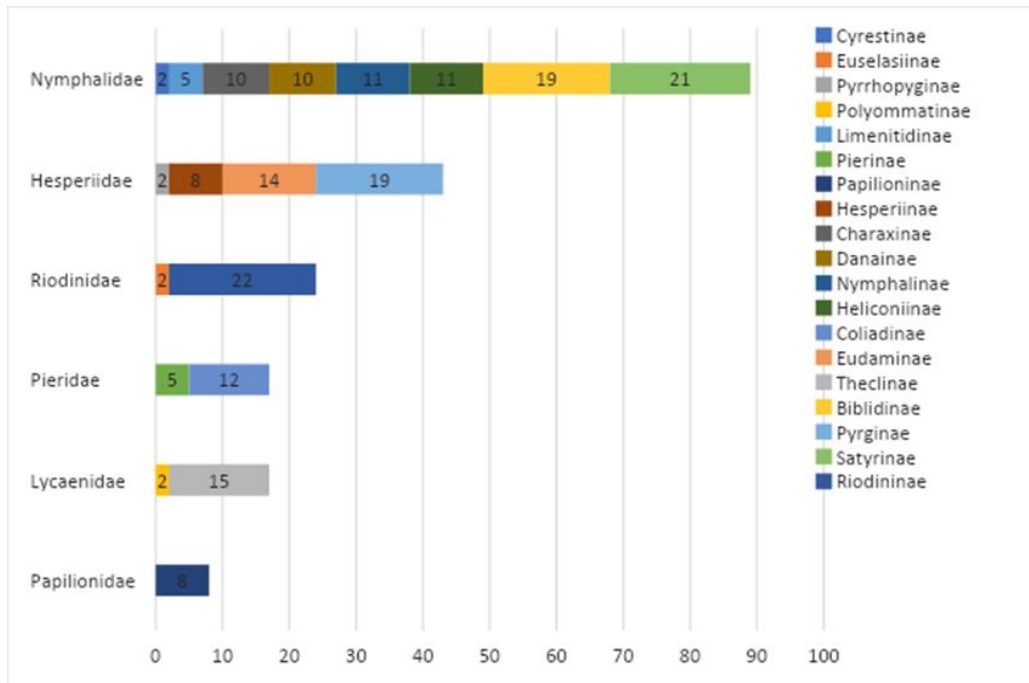


Figura 2.3a

Representatividad de familias y subfamilias de mariposas registradas.

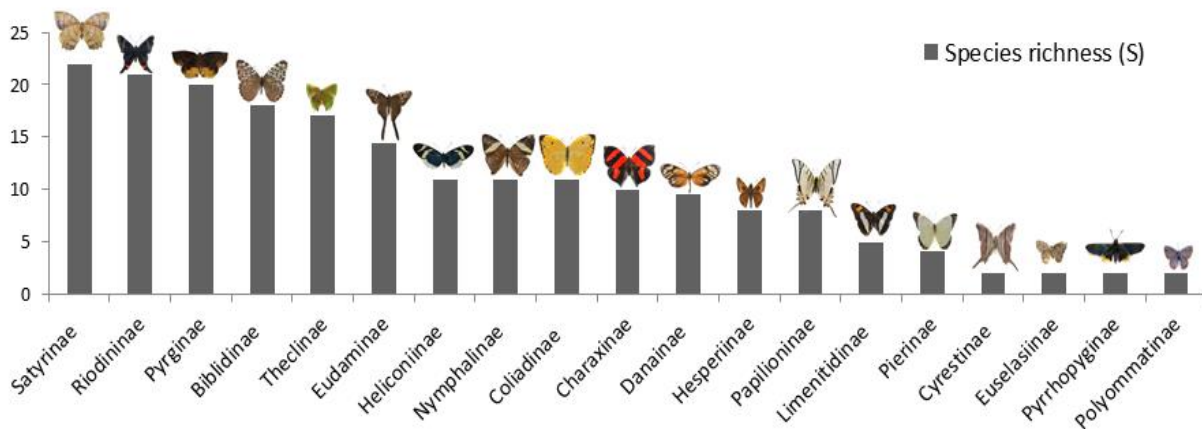


Figura 2.3b

Representatividad de subfamilias de mariposas registradas.

Diversidad alfa

Se midieron tres índices para describir la diversidad alfa en el área de estudio, conocidos como los tres números de Hill (1973), (Ver Figura 2.4). Primero, se midió la riqueza (q_0), la cual estima la riqueza real de cada uno de los sitios muestreados. Se encontró que el sitio con mayor q_0 fue La Tribuna, en donde se estimó una riqueza de 198 especies, frente a una riqueza observada de 154 especies. Chaparral fue el siguiente sitio de valor alto, con una riqueza de 167 especies, frente a 125 especies observadas. Finalmente, San Francisco fue el sitio con menor riqueza, estimándose una riqueza de 129 especies, frente a 79 especies observadas. Según los valores estimados frente a los esperados se registró el 77,7%, 74,8% y 61,2% de esta lepidopterofauna en los sitios de La Tribuna, Chaparral, y San Francisco respectivamente.

En cuanto a la diversidad de Shannon (q_1), el sitio que presentó un mayor valor de diversidad fue Chaparral, con 63 especies abundantes. Sin embargo, La Tribuna tuvo un número de 62 especies abundantes estimadas, un valor muy similar al obtenido para Chaparral. San Francisco tuvo 45 especies abundantes, siendo menor al valor observado en los otros 2 sitios.

Por último, se determinó la diversidad de Simpson (q_2). Para este índice los 3 sitios presentaron un número de especies dominantes similar, aunque fue un poco mayor en Chaparral en comparación con los otros dos sitios, presentando 27 especies dominantes. mientras que La Tribuna y San Francisco presentaron 23 y 24 especies respectivamente.

Los resultados muestran que La Tribuna es el sitio con mayor diversidad alfa; presentando la mayor riqueza de especies, un valor alto de especies abundantes, y un valor un poco más bajo de especies dominantes en comparación con los otros sitios. Igualmente, Chaparral es un sitio con una alta diversidad alfa; presentando la segunda riqueza mayor y un valor de especies abundantes muy similar a La Tribuna, pero teniendo el mayor registro de las localidades en cuanto a especies dominantes. Por último, el sitio con menos diversidad alfa fue San Francisco, presentando menos riqueza de especies, menos especies abundantes y dominantes.

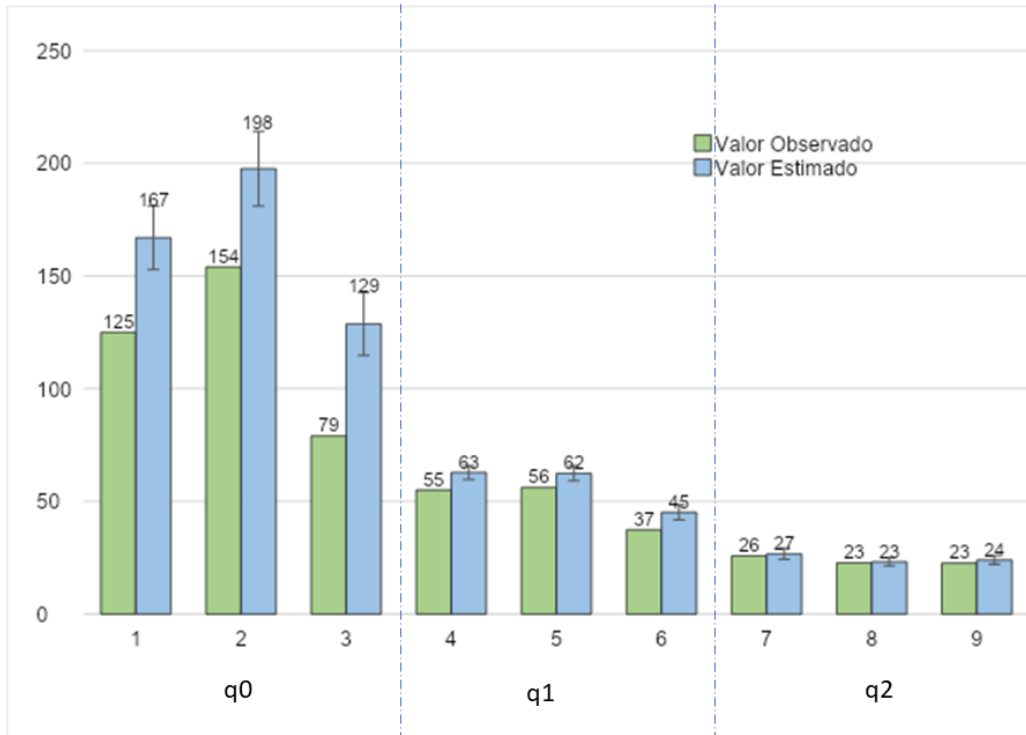


Figura 2.4.
Índices de diversidad alfa para los sitios de muestreo

Diversidad beta

El análisis de disimilaridad de Bray Curtis mostró que San Francisco fue el más diferente frente a la composición de especies; presentando una disimilitud de cerca del 70%. Los sitios de Chaparral y La Tribuna tuvieron pocas diferencias en su composición en comparación. Según los resultados apenas se diferencian en un 35%, es decir que sus comunidades de Papilionoidea se comparten en un 65%, es decir, son bastante similares, mientras que San Francisco se diferencia enormemente de estos dos (Ver figura 2.5). Esto muestra que parece haber dos comunidades de mariposas en el área de estudio, comunidad La Tribuna – Chaparral, y comunidad de San Francisco.

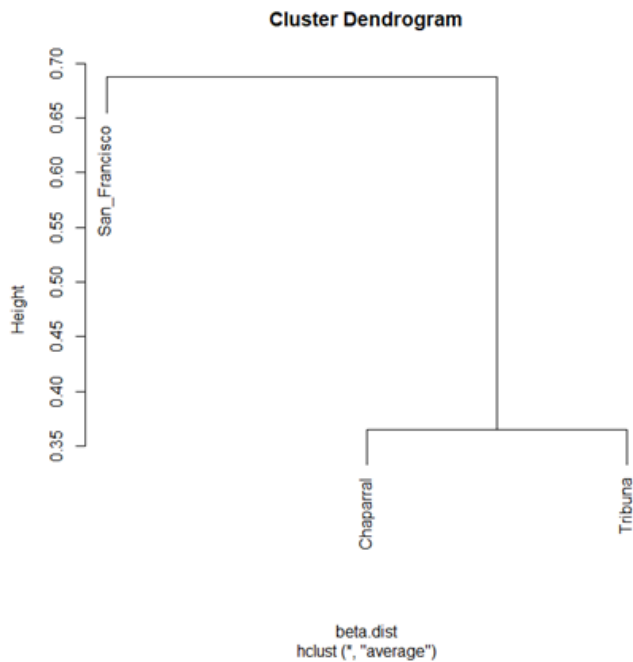


Figura 2.5.

Dendrograma entre las tres coberturas muestreadas

Nota. basado en el coeficiente de disimilaridad de Bray-Curtis.

Curvas de rango abundancia

En todos los sitios se observó una alta dominancia de una sola especie. Aunque dicha especie varió según el sitio (Ver Figura 2.6). Mientras que en los sitios de La Tribuna y Chaparral predominó *Nica flavilla*, teniendo una proporción de 15, en San Francisco predominó *Heliconius sara* en una proporción de 10.

Entre los sitios de Chaparral y La Tribuna, además de *N. flavilla*, también se compartieron otras 4 especies que fueron muy abundantes en estas dos localidades: *Dynamine postverta*, *Taygetina kerea*, *Hamadryas amphinome* y *Melanis electron*, lo que sugiere que en estas dos localidades hay un recurso igualmente abundante que promueve el desarrollo y crecimiento de estas especies

en particular. Además, *D. postverta* fue una especie abundante en todos los sitios, siendo la segunda especie más abundante en Chaparral y La Tribuna y la quinta más abundante en San Francisco.

Por otro lado, la mayoría de las especies en todos los sitios tuvieron una proporción en la abundancia menor a 1. En el caso de Chaparral, 99 de las 125 especies registradas (79,2%) ocuparon un 30% de la proporción de las abundancias. En San Francisco, 60 de las 79 especies registradas (75,9%) tuvieron una proporción de 26% en las abundancias registradas y, en La Tribuna, 130 de las 154 de las especies registradas (84,4%) tuvieron una proporción de 34% en las abundancias registradas. Estos valores muestran que en general, la mayoría de las especies eran poco abundantes y que muy pocas dominaban cada uno de los sitios.

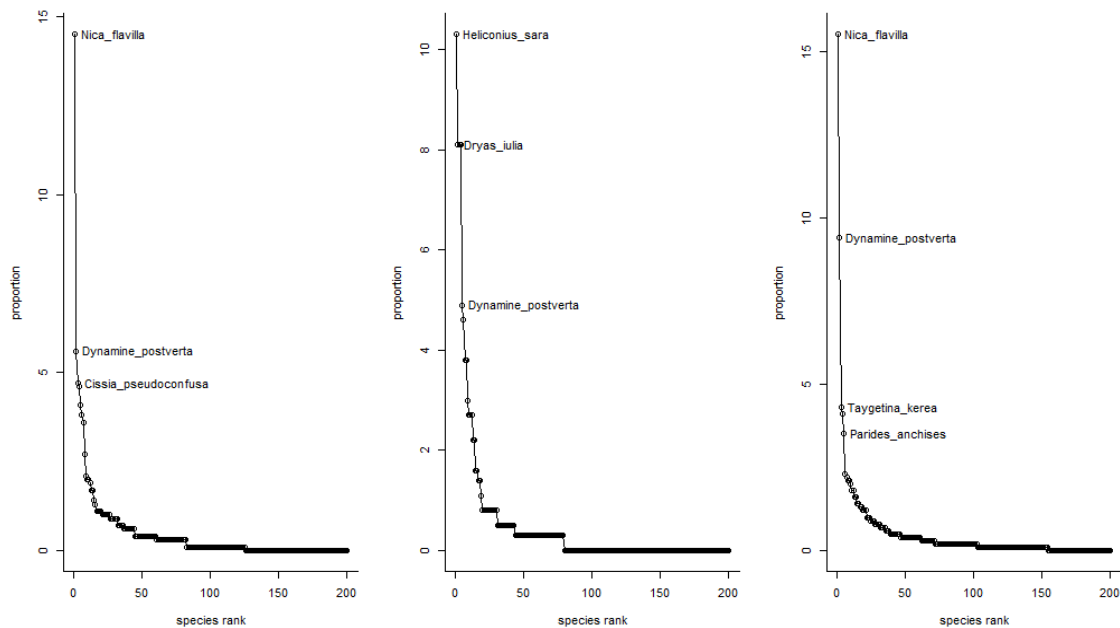


Figura 2.6.

Curvas de distribución de abundancia de especies.

La cobertura con más especies únicas fue La Tribuna (48), seguida de Chaparral (21). Ya se había evidenciado que las coberturas con mayor similitud fueron Chaparral y La Tribuna, compartiendo un total de 37 especies (Ver Figura 2.7).

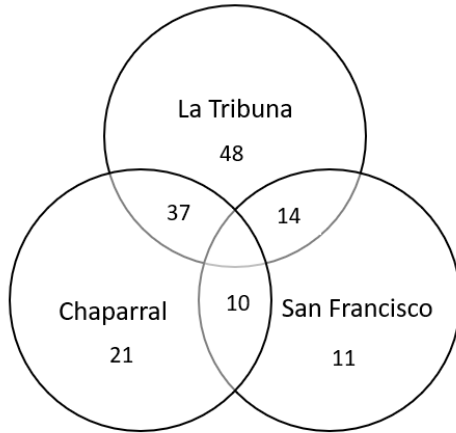


Figura 2.7.

Especies compartidas entre coberturas

Las curvas de distribución de abundancia de especies de las comunidades de mariposas en este estudio se ajustaron al modelo Zipf-Mandelbrot (Ver Tabla 2.1). La teoría que subyace al modelo Zipf-Mandelbrot es que la abundancia de cada especie en un conjunto depende de una serie de condiciones no especificadas, por ejemplo: consumo de alimentos, mortalidad, tasa de reproducción e interacciones interespecíficas. Así como de la existencia de una serie de condiciones previas que deben estar presentes en el entorno, es decir que el nicho de la especie esté presente. El modelo Zipf-Mandelbrot tiene 3 parámetros: alfa, beta y gamma, que ayudan a describir la ecología de los sitios de estudio. En cuanto al parámetro alfa, en nuestro estudio San Francisco tuvo el valor más alto. Por lo que es la localidad con la distribución de abundancias más desigual.

En cambio, La Tribuna tuvo el menor valor de alfa, por lo que fue la localidad más equitativa en la distribución de abundancias. En cuanto al parámetro beta, la localidad con el mayor valor absoluto fue San Francisco, mientras que los otros dos sitios tuvieron valores similares. Esto muestra que en San Francisco hay una alta dominancia por parte de las especies más abundantes, mientras que en los otros dos sitios hay más especies raras y mayor diversidad. Finalmente, en cuanto al parámetro gamma, el mayor valor también se registró para San Francisco, mientras que en los otros sitios fue menor y similar entre ellos. Esto significa que en general su distribución de

abundancia tuvo una cola más corta, y por tanto hay menos especies raras en comparación con los otros sitios.

Tabla 2.1.

Resumen de modelos de abundancias de especies para cada sitio.

Sitio	Modelo	par1	par2	par3	Desviación	AIC
Chaparral	Null				214.63	584.25
	Preemption			0.04	214.06	585.68
	Lognormal		0.9	1.32	37.53	411.15
	Zipf		0.2	0.91	29.86	403.48
	Mandelbrot	0.3	-1.1	1.16	22.60	398.22
San Francisco	Null				97.02	317.65
	Preemption			0.06	68.68	291.32
	Lognormal		0.8	1.24	36.12	260.76
	Zipf		0.17	-0.91	41.53	266.17
	Mandelbrot	2.7	-1.7	5.80	8.80	235.44
La Tribuna	Null				487.93	951.05
	Preemption			0.04	450.34	915.47
	Lognormal		0.87	1.47	65.21	532.33
	Zipf		0.17	-0.97	36.50	503.62
	Mandelbrot	0.23	-1.06	0.52	31.81	500.93

Par1, Par2 y Par3 son los parámetros estimados de los diferentes modelos de distribución de abundancias. Para el caso nuestro modelo seleccionado (Zipf-Mandelbrot) Par1= alfa. Par2=beta. Par3=gamma.

2.4.2 Inmaduros llevados a su estado adulto

Algunos de los inmaduros vistos durante el recorrido de los transectos, fueron llevados al establo de cría para la culminación de su ciclo de vida. Se realizó registro fotográfico de 15 especies de mariposas asociando en todos los casos los inmaduros con adultos de especies previamente

registrados en los muestreos de adultos. Estas especies fueron *Caligo brasiliensis* (C. Felder, 1862); *Morpho helenor* (Cramer, 1776); *Lycorea halia* (Hübner, 1816); *Heliconius ismenius* Latreille, [1817]; *Eueides isabella* (Stoll, 1781); *Thitorea harmonia* (Cramer, 1777); *Dynastor darius* (Fabricius, 1775); *Brassolis isthmia* Bates, 1864; *Microceris dulcinea* (Plötz, 1879); *Polyctor polyctor* (Prittwitz, 1868); *Telegonus fulgerator* (Walch, 1775); *Achlyodes busirus* (Cramer, 1779); *Heraclides anchisiades* (Esper, 1788); *Heraclides thoas* (Linnaeus, 1771) y *Parides anchises* (Linnaeus, 1758). Para la mayoría las plantas hospedantes y estados inmaduros son conocidos y estaban previamente disponibles en literatura especializada o en bases de datos en línea como de Butterflies of America (Warren et al., 2023) y el portal Área de Conservación Guanacaste, pero no como resultado de un muestreo de diversidad o como parte de un material educativo con fines de conocimiento y conservación de las mariposas del Bosque Seco Tropical. Con los datos completos de mariposas llevadas a su estado adulto se realizó una cartilla con fines de divulgación comunitaria: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36120>

Material suplementario 5: Inmaduros llevados a su estado adulto

Material suplementario 6: Vinculación de la comunidad

2.5 Discusión

Composición de mariposas

Las 198 especies encontradas representan el 5,43% de las 3.642 especies de mariposas registradas para Colombia (Garwood & Jaramillo, 2022). Ninguna de ellas está catalogada como endémica para el país (Huertas et al., 2022) y ninguna se encuentra con registro o alerta de amenaza en los libros rojos de vertebrados terrestres de Colombia. *Chlorostrymon simaethis* (Drury, 1773) (Lycaenidae), *Timochreon satyrus* (C. Felder & R. Felder, 1867) (Hesperiidae) y *Aricoris erostratus* (Westwood, 1851) (Riodinidae), están reportadas como asociadas exclusivamente a ecosistemas de Bs-T (Henao & Gantiva, 2020).

No se encontraron representantes de la familia monogénica Hedyliidae (Nakae, 2021), en ninguno de sus estados de desarrollo, lo que puede estar relacionado con su poca diversidad o con los sesgos en los métodos de captura, en tanto que no se tuvieron en cuenta los lepidópteros

nocturnos que fueron recolectados en trampas de luz o *Malaise*, instaladas para otros grupos biológicos.

Tal cual se ha registrado en la mayoría de los inventarios previos en Bs-T, la familia de mayor diversidad fue Nymphalidae, con el porcentaje más alto de abundancia (72,36%) y riqueza (44,7%). La subfamilia con mayor número de especies fue Satyrinae, considerada la más diversa dentro de Nymphalidae (Peña & Lamas, 2005; Marín, et al., 2015; Nakahara, et al., 2012). Para el caso particular de la Ecoreserva, su diversidad podría estar relacionada con el hábito fitófago, en tanto las larvas consumen plantas de monocotiledóneas presentes en este ecosistema, como Cyperaceae, Poaceae, Marantaceae, Arecaceae (García-Robledo et al., 2002). Riodinidae y Pyrginae ocupan el segundo lugar en riqueza, aunque ambas presentaron un bajo número de individuos.

Estos resultados coinciden con el inventario del Parque Natural Regional El Vínculo (Gaviria & Henao, 2011) donde se registraron 213 especies, la mayoría de ellas pertenecientes a las subfamilias Satyrinae y Pyrginae. Del mismo modo, estudios como los de Montero et al. (2009) donde se reportaron 123 especies en bosques de galería, bosques riparios, potreros de aprovechamiento agroecológico y zonas cercanas a pastoreo y humedales al sur del departamento del Atlántico, registraron valores altos de riqueza para Pyrginae y Riodininae. Aunque Prince-Chacón et al. (2013) reportaron a Charaxinae, como la subfamilia más diversa, señalan también la alta representatividad de Riodininae y Pyrginae en el corregimiento de Corrales de San Luis, en el municipio de Tubará, al noroeste del Atlántico, área con una riqueza de 74 spp.

Las especies con mayor número de individuos pertenecen a la subfamilia Biblidinae, aspecto común en Bs-T dada la disponibilidad de las plantas hospedantes para los estados inmaduros, como las familias Moraceae, Sapindaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae, muy propias de estos ecosistemas (Díaz & Gómez 2006; Pizano & García, 2014). Para la Ecoreserva La Tribuna, esta subfamilia ocupó el cuarto lugar en riqueza, a diferencia de los estudios de Orozco et al. (2010) en Antioquia; Vargas et al. (2011) en Magdalena; Campos et al. (2011) en Córdoba; Casas-Pinilla et al. (2017), en Santander; Mercado et al. (2018) en Sucre; donde ocupó el primer o segundo lugar en riqueza de especies.

Dynamine postverta (179 ind.), fue la especie en segundo lugar de abundancia, compartida por las tres coberturas. Esta especie presenta amplia distribución altitudinal, llegando a elevaciones

de 1.400m y habitando bosques tropicales húmedos y secos (Ribeiro et al., 2013). Tiene la habilidad para obtener sus recursos alimenticios de sales minerales disueltas en la arena y las rocas. En La Tribuna fue común observar una agrupación de varios machos libando en los caminos de piedra. La especie se alimenta de plantas de la familia Euphorbiaceae, en especial del género *Dalechampia* spp. (ACG, 2019).

Chaparral y La Tribuna comparten la especie de mayor abundancia *Nica flavilla* (311 ind.), la cual presenta una gran distribución altitudinal; tiene un amplio espectro de plantas hospedantes dentro de la familia Sapindaceae como *Cardiospermum* spp., *Serjania* spp., *Paullinia* spp. (Martínez-Sánchez et al., 2020). La ubicación de las trampas a lo largo del borde del bosque favoreció su captura.

La abundancia significativa de especies del género *Hamadryas*, como *H. amphinome* (115 ind.), es común en Bs-T, donde, los adultos además de libar néctar tienen una alimentación basada en frutos fermentados que van cayendo al suelo, por ende, las trampas VSR cebadas con fruta en descomposición están dentro de su preferencia alimenticia (Mercado et al., 2018). Esta variedad de nutrientes les permite superar incluso los 14 meses de vida adulta (Monge-Nájera et al., 1998). Las larvas se han registrado asociadas a familias como Malvaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Sapindaceae, las cuales presentan follaje perenne, que no se ve afectado por cambios estacionales, favoreciendo las poblaciones (Young, 1974; Díaz & Gómez, 2006; Rodríguez & Carrascal, 2019). Se ha registrado *Dalechampia* spp. como plantas hospedantes para las posturas de huevos, los cuales son ovipositados por las hembras de forma individual, maximizando así el éxito de supervivencia (Nielssen & Monge-Nájera, 1991).

Otras especies abundantes compartidas por Chaparral y La Tribuna fueron *Taygetina kerea* y *Melanis electron*. *T. kerea* está asociada a ecosistemas con cierto grado de perturbación o alteración ecológica (Rodríguez & Carrascal, 2019), fitófaga de plantas de la subfamilia Bambusoideae (Poaceae) (Miller, 1978; Young, 1974; Peña & Lamas, 2005; Freitas & Peña, 2006), bambús abundantes en la Ecoreserva La Tribuna. *M. electron* habita bosques secos de varios países, si bien son pocos los estudios sobre su biología, se reporta asociación de sus estados inmaduros con leguminosas (Hoskins, 2018). En la Ecoreserva La Tribuna, se encontraban comúnmente libando minerales en los caminos y senderos pedregosos.

San Francisco evidencia según el dendrograma de disimilaridad de Bray-Curts, una marcada diferencia en composición respecto a las otras dos áreas. Para esta zona disturbada la especie de mayor abundancia fue *Heliconius sara*, esto podría deberse a la asociación que tienen con sus plantas nutricias de la familia Passifloraceae (DeVries, 1987 como se cita en Jost & González, 2012; Jiggins, 2016); en tanto que estas crecen en áreas abiertas, con suelos expuestos a alta radiación lumínica (Pizano, et al., 2016) y en la Ecoreserva se encuentra en abundancia alta *Passiflora edulis* Sims. Además, pese a la intervención antrópica, en esta área hay alto recurso floral, propicio para el usual hábito de consumo de néctar y polen en adultos (Gilbert, 1982). La segunda especie más abundante para esta zona fue *Dryas iulia*, mayormente recolectada con jama en senderos expuestos al borde del camino. Este comportamiento ya se ha reportado previamente (Ramírez et al., 2007; Mercado, 2017). Igual que *H. erato*, la especie está asociada también a pasifloráceas (DeVries, 1987 como se cita en Jost, et al., 2010).

La baja abundancia de individuos de la familia Lycaenidae puede deberse a sesgos en la metodología de muestreo, por sus habilidades de vuelo y camuflaje, además de su usual comportamiento *hilltopping* (Shields, 1967; Pe'er, et al., 2004), lo que imposibilita su captura. Según lo reportado por Prieto & Dahners (2006), este comportamiento es característico de varias especies de la tribu Eumaeini (Theclinae), de la cual se registraron *Arcas* sp.; *Calycopis isobea* (A. Butler & H. Druce, 1872); *Chlorostrymon simaethis* (Drury, 1773); *Electrostrymon* sp.; *Michaelus* sp.; *Pseudolycaena marsyas* (Linnaeus, 1758); *Rekoa* sp.; *Strephonota tephraeus* (Geyer, 1837); *Cyanophrys* sp.; *Strymon mulucha* (Hewitson, 1867); *Ministrymon* sp.; *Panhiades bitias* (Cramer, 1777); *Panhiades phaleros* (Linnaeus, 1767) y *Tmolus echion* Linnaeus, 1767, en la Ecoreserva La Tribuna; la mayoría representados en menos de tres individuos.

Especies reportadas como muy abundantes en otros estudios, no lo fueron para el caso de la Ecoreserva La Tribuna: *Anartia jatrophae* (Heno, 2005; Orozco et al., 2010), *Anartia amathea* (Heno, 2005), *Mechanitis lysimnia* (Montero & Ortiz-Pérez, 2013; Vargas-Zapata et al., 2011; Boom-Urueta et al., 2013) y *Heliconius erato* (Montero et al., 2009).

Otras especies reportadas también como abundantes en este tipo de ecosistemas para el presente estudio fueron representativas, con abundancias superiores a 30 individuos: *Archaeoprepona demophon* (Heno, 2005), *Eurema albula* y *Pyrisitia nise* (Orozco et al., 2010), *Tithorea*

harmonia (Gaviria & Henao, 2011; Casas-Pinilla et al., 2017), *Parides anchises* y *Hamadryas februa* (Montero et al., 2009; Mercado et al., 2017).

Lo anterior va ligado no solo a las condiciones climáticas abióticas como temperatura, radiación, humedad, etc., sino también a la estructura vegetal, ya que la disponibilidad alta o baja de plantas hospedantes regula las poblaciones de mariposas asociadas y permite o inhibe la presencia de estas en ciertas zonas o épocas del año.

De igual manera, hubo especies que en otros relictos aparecieron en categorías de abundancia significativa, y que no fueron encontradas en La Ecoreserva La Tribuna: *Cecropterus zarez* (Gaviria & Henao, 2011); *Callicore pitheas* y *Cogia undulatus* (Montero et al., 2009); *Microtia elva* (Prince-Chacón et al., 2013), en tanto que el espacio no cumple con las características ni la disposición de recursos para su presencia.

Las especies que fueron registradas de forma restringida para cada una de las coberturas presentan, en su mayoría, abundancias de 1 a 3 individuos, por lo que afirmar presencia exclusiva es apresurado, sin embargo, algunas de ellas superan los 5 individuos, recolectados en diferentes meses, aspecto que podría ser un poco más concluyente, de posible exclusividad:

Colobura dirce (8ind.) reportó presencia única en La Tribuna. Es bastante generalista, registrándose un amplio espectro de plantas hospedantes, dentro de las familias Caricaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y muy en especial plantas del género *Cecropia* spp., familia Urticaceae (Tavares et al., 2015). Su distribución es Neotropical y se ha evidenciado preferencia por zonas de vegetación primaria y secundaria (Gernaat et al., 2012). Willmott et al. (2001) reportan que son comunes en zonas habitadas por humanos y atraídas especialmente por fruta en descomposición.

Gorgythion begga (6ind.) se reportó solo en La Tribuna, su distribución también es amplia a lo largo de la franja neotropical. Se ha registrado preferencia por áreas abiertas, bordes de camino y matorrales, asociadas a bejucos como *Banisteriopsis muricata* de la familia Malpighiaceae (ACG, 2019).

Dione juno (14ind.) registró presencia exclusiva para San Francisco, cerca de la zona petrolera. Esta especie también presenta una distribución amplia, desde México hasta Paraguay (Hoskins, 2019). Reportan que se encuentran en mayor proporción en áreas perturbadas que van desde los

0 a 200m, con preferencia por zonas de alta radiación solar, bordes de carreteras y bordes de bosques (Santos et al., 2017). Se alimenta de *Passiflora edulis* Sims (Caldas, 2010).

Para Millán et al. (2009) la presencia de *Morpho helenor*, se asocia a bordes de quebradas y bosques poco alterados, aspecto consecuente con los 5 individuos encontrados entre La Tribuna y Chaparral, en cercanía a la cascada el Chímbligo, lo que corrobora que tiene un específico requerimiento de hábitat.

El 65% de similitud de la estructura entre Chaparral y La Tribuna podría deberse a que son dos áreas colindantes, lo que posibilita el recambio de especies, esto explica las 37 unidades taxonómicas compartidas. San Francisco es el fragmento que menos especies comparte con las demás coberturas: 11 con Chaparral y 14 con La Tribuna, lo que indica una tasa baja de recambio, evidenciando ser un área de mayor homogeneidad y condiciones ambientales que limitan la presencia de otros papilionoideos habitantes de las áreas circundantes. Sin embargo, las especies únicas que se registraron allí evidencian la importancia de este fragmento como refugio de mariposas, aun cuando es la zona con mayor presión antrópica.

El porcentaje de completitud de muestreo varió según la cobertura. En La Tribuna y Chaparral fue superior al 74%, sin embargo, para San Francisco, solo alcanzó el 61%; lo que significa que hubo una aceptable representatividad de las especies estimadas, pero es necesario dar continuidad a los muestreos sistemáticos, con el fin de completar la suficiencia y registrar la mayor cantidad de especies asociadas. Factores influyentes para tener esta representatividad son la inclusión de métodos tanto activos como pasivos y la estandarización de 8 meses continuos de muestreo, lo que permitió la captura de mariposas a lo largo de diferentes estacionalidades lluvia-sequía, aunque en este estudio dichos factores ambientales no fueron incluidos.

La alta diversidad de La Tribuna podría estar relacionada con los cuerpos de agua, además hay puntos estratégicos abiertos, de dosel bajo, lo que aumenta la radiación solar, además de presentar características propias de bosque en regeneración continua, con una composición florística más heterogénea y menos dominante.

La cobertura de menor diversidad, tal cual se preveía, fue San Francisco, que es justamente la zona con mayor tipología de disturbio, dado que allí se encuentra el campo de producción petrolera, lo que genera contaminación lumínica, presencia de maquinaria activa y un mayor tránsito de vehículos y personas. Los resultados corroboran que la pérdida o el reemplazo de

especies aumentan conforme se fragmenta el paisaje, en tanto que no solo cambian las condiciones atmosféricas, sino también el estado fenológico de los recursos florísticos para el desarrollo del ciclo biológico de ciertos lepidópteros (Montero & Ortiz–Pérez, 2013). Ahora bien, el valor de la diversidad en San Francisco no es tan bajo, por ende, continúa siendo un sitio importante que también provee recursos y posibilita sostener el ensamblaje de la comunidad de Papilionoidea en La Ecoreserva La Tribuna.

Diversidad de mariposas

El total de registros evidencia un ensamblaje de mariposas con una mayor riqueza en comparación con estudios previos para otros relictos de Bs-T en Colombia. Henao (2005), registró 59 especies para la cuenca del río Cauca, en Santa Fe de Antioquia. También para el departamento de Antioquia, en un área de 35 ha, significativamente menor a la de La Tribuna, Orozco et al. (2010), identificaron 117 especies, en un fragmento de Bs-T del municipio de San Jerónimo.

En otros estudios similares, como los llevados a cabo en el departamento del Atlántico, el número de especies registradas también fue menor. Montero et al. (2009), encontraron 123 especies asociadas a diferentes fragmentos no mayores a 47 ha, mientras que Prince-Chacón et al. (2011), identificaron 74 especies para dos parches boscosos. Boom-Urueta et al. (2013), registraron 48 especies, en la Reserva Ecológica Luriza, de 837.17ha, área tres veces más grande que La Ecoreserva La Tribuna.

En el mismo sentido, para los fragmentos de la región Caribe, Vargas et al. (2011), en la Reserva Natural Las Delicias, identificaron 66 especies a lo largo de 200 ha; mientras que Mercado et al. (2018), reportaron la presencia de 80 especies, para la Reserva Serranía de Coraza, en Montes de María. Si bien, los relictos de Bs-T de la región Norandina, son también poco estudiados, Casas-Pinilla et al. (2017), en el departamento de Santander, registraron un total de 121 especies, en un área de 735,94 ha, de La Mesa de los Santos.

El estudio para Bs-T que reporta un mayor número de riqueza de especies, respecto a las encontradas en la Ecoreserva La Tribuna fue el de Gaviria & Henao (2011), quienes en 70 ha de la Reserva El Vínculo, inventariaron un total de 213 especies.

La Ecoreserva La Tribuna tiene presencia de 145 especies de mariposas, de las 662 reportadas por Henao & Gantiva (2020), en la actualización del estado de conocimiento de mariposas de Bs-T; lo que representa el 21,90%. *Heliconius ismenius*, *Caligo brasiliensis*, *Hamadryas iphthime*, *Pseudodebis celia*, *Taygetis rufomarginata*, *Ypthimoides blanquita*, *Battus ingenuus*, *Heraclides astyalus*, *Troyus fantasos*, *Anteros formosus* y *Synargis mycone*, contaban con reportes en solo dos o menos inventarios revisados para Colombia.

El registro de especies de mariposas es un aporte significativo en el conocimiento del estado de conservación de los relictos de Bs-T, como la primera línea base de información de biodiversidad formal que se realiza exclusivamente para la Ecoreserva La Tribuna y para los relictos de bosques tropicales de la Región del río Magdalena.

La Tribuna, al registrar los valores más altos de diversidad, es una de las áreas que contribuye de manera importante a la conservación y mantenimiento de dinámicas poblacionales de lepidópteros diurnos. Los datos obtenidos para San Francisco, área de menor diversidad, hacen considerar la posibilidad de implementar estrategias que salvaguarden las especies únicas, pero que al mismo tiempo permitan, de ser posible, la adecuación de las condiciones óptimas para el recambio de otros lepidópteros de la zona, garantizando la presencia de plantas nutricias y nectaríferas y condiciones con menor incidencia de disturbios tipológicos antrópicos.

En el Sistema de Información Biológico SIB Colombia, para el mes de octubre de 2022, se contaba con un total de 1.716 registros de todo el Orden Lepidoptera para el departamento del Huila y solo 102 registros para el municipio de Neiva. Una vez liberados los datos obtenidos en esta investigación, el aporte de 2.370 individuos aumentará en 138,59% los registros actuales para el departamento.

Los resultados obtenidos indicarían que el relicto de la Ecoreserva La Tribuna, alberga un número mayor de especies respecto a lo que se ha reportado para otros fragmentos hasta el momento; equiparando solamente con la Reserva El Vínculo, en la región Valle geográfico del río Cauca. Esto sin embargo puede relacionarse con diversos factores entre ellos la metodología e intensidad de muestreo. Estos resultados validan que la metodología de monitoreo a lo largo del tiempo puede ser bastante efectiva para detectar la presencia de individuos con marcada estacionalidad; los cuales, en un muestreo convencional con menos días de trabajo en campo,

pasan inadvertidos, además de las potencialidades que tiene la inclusión de técnicas moleculares como el ADN Barcode, para la identificación de especies con resolución taxonómica compleja.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. & Ramírez, W. (Ed.) (2015). Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá D.C., Colombia. 250 pp.
- Alcaldía Municipal de Neiva, Huila. [Consultado el 14 de noviembre de 2022]. <https://www.alcaldianeiva.gov.co/Paginas/Inicio.aspx>
- Área de Conservación Guanacaste [ACG]. (2019). *Fuente de Vida y Desarrollo*. <https://www.acguanacaste.ac.cr/index.php>
- Alroy, J. (2008). Dynamics of origination and extinction in the marine fossil record. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105, 11536–11542. <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.0802597105>
- Banda, k., Weintritt, J. & Gómez M. (2015). *Bosque Seco Tropical*. DryFlor: Red Florística del Bosque Seco Estacional. Jardín Botánico de Edimburgo
- Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G., Swartz, B., Quental, T., Marshall, C., McGuire, J., Lindsey, E., Maguire, K., Mersey, B. & Ferrer, E. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*. 471(7336), 51–57. <https://www.nature.com/articles/nature09678>.
- Bautista-Plazas, S. (2020). *Patrones de Diversidad Alfa y Beta Para Quince Complejos de Páramo de Colombia*. Repositorio Institucional de Documentación Científica, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/35653>
- Beati, L., Cáceres, A. G., Lee, J. A. & Munstermann, L. E. (2004). Systematic relationships among *Lutzomyia* sand flies (Diptera: Psychodidae) of Peru and Colombia based on the analysis of 12S and 28S ribosomal DNA sequences. *International journal for parasitology*, 34(2), 225-234. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020751903003199>
- Boom-Urueta, C., Seña, L., Vargas, M. & Martínez, N. (2013). Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 17(1), 149-

- Brown Jr, K. (1991). Conservation of neotropical environments: insects as indicators. *The conservation of insects and their habitats*, 349, 404. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0smnF3vwVO4C&oi=fnd&pg=PA349&dq=Brown,+K.+\(1991\).+Conservation+of+neotropical+enviroments:+insects+as+indicators&ots=TZ0hdx2YI3&sig=CnfOTMZgNskBGrPzVhdE9R_vFYw#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=0smnF3vwVO4C&oi=fnd&pg=PA349&dq=Brown,+K.+(1991).+Conservation+of+neotropical+enviroments:+insects+as+indicators&ots=TZ0hdx2YI3&sig=CnfOTMZgNskBGrPzVhdE9R_vFYw#v=onepage&q&f=false)
- Caldas, D. (2010). *Artropodofauna en el cultivo tecnificado de "maracuyá amarillo" (Passiflora edulis Var. 'Flavicarpa') Degener En el Distrito de Chinchao, Huanuco*. [Tesis de pregrado, Universidad de Caldas]. Repositorio institucional <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/96>
- Campos, L., Gómez-Bulla, M. & Andrade, G. (2011). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea - Papilionoidea) de las áreas circundantes a las Ciénagas del Departamento de Córdoba, Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc* 35. 45-60. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v35n134/v35n134a05.pdf>
- Cárdenas-Camacho, L. M., Díaz, S., Gómez-Anaya, W., Rojas-Rojas, J. E. & López-Camacho, R. (2021). Análisis participativo de servicios ecosistémicos en un área protegida del bosque seco tropical (Bs-T), Colombia. *Colombia forestal*, 24(1), 123-156. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392021000100123
- Casas-Pinilla, L., Mahecha, O., Dumar, J. & Ríos-Málaver I.C. (2017). Diversidad de mariposas en un paisaje de bosque seco tropical, en la Mesa de los Santos, Santander, Colombia. (Lepidoptera: Papilionoidea). *SHILAP Revista de lepidopterología*, 45(177), 83-10. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45550375010>
- Contreras, A. (2007). *La sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad*. UAEH. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=udPjXgdYi_wC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Contreras,+A.,+Cuevas,+C.,+Goyenechea,+I.+%26+Iturbe,+U.+\(Eds\).+\(2007\).+La+sistem%C3%A1tica,+base+del+conocimiento+de+la+biodiversidad.+&ots=bAkjoqss0t&sig=6ncNujsTsNRsODIQp6PZuBWXZik#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=udPjXgdYi_wC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Contreras,+A.,+Cuevas,+C.,+Goyenechea,+I.+%26+Iturbe,+U.+(Eds).+(2007).+La+sistem%C3%A1tica,+base+del+conocimiento+de+la+biodiversidad.+&ots=bAkjoqss0t&sig=6ncNujsTsNRsODIQp6PZuBWXZik#v=onepage&q&f=false)
- Cowie, R.H., Bouchet, P. & Fontaine, B. (2022), The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biol Rev*, 97: 640-663. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/brv.12816>

- D'Abbrera, B., (1994). *Butterflies of the Neotropical Region*. Hill House Editions. Victoria Australia.
- D'Abbrera, B., (2001). *The Concise Atlas of Butterflies of the World*. Hill House Editions, Melbourne-London.
- Dayrat, B. (2005). Towards integrative taxonomy. *Biological Journal of the Linnean Society*. 85(3),407-417. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00503.x>
- Díaz, J. & Gómez, F. (2006). Bosque seco tropical Colombia. *Cali, Colombia: Banco de Occidente, I/M Editores*.
- Dixon, P. (2003). “VEGAN, a Package of R Functions for Community Ecology.” *Journal of Vegetation Science* 14(6):927–30. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02228.x>
- Domínguez, K. (2016). Sistemática y distribución del género *Adelpha* Hübner, [1819] (Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidinae) en Colombia. *Escuela de Biociencias*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58781>
- DeVries, P.J. (1987). Hostplant records and natural history notes on Costa Rican butterflies (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae). Pinceton University Press. *J. Res Lepid.* 327 pp.
- Echeverry, S. & Méndez, C. (2017). Estudio exploratorio del microbiota edáfico en el Centro de Investigación y Educación Ambiental La Tribuna, Neiva-Huila. *Ingeniería y Región*, 18, 53-64.
- Espinosa, C. I., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. L. & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1-2). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/35>
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Cortés, J. & Arévalo, P. (2020). *Ecosistemas colombianos: amenazas y riesgos. Una aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a los ecosistemas terrestres continentales*. [Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia]. Repositorio institucional <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/56941>

- Freitas, A. & Peña, C. (2006). Description of genus *Guaianaza* for “*Euptychia*” *Pronophila* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) with a description of the immature stages. *Zootaxa* 1163, 49–59. <https://www.nymphalidae.net/FreitasPena2006.pdf>
- Garwood K. & Jaramillo J.G. (2022). Mariposas del Neotrópico Lista de chequeo-Suramérica/ Neotropical Butterflies Checklist -South America (Lepidoptera: Papilionoidea). *BioButterfly Database*, 1(727), <https://www.butterflycatalogs.com/>
- Gaviria, F. & Henao, E. (2011). Diversidad de mariposas diurnas (Hesperioidea-Papilionoidea) del Parque Natural Regional el Vínculo (Buga, Valle del Cauca). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 15(1), 115-133. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682011000100010
- Gerlach, J., Samways, M. & Pryke, J. (2013). Terrestrial invertebrates as bioindicators: an overview of available taxonomic groups. *Journal of insect conservation*, 17, 831-850. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-013-9565-9>
- Gernaat, H., Beckles, B. & Van Anandel, T. (2012). *Butterflies of Suriname: a natural history*. Amsterdam: KIT Publishers. https://www.researchgate.net/profile/Angel-Viloria/publication/328116498_Recension_GERNAAT_H_B_P_E_B_G_BECKLES_T_VAN_ANDEL_2012_Butterflies_of_Suriname_A_natural_history_Amsterdam_KIT_Publishers_680_pp/links/5bb80ad6299bf1049b700af7/Recension-GERNAAT-H-B-P-E-B-G-BECKLES-T-VAN-ANDEL-2012-Butterflies-of-Suriname-A-natural-history-Amsterdam-KIT-Publishers-680-pp.pdf?sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail
- Gilbert, L. (1982). The coevolution of a butterfly and a vine. *Scientific American*, 247(2), 110-121. <https://www.jstor.org/stable/24966663>
- González, F., Acosta, A. & García, H. (2016). Registro de la biodiversidad del bosque seco tropical colombiano (p. 108). En: Gómez, M., Moreno, L., Andrade, G. & Rueda, C. (Eds). Biodiversidad 2015. *Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá. <http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/898-bio2015>
- Hajibabaei, M., Singer, G., Clare, E. & Hebert, P. (2007). Design and applicability of DNA arrays and DNA barcodes in biodiversity monitoring. *BMC Biol.* 5, 24 <https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-24>

- Hassan, R., Scholes, R. & Ash, N. (2005). Ecosystems and human well-being: current state and trends. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2015043162>
- Hebert, P., Ratnasingham, S. & De Waard, J. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1), S96-S99. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0025>
- Henaó, E. (2005). Aproximación a la distribución de mariposas del departamento de Antioquia (Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae: Lepidoptera) con base en zonas de vida. *Boletín Universidad de Caldas*. [http://vip.ucaldas.edu.co/boletincientifico/downloads/Boletin10\(10\)_15.pdf](http://vip.ucaldas.edu.co/boletincientifico/downloads/Boletin10(10)_15.pdf)
- Henaó, E. & Gantiva, C. (2020). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) del bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. Conociendo la diversidad en un ecosistema amenazado. *Boletín. Científico Museo Historia Natural. Universidad de Caldas*, 24 (1), 150-196. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/333>
- Hoskins, A. (2018) *Learn about butterflies. The complete guide to the world of butterflies and moths*. <https://www.learnaboutbutterflies.com/Butterflyholidays.html>
- Hoskins, A. (2019). *Learn About Butterflies: la guía completa del mundo de las mariposas y las polillas*. (Mariposas del Amazonas y los Andes / *Dione juno*). www.learnaboutbutterflies.com
- Hsieh, T., Ma, K. & Chao, A. (2016a). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/2041-210X.12613>
- Hsieh, T., K. H. Ma. & Chao, A. (2016b). "iNEXT: Interpolation and Extrapolation for Species Diversity. R Package Version 2.0.8." *R-Project* 1–18.
- Huertas, B., LeCrom, J.F. & Correa-Carmona, Y. (2022). *Mariposas endémicas de Colombia: Guía para la identificación de las especies únicas del país / Endemic Butterflies of Colombia: An identification guide for the country's unique species*. *Natural History Museum*, London, UK. & ProColombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2015). *Mapa ecosistemas continentales, costeros y marinos*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/mapa-ecosistemas-continenciales-costeros-marinos>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2022). *Características climatológicas de ciudades*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia. www.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%20C3%ADsticas+de+Ciudades+Principales+y+Municipios+Tur%20C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc

Ismail, N., Rahman, A., Mohamed, M., Bakar, M. & Tokiman, L. (2020). Butterfly as bioindicator for development of conservation areas in Bukit Reban Kambing, Bukit Belading and Bukit Tukai, Johor, Malaysia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(1). <https://www.smujo.id/biodiv/article/view/4791>

Jiggins, C. (2016) *The pollen: adult resources and life history evolution*. In: *The Ecology and Evolution of Heliconius Butterflies*. Oxford University Press. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-rD_DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Jiggins,+C.+\(2016\)+The+pollen:+adult+resources+and+life+history+evolution.+In:+The+Ecology+and+Evolution+of+Heliconius+Butterflies.+Oxford+University+Press.&ots=mA_P27v_OJ&sig=ypkob8pxEHqpIWDhq8EenW1-kNE#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-rD_DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Jiggins,+C.+(2016)+The+pollen:+adult+resources+and+life+history+evolution.+In:+The+Ecology+and+Evolution+of+Heliconius+Butterflies.+Oxford+University+Press.&ots=mA_P27v_OJ&sig=ypkob8pxEHqpIWDhq8EenW1-kNE#v=onepage&q&f=false)

Jost, L., DeVries, P., Walla, T., Greeney, H., Chao, A. & Ricotta, C. (2010). Partitioning diversity for conservation analyses. *Journal of Conservation Biogeography, Diversity and Distributions*. 16: 65–76. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1472-4642.2009.00626.x>

Jost, L. & González, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 56(1-2), 3–14. <https://www.lillo.org.ar/journals/index.php/acta-zoologica-lilloana/article/view/240>

Kintz, D., Young, K. & Crews-Meyer, K. (2006). Implications of land use/land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. *Environmental Management*, 38, 238-252. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-005-0147-9>

Kolbert, E. (2014). *The Sixth Extinction. An Unnatural History*. Henry Holt and Company, New York. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wlnCAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Kolbert,+E.+\(2014\).+The+Sixth+Extinction.+An+Unnatural+History.+Henry+Holt+and](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wlnCAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Kolbert,+E.+(2014).+The+Sixth+Extinction.+An+Unnatural+History.+Henry+Holt+and)

[+Company,+&ots=hrDrAqK0mg&sig=tJugnaI_5v_9ICJP5cJqKrYVm0Q#v=onepage&q&f=false](#)

- LeCrom, J.F., Constantino, L.M. & Salazar, J. (2002). *Mariposas de Colombia*. Tomo I: Papilionidae. Colombia: Carlec Ltda.
- LeCrom, J.F., Constantino, L.M. & Salazar, J. (2004). *Mariposas de Colombia*. Tomo II: Pieridae. Colombia: Carlec Ltda; 2004.
- Lewis, S., López-González, G., Sonké, B., Affum-Baffoe, K., Baker, T., Ojo, L. O. & Wöll, H. (2009). Increasing carbon storage in intact African tropical forests. *Nature*, 457, 1003–1006. <https://doi.org/10.1038/nature07771>
- Marín, M., López, A., Freitas, A. & Uribe, S. (2009). Caracterización molecular de Euptychiina (Lepidoptera: Satyrinae) del norte de la Cordillera Central de los Andes. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(2), 235–244. <https://revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co/index.php/SOCOLEN/article/view/9225>
- Martínez-Sánchez, N., Barragán, F. & Gelviz, S. (2020). *Temporal analysis of butterfly diversity in a succession gradient in a fragmented tropical landscape of Mexico*. Global Ecology and Conservation. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989419304275?via%3Dihub>
- McCain, C. & Grytnes, J. (2010). Elevational gradients in species richness. eLS. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0022548>
- Mercado, Y. (2017) *Diversidad de mariposas diurnas en la reserva forestal protectora serranía de coraza* [Tesis de pregrado, Universidad de Sucre]. Repositorio institucional <https://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/982>
- Mercado, Y., Mercado, J. & Giraldo, C. (2018). Mariposas en un fragmento de bosque seco tropical en Montes de María (Colombia). *Ciencia en desarrollo*. 9 (2), https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/7595
- Miles, L., Newton, A., DeFries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S. & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of biogeography*, 33(3), 491-505. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>

- Millán, C., Chacón, P. & Giraldo, A. (2009). *Estudio de la comunidad de lepidópteros diurnos en zonas naturales y sistemas productivos del municipio de Caloto (Cauca, Colombia)*. *Historia Natal. Universidad de Caldas* 13,(1) 185-195. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/5328>
- Miller, L. (1978). Notes and descriptions of Euptychiini (Lepidoptera: Satyridae) from the Mexican region. *Journal of the Lepidopterists' Society*. 32, 75–85 <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US7890167>
- Minter, M., Nielsen, E., Blyth, C., Bertola, L., Kantar, M., Morales, H., Orland, C., Segelbacher, G. & Leigh, D. (2021). What Is Genetic Diversity and Why Does it Matter? *Frontiers for Young Minds*. 9. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Mintter%2C+M.%2C+Nielse n%2C+E.%2C+Blyth%2C+C.%2C+Bertola%2C+L.%2C+Kantar%2C+M.%2C+Morales %2C+H.%2C+Orland%2C+C.%2C+Segelbacher%2C+G.+%26++Leigh%2C+D.+%282 021%29.+What+Is+Genetic+Diversity+and+Why+Does+it+Matter%3F&btnG=#:~:text=%5BPDF%5D-.What%20Is%20Genetic%20Diversity%20and%20Why%20Does%20it%20Matter%3F,-%E2%80%A6%2C%20MB%20Kantar
- Monge-Nájera, J., Hernández, F., González, M.I., Soley, J., Araya, J. & Zolla, S. (1998). Spatial distribution, territoriality and sound production by tropical cryptic butterflies (Hamadryas). *Revista biologia. trop* 46,(2), https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77441998000200014
- Montero, F. & Ortiz-Pérez, M., (2013). Estados inmaduros e historia natural de algunas especies de la subtribu Pronophilina (Nymphalidae: Satyrinae) Presentes en el Páramo del Tablazo, Colombia III. *Neopedaliodes zipa* (Adams, 1986). *Tropical Lepidoptera Research*, 23(1): 54–61.
- Montero, F., Moreno, M. & Gutiérrez, L. (2009). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de Bosque Seco Tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Las Mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) del Lago el Cisne. Barranquilla Atlántico. *Memorias de II Conversatorio Regional de Investigaciones Biológicas. Barranquilla*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682009000200013

- Nakae, M. (2021) *Papilionidae of the World Roppon-Ashi Entomological Books* Yasusuke NISHIYAMA & Adam COTTON Editores.
- Nakahara, S., Marín, M. & Mitsuhashi, W. (2012). First records for *Cissia themis* (Lepidoptera: Nymphalidae) from Colombia and Venezuela. *Revista Colombiana De Entomología*, 38(2), 359–362. <https://doi.org/10.25100/socolen.v38i2.9019>
- Nielsens, V. & Monge-Nájera, J. (1991). A comparison of four methods to evaluate butterfly abundance, using a tropical community. *J. Lepid. Soc.*, 45, 241-243. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/495?show=full>
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, K., Legendre, P. & Dan McGlinn, D. (2018). *Eduard Szoecs & Helene Wagner. vegan: Community Ecology Package*. R package version.
- Orozco, S., Muriel, S. & Palacio, J. (2010). Diversidad de lepidópteros diurnos en un área de bosque seco tropical del Occidente antioqueño. 31. *Actualidades Biológicas*, 31(90), <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/4727>
- Pe'er, G., Saltz, D., Thulke, H. & Motro, U. (2004). Response to topography in a hilltopping butterfly and implications for modelling nonrandom dispersal. *Animal Behaviour*, 68(4), 825-839. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2004.02.006>
- Peña, C. & Lamas, G. (2005). Revision of the butterfly genus *Forsterinaria* Gray, 1973 (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *Revista Peruana de Biología* 12: 5-48 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332005000100002&script=sci_arttext
- Pizano C., González-M. R., López R., Jurado R. D., Cuadros H., Castaño-Naranjo A., Rojas A., Pérez K., Vergara-Varela H., Idárraga A., Isaacs P. & García H. (2016). El Bosque Seco Tropical en Colombia. En: Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds). *Biodiversidad (2015). Estado y Tendencias de la Biodiversidad Continental de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9333>
- Pizano, C. & García, H. (Editores). 2014. *El Bosque Seco Tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, DC, Colombia. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9333>
- Prieto, C. & Dahners, H. (2006). Sección Morfología, Comportamiento, Ecología, Evolución y Sistemática Eumaeini (Lepidoptera: Lycaenidae) del cerro San Antonio: Dinámica de la

- Riqueza y Comportamiento de "Hilltopping". *Revista Colombiana de Entomología*, 32 (2): 179-190.: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v32n2/v32n2a13.pdf>
- Prince-Chacón, S., Vargas, M.A., Salazar, J. & Martínez, N. (2013). 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* (S.E.A.) http://seaentomologia.org/Publicaciones/PDF/BOLN_48/243252BSEA48MariposasColombia.pdf
- Ramírez, L., Chacón de Ulloa, P. & Constantino, L.M. (2007). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1), 54-63. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882007000100010&lng=en&tlng=es.
- Ratnasingham, S. & Hebert, P.D.N. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System. *Molecular Ecology Notes*, 7, 355-364. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
- Raven, P. & Wagner, D. (2021). Agricultural intensification and climate change are rapidly decreasing insect biodiversity. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 118(2), <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.2002548117>
- Ribeiro, L., Casagrande, M. & Mielke, O. (2013). External morphology of the adult of *Dynamine postverta* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae, Biblidinae) and patterns of morphological similarity among species from eight tribes of Nymphalidae. *Revista Brasileira de Entomología*. 57. 133-148. <https://www.biodiversitylibrary.org/part/103999>
- Rodríguez, S., Corzo, G., García, H., Córdoba, D., Isaacs, P. & Etter, A. (2015). *Haciendo visible lo invisible, alarmas y oportunidades de conservación para el bosque seco tropical en Bosque Seco Colombia, biodiversidad y gestión*.
- Rodríguez, Y. & Carrascal, E. (2019). *Estructura y composición de mariposas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) asociadas a un paisaje de bosque seco tropical del Departamento de Sucre, Colombia*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Sucre]. Repositorio institucional <https://repositorio.unisucre.edu.co/handle/001/1674>
- Saavedra, N., Osorio, D. & Kattan, G. (2022). Mariposas Ithomiini (Nymphalidae) en un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, 23(1), e1002. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/1002>

- Sandoval, B., Delgadillo, I. & Pérez, L. (2015). Voces y experiencias: narrativas de maestros sobre la diferencia cultural. *Revista Colombiana de Educación* (69), 206-222.
- Santos, A., Abrego J., Carranza, R., Jaén, L. & Szobotka, R. (2017). *Enemigos naturales de estadios inmaduros de Methona confusa Buther, 1873 (Lepidoptera: Nymphalidae)*. En Cerro Azul, Panamá. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UP.212174>
- Shield, O. (1967). Hilltopping. An ecological study of summit congregation behavior of butterflies on a southern California hill. *J. Res. Lepidoptera*, 6, 69-178.
- Sierra, Z. (2010). Pedagogías desde la Diversidad Cultural, una invitación para la investigación intercultural. *Perspectiva*, Centro de Ciências da Educação, Universidad Federal de Santa Catarina, Brasil, 157-190.
- Siyum, Z. G. (2020). Tropical dry forest dynamics in the context of climate change: syntheses of drivers, gaps, and management perspectives. *Ecological processes*, 9(1), 1-25 <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00229-6>
- Sperling, F. & Roe, A. (2009). *Molecular Dimensions of Insect Taxonomy*. Footitt, R. & Adler, P. (Eds.): <https://doi.org/10.1002/9781118945568.ch16>
- Tapia, N. (2008). Aprendiendo el desarrollo endógeno sostenible, construyendo diversidad bio-cultural. La Paz: Plural Editores.
- Tavares, W., de Assis, S., Soares, M., Alvarenga, M. & Zanuncio, J. (2015). *Colobura dirce dirce* (Lepidoptera: Nymphalidae) larvae damaging *Cecropia hololeuca* (Rosales: Urticaceae) in the Zona da Mata, Minas Gerais, Brazil. *Florida Entomologist*, 98(2), 792-796.: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/18909/1/artigo.pdf>
- Teletchea, F., Bernillon, J., Duffraisse, M., Laudet, V. & Hänni, C. (2008). Molecular identification of vertebrate species by oligonucleotide microarray in food and forensic samples. *Journal of Applied Ecology*, 967-975. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01415.x>
- Thomas, C. (2017). *Inheritors of the Earth. How Nature Is Thriving in an Age of Extinction*. Public Affairs, New York. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=trJuDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Thomas,+C.+\(2017\).+Inheritors+of+the+Earth.+How+Nature+Is+Thriving+in+an+Age+of+Extinction.+&ots=JWYr_Zu9ZM&sig=d4RE4ZXjJ0tGt8vj4CIH_oGLB50#v=onepage](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=trJuDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Thomas,+C.+(2017).+Inheritors+of+the+Earth.+How+Nature+Is+Thriving+in+an+Age+of+Extinction.+&ots=JWYr_Zu9ZM&sig=d4RE4ZXjJ0tGt8vj4CIH_oGLB50#v=onepage)

[https://www.google.com/search?q=Thomas%20C.%20\(2017\).%20Inheritors%20of%20the%20Earth.%20How%20Nature%20Is%20Thriving%20in%20an%20Age%20of%20Extinction.&f=false](https://www.google.com/search?q=Thomas%20C.%20(2017).%20Inheritors%20of%20the%20Earth.%20How%20Nature%20Is%20Thriving%20in%20an%20Age%20of%20Extinction.&f=false)

- Trejo, I. & Dirzo, R. (2002). Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity & Conservation*, *11*, 2063-2084..
<https://link.springer.com/article/10.1023/a:1020876316013>
- Van Nieuwerkerken, E., Kaila, L., Kitching, I., Kristensen, P., Lees, D., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J., Simonsen, T., Wahlberg, N., Yen, S., Zahir, R., Adamski, D., Baixeras, J., Bartsch, D., Bengtsson, B., Brown, J., Bucheli, S. & Zwick, A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148(1), 212.
<https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3148.1.41>
- Van Bloem, S., Lugo, A. & Murphy, P. (2004). Regional Forest Types-Tropical Dry Forests.
https://tigerprints.clemson.edu/forestry_env_pub/20/
- Vargas-Zapata, M., Martínez-Hernández, N., Gutiérrez-Moreno, L., Prince-Chacon, S., Herrera-Colon, V. & Torres-Periñan, L. (2011). Riqueza y abundancia de Hesperioidea y Papilionoidea (Lepidoptera) en la Reserva Natural Las Delicias, Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, *16*(1), 43-60.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000100003
- Vonesh, J. (1998). Patterns of Richness and Abundance in a Tropical African Leaf-Litter Herpetofauna VONESH2001. *Biotropica* 33(3):502–10. doi: 10.1111/j.1744-7429.2001.tb00204.x.
- Warren, A., Davis, K., Stageland, E., Pelham, J. & Grishin N. (2013). *Illustrated List of American Butterflies*. <http://www.butterfliesofamerica.com/>
- Warren, A., Davis, K., Stageland, E., Pelham, J. & Grishin N. (2023). *Illustrated List of American Butterflies*. <http://www.butterfliesofamerica.com/>
- Willmott, K., Constantino, L.M. & Hall, J. (2001). A review of *Colobura* (Lepidoptera: Nymphalidae) with comments on larval and adult ecology and description of a sibling species. *Annals of the Entomological Society of America*, *94*(2), 185-196.
https://www.amazonian-butterflies.net/uploads/tx_psmpublication/Colobura_Willmott_et_al_2001.pdf

- Wright, S. & Muller-Landau, H. (2006). The future of tropical forest species 1. *Biotropica: The Journal of Biology and Conservation*, 38(3), 287-301. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1744-7429.2006.00154.x>
- Young, A. (1974). Some differences between temperate and tropical populations of Monarch (*Danaus plexippus*) and Queen (*Danaus filippus*) butterflies (Lepidoptera: Danaidae). *News* 85, 116-126 <https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCAL7536008888>
- Zhang, Z. (2013). Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703(1), 17-26. <https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.3148.1.2>
- Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J. & Jiang, G. (2008). Biomonitoring: an appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica chimica acta*, 606(2), 135-150. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267007018727>

CAPÍTULO 3.

Integración de códigos de barras de ADN en el inventario de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) en un paisaje de Bosque Seco Tropical

3.1 Resumen

Se obtuvieron y procesaron 1.693 secuencias del fragmento del gen mitocondrial Citocromo Oxidasa 1 (*Cox1*) perteneciente al complejo proteico transmembrana, involucrado en la respiración celular. El número de secuencias por familia fue: Nymphalidae (1.129), Pieridae (139); Hesperiiidae (137) y Riodinidae (134), Papilionidae (80) y Lycaenidae (74). Con base en los datos de códigos de barras de ADN, utilizando el algoritmo BLAST, se asignó identidad a 370 individuos cuya identificación morfológica no había sido posible, entre ellos 15 especies con caracteres diagnósticos deteriorados, 11 especies que solo contaban con asignación a nivel de género y 16 especies cuya identificación fue completamente molecular. Se corroboró el 78% de los nombres asignados previamente con base en morfología. La variabilidad en términos de distancia genética intraespecies fue del 0,14% al 2,30%, y entre especies varió entre 1,38% y 12,44%. Se construyó Fenograma bajo el método Neighbor joining y modelo de sustitución nucleotídica K2P, el cual agrupó 200 Unidades Taxonómicas Moleculares (MOTU's), a partir de divergencias nucleotídicas interespecíficas mayores al 2%. Todas las secuencias fueron subidas a la plataforma pública de bases de datos genéticos BOLDSystems, con información de georreferenciación, taxonomía, cobertura temporal e imágenes de cada individuo.

Palabras clave: Diversidad genética, MOTU, fenograma, marcador molecular

Integration of DNA barcoding into the butterflies inventory (Lepidoptera: Papilionoidea) of Ecoreserva La Tribuna, Tropical Dry Forest relict.

Abstract

1,693 sequences of the fragment of the mitochondrial gene Cytochrome Oxidase 1 (Cox1) of the transmembrane protein complex involved in cellular respiration were obtained and processed. The number of sequences was: Nymphalidae (1,129), Pieridae (139); HesperIIDae (137) and Riodinidae (134), Papilionidae (80) and Lycaenidae (74). Based on DNA barcoding data, using the BLAST algorithm, identity was assigned to 370 individuals whose morphological identification had not been possible, including 15 species with deteriorated diagnostic characters, 11 species with only genus-level assignment and 16 species whose identification was completely molecular. Intraspecific variability ranged from 0.14% to 2.30%, and between species it varied from 1.38% to 12.44%. A similarity phenogram was constructed using the Neighbor joining method and K2P nucleotide substitution model. Two hundred Molecular Taxonomic Units (MOTU's) were grouped, based on interspecific nucleotide divergences above 2%. All sequences were submitted to the public genetic database BOLDSystems, with georeferencing information, taxonomy, temporal coverage and images of each individual.

Key words: Genetic diversity, MOTU, phenogram, molecular marker

3.2 Introducción

La variación de marcadores moleculares permite la discriminación de especies a partir de fragmentos cortos de ADN (Teletchea et al., 2008), como la técnica del código de barras o “DNA *Barcode*” basada en la variación haplotípica intra e interespecífica (Vera et al, 2012). Para Hebert (2003), una de las principales regiones *Barcode*, en el caso de animales, es la secuencia de unos 648pb de la subunidad 1 de la proteína transmembrana Citocromo C Oxidasa

(*CoxI*), en tanto que los aminoácidos codificados por una sección de este gen mitocondrial son suficientes en la discriminación y agrupación de las especies. Este marcador funciona en todos los filos, excepto en Cnidaria (Hebert et al., 2004; Shearer et al., 2022).

La región *CoxI* mitocondrial permite distinguir entre variación interespecífica, para poder ubicar especies emparentadas, pero a su vez variación intraespecífica, para agrupar haplotipos compartidos por individuos de una misma especie. Esta organización se basa en el concepto de Barcoding GAP, que es justamente el porcentaje de variación delimitada para los diferentes grupos (Meyer & Paulay, 2005; Paz & Rinkevich, 2021).

Estudios previos han demostrado la utilidad del uso del *CoxI* en la delimitación de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) y la consecuente construcción de filogenias. No solo es herramienta complementaria en la identificación de especies ya delimitadas, sino que se ha convertido en herramienta clave en el descubrimiento de entidades no descritas previamente, muchas de ellas pertenecientes a complejos de especies. Para el grupo, se ha evidenciado que dicha región puede resolver más del 96% de las identificaciones (Hebert et al., 2003).

En el presente estudio se comprobó la efectividad de la región *CoxI* en la identificación y agrupación de taxones de mariposas en un paisaje de Bs-T el cual comprende mosaicos de regeneración natural y al mismo tiempo áreas alteradas por tipologías de disturbio, como extracción de hidrocarburos. La región permitió la resolución taxonómica de grupos complejos morfológicamente como Riodinidae, Lycaenidae y Hesperiididae y propició un rápido y efectivo levantamiento de la línea base de diversidad taxonómica y genética para la zona de estudio.

3.3 Métodos

Se seleccionaron 1.805 ejemplares representantes de las diferentes especies o morfoespecies separadas previamente como entidades biológicas. Se extrajo, de ser posible, la mesopata derecha, siguiendo los protocolos del “Canadian Centre for (DNA) barcoding”. Para individuos con longitud del soma menor a 1cm se extrajo meso y metapata. Los tejidos fueron preservados en alcohol al 96% y congelados a -20°C, hasta la amplificación y posterior secuenciación del

fragmento de interés. La secuenciación se realizó en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Palmira (Valle, Colombia), bajo el protocolo Ivanova, et al. (2006) y en el “*Canadian Centre for (DNA) Barcoding en Guelph*” (Ontario, Canadá).

Se secuenció el fragmento *Barcode Cox1*, en ambos sentidos de la cadena, usando los primers Forward LEP F1 (ATTCAACCAATCATAAAGATATTGG) y Reverse (LEP R1) (TAAACTTCTGGATGTCCAAAAAATCA) (Hebert et al., 2004). Los cromatogramas fueron editados en el software bioinformático Geneious Prime, versión 10.09, obteniendo una secuencia consenso por cada entidad. Se subieron a las bases genéticas 1.786 fotografías de adultos en vista dorsal-ventral y otras solo en vista lateral, tomadas con cámara réflex digital Nikon 3200.

3.3.1 Inferencias genéticas

Para estimar en términos numéricos las distancias genéticas de cada entidad taxonómica (MOTU), se realizó un fenograma bajo el método *Neighbor joining* y modelo de *sustitución* nucleotídica Kimura two-parameter (K2P). Se excluyeron secuencias fuera del rango de longitud de pb (200-1.000) y secuencias con codones de parada y/o contaminadas. Fue editado en el visor gráfico *FigTree*, versión 1.4.4, asociando las fotografías originales de algunos taxones. Para el cotejo de las secuencias, se utilizó la función Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) del National Library of Medicine, que asocia los datos de GenBank.

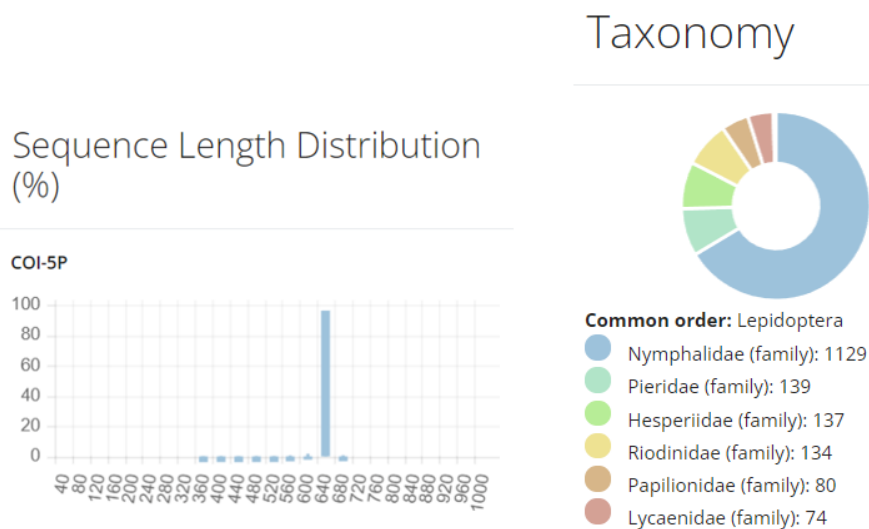
3.4 Resultados

3.4.1 Estimativos de diversidad

De 1.805 lepidópteros priorizados, se obtuvo un total de 1.693 secuencias del fragmento *Cox1*. De ellos, 108 se excluyeron de los análisis, por codificar para organismos diferentes, tener codones de parada o algún tipo de contaminación. Las secuencias con codones de parada podrían deberse a que se secuenciaron fragmentos mitocondriales nucleares (NUMT's), derivados de una posible amplificación de secciones de ADN nuclear, homólogos a los fragmentos mitocondriales.

Se corroboró el 78% de las identificaciones previas basadas en morfología. El 6,8% de las entidades pusieron en duda asignaciones morfológicas, aspecto que se evaluó con un nuevo estudio morfológico del ejemplar, consulta bibliográfica y con expertos. La estructura morfológica importante para el diagnóstico de algunos individuos de menor tamaño presentaba alto estado de deterioro, por lo que la identificación se logró con base a las secuencias: *Anteros formosus*, *Atalopedes campestris*, *Burnsius adepta*, *Caria rhacotis*, *Cecropterus dorantes*, *Chlosyne lacinia*, *Hades noctula*, *Hylephila phyleus*, *Lerema liris*, *Microceris dulcinea*, *Mylon maimon*, *Pseudodebis celia*, *Symmachia xypete*, *Tmolus echion* y *Zariaspes mys*.

El 96,13% de las secuencias del fragmento del gen Citocromo C oxidasa, presentaron una longitud promedio de 640 pb. (Ver Figura 3.1).



Calculado de BOLDSystems, 2022. (http://boldsystems.org/index.php/TaxBrowser_Home)

Figura 3.1.

Longitud de las secuencias Cox1 y categorización taxonómica a nivel de familia para la comunidad de Lepidoptera de la Ecoreserva La Tribuna.

3.4.2 Diversidad genética

Las familias con mayor número de individuos secuenciados fueron Nymphalidae (1.129), Pieridae (139); Hesperiidae (137) y Riodinidae (134). Las que cuentan con menor número de

secuencias para el caso particular del ensamblaje de la Ecoreserva La Tribuna son Papilionidae (80) y Lycaenidae (74).

A nivel de composición nucleotídica, en la región Cox1 hay una mayor representatividad de Adenina y Timina, constituyendo el 30,10% y el 39,97% de la composición general promedio, respectivamente. Guanina es la de menor representatividad, con una frecuencia promedio del 14,37%.

El 92,48% de la divergencia intraespecífica (haplotipos pertenecientes al mismo grupo de especies), se mantuvo entre el 0-1%. Menos del 5% presentó variabilidad entre el 1-2%. El registro más alto fue para los haplotipos dentro de *Dryas iulia* y *Hamadryas februa* con el valor máximo de 2,304% en divergencia intraespecífica. El promedio general de divergencia intraespecífica es del 0,22% (Ver Figura 3.2).

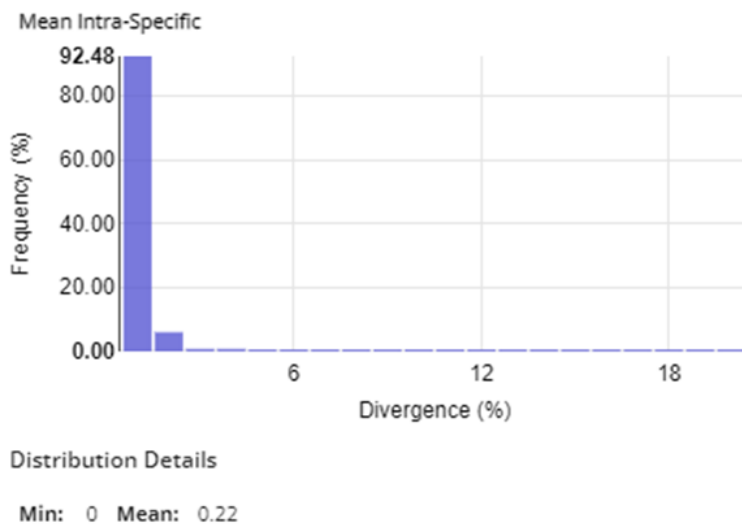


Figura 3.2.

Datos de divergencias intraespecíficas.

Nota. En el eje X se registra el porcentaje de divergencia nucleotídica al interior de cada MOTU. En el eje Y la frecuencia relativa de cada uno de los valores.

En cuanto a la divergencia interespecífica, se evaluó el porcentaje de separación de las entidades con menor distancia. Aproximadamente el 18,34% de los MOTU evidenciaron distancias entre el

8 y 10% respecto a sus vecinos cercanos (Ver Figura 3.3). Los valores máximos alcanzados son de 12,44% para *Melete lycimnia* (Pieridae), respecto a sus vecinos cercanos *Manataria maculata* (Nymphalidae) y *Consul fabius* (Nymphalidae). Especies como *Burnsius orcus*, *Timochreon satyrus*, *Eurema albula*, *Hamadryas iphthime* y *Hamadryas feronia*, presentan divergencias inferiores al 2% con sus vecinos más cercanos, sin embargo, con base a caracteres moleculares y cotejo de secuencias homólogas, se definen como unidades taxonómicas independientes.

Material suplementario 7: Valores porcentuales de divergencia intra e interespecífica en las especies de mariposas de la Ecoreserva La Tribuna.

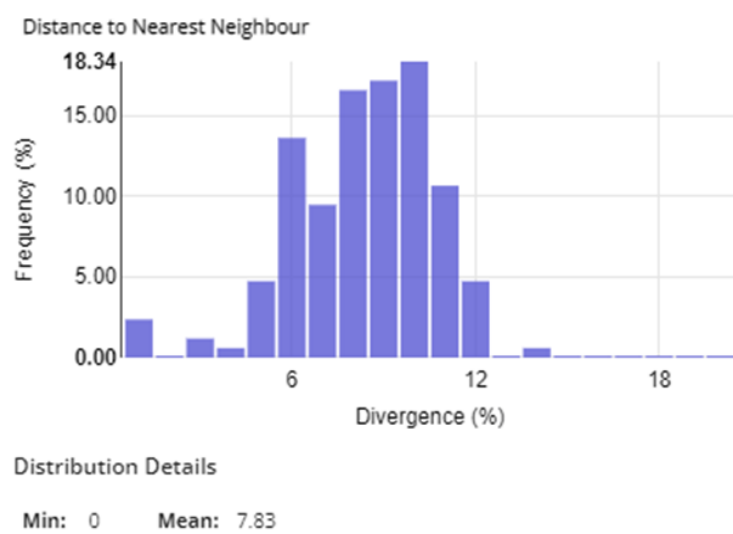


Figura 3.3.

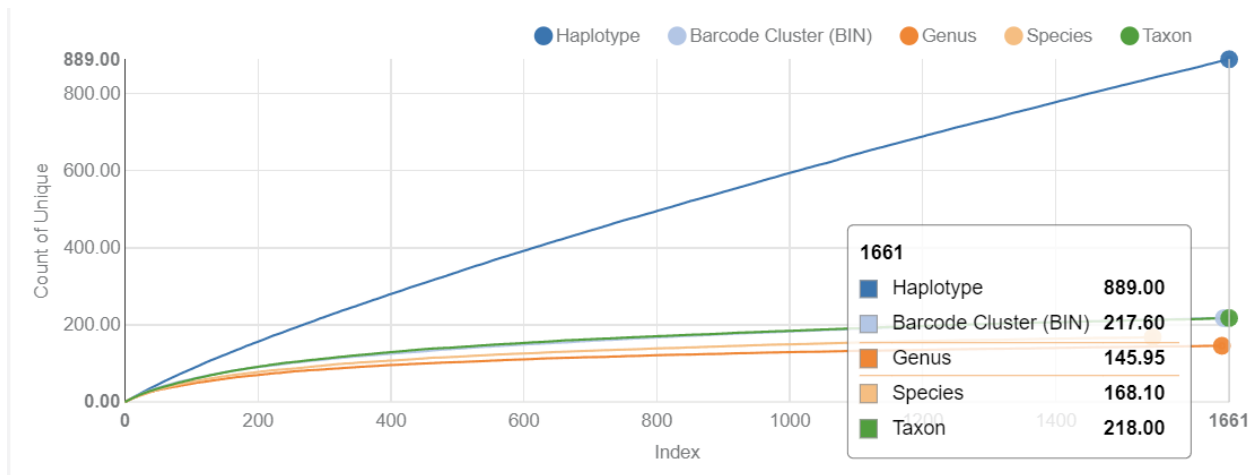
Datos de divergencias interespecíficas.

Nota. En el eje X se registra el porcentaje de divergencia nucleotídica de vecinos cercanos. En el eje Y la frecuencia relativa de cada uno de los valores.

La mayoría de los resultados en la variación intraespecífica son valores inferiores al 2%, corroborando el valor estandarizado para el Barcode GAP en lepidópteros (Hebert, et al., 2003). Aquellos individuos que solo cuentan con una secuencia (**) dentro del fenograma, evidentemente presentan un valor de 0%; sin embargo, hay valores de 0% que bien podrían corresponder a secuencias con varios representantes, pero nula variación nucleotídica entre ellos, para la región *CoxI*.

En cuanto a las curvas de acumulación se elaboraron para las categorías taxonómicas y para el Barcode Index Number (BINs), el modelo al cual se ajusta la curva de haplotipos es continuamente creciente, lo que era de esperarse ya que la variación de alelos es alta y es menos probable que dos individuos manifiesten el mismo haplotipo, aun cuando pertenezcan a una misma especie (Iniesta et al., 2005).

A través de los algoritmos de BOLDSystems, se calculó el número de BINS totales, independientemente de la asignación taxonómica que se realizó con base a caracteres morfológicos. De todas las secuencias subidas a la plataforma genética, se determinaron 65 singletons BINs, 149 BINs concordantes, en los cuales se corroboró la coincidencia entre el nombre asignado previamente y la asignación genética para dicha entidad.



Nota. Randomizado a 100 iteraciones, bajo el algoritmo BOLD Aligner (Amino Acid Based HMM).

Figura 3.4

Curvas de acumulación de subfamilias, géneros, especies y haplotipos de la comunidad de Lepidoptera: Papilionoidea

Tal cual se observa en la gráfica, en un modelo extrapolado, 168 especies podrían estar representadas por 889 haplotipos y para este caso 218 BINs, esto habla de posibles especies que se agruparon bajo la misma OTU, pero que podrían ser quizá especies crípticas con variación genética intraespecífica alta (Ver Figura 3.4).

3.4.3 Fenograma NJ Papilionoidea y resolución de inconsistencias taxonómicas

El fenograma de la comunidad se editó con base al barcode GAP para Lepidoptera. Nodos con divergencias intraespecíficas menores al 2% fueron colapsados y agrupados como una única unidad. Con base a esto, se agruparon 200 Unidades Taxonómicas Moleculares (MOTU), pertenecientes a 142 géneros (Hebert et al., 2003).

Material suplementario 8: Fenograma NJ mariposas Ecoreserva La Tribuna.

https://drive.google.com/drive/folders/1ejmSnKYXJUUQeoCw5Bp_XxFYjsNNalbZ?usp=share_link

En la mayoría de las entidades, las agrupaciones coincidieron con las identificaciones morfológicas previas, salvo para ciertos individuos dentro de los géneros *Archaeoprepona* (N), *Prepona* (N), *Adelpha* (N), *Battus* (P), *Eurema* (Pi), *Pyrisitia* (Pi), *Gorgythion* (H), *Achlyodes* (H), *Burnsius* (H) y *Heliopetes* (H). Al analizar las agrupaciones se pudo determinar errores o inconsistencias en la asignación de identidad taxonómica.

Material suplementario 9: Fenogramas de similitud genética de agrupaciones inconsistentes.

Género *Archaeoprepona* Fruhstorfer, 1915 (Nymphalidae: Charaxinae)

Bajo criterios morfológicos de coloración alar, dorsal y ventral, se consideró inicialmente la presencia de la especie *Archaeoprepona demophon* (Linnaeus, 1758), con registro de 27 individuos recolectados en la Ecoreserva La Tribuna. Con base en las agrupaciones obtenidas, se determinó la existencia de tres MOTU's diferentes dentro del género. Una vez cotejadas con secuencias homólogas en las bases de datos y revisando de nuevo los caracteres morfológicos, se identificaron dos especies adicionales: *Archaeoprepona demphoon* (Hübner, [1814]), con una divergencia interespecífica frente a sus vecinos más cercanos del 8,95% y *Archaeoprepona amphimachus* (Fabricius, 1775), del 7,71%. (Ver Material suplementario 9).

Género *Prepona* Boisduval, 1836 (Nymphalidae: Charaxinae)

Con base al patrón de coloración alar, la forma y ubicación de las manchas oclares ventrales del ala posterior, se determinó la presencia de *Prepona laertes* (Hübner, [1811]), la cual tuvo una

representatividad de 14 individuos durante el muestreo. Al analizar las agrupaciones NJ en el fenograma de similitud de secuencias, se determina que la variación “intraespecífica” era de 4,608%, lo que indicaba entidades diferentes. A partir de dicha alerta y revisando nuevamente los individuos, se identifican dos subespecies: *P. laertes louisa* Butler, 1870 y *P. laertes amesia* Fruhstofer, 1905; que están siendo estudiadas en la revisión del género en curso. Partiendo de datos biológicos, morfológicos, ecológicos y ahora genéticos, quizá tengan nuevas asignaciones como especies. (Ver Material suplementario 9).

Género *Adelpha* Hübner, [1819] (Nymphalidae: Limenitidinae)

El género *Adelpha*, presenta diversas dificultades taxonómicas y patrones de coloración confusos, que ha llevado a una serie de cambios nomenclaturales y falta de consensos sistemáticos (Domínguez, 2016). Inicialmente las identificaciones basadas en caracteres morfológicos, para las especies que habitan la Ecoreserva La Tribuna, evidenciaban la presencia de 5 entidades: *Adelpha iphichus* (Linnaeus, 1758), *Adelpha iphicleola* (Bates, 1864), *Adelpha basiloides* (Bates, 1865), *Adelpha erotia* (Hewitson, 1847) y *Adelpha cytherea* (Linnaeus, 1758). Una vez se obtiene el fenograma, se observa que en una misma agrupación haplotípica o MOTU quedaron ubicados 3 individuos nombrados como spp. diferentes, cuya variación morfológica no es tan evidente.

Con base a dichos resultados se hizo búsqueda de secuencias homólogas, que posibilitaron el contraste, se asignaron los nombres corregidos y se corroboró con caracteres morfológicos detallados en Domínguez (2016). No hay variación intraespecífica dentro de *A. erotia* y *A. cytherea*. El porcentaje de divergencia al interior de las especies es del 0,15% para *A. basiloides* y del 0,768% para *A. iphichus*. Tras el cotejo con secuencias en bases de datos, se determina que *Adelpha* sp., un singleton en los muestreos, es la especie *Adelpha serpa* (Boisduval, 1836) (Ver Material suplementario 9).

Género *Battus* Scopoli, 1777 (Papilionidae: Papilioninae)

Para el género *Battus*, se separaron inicialmente dos entidades diferentes; sin embargo, solo una de ellas tenía asignación taxonómica a nivel de especie: *Battus ingenuus* (Dyar, 1907). Las agrupaciones permitieron detectar los códigos asociados a las entidades desconocidas, por lo que

tras hacer el cotejo con secuencias homólogas se determina que la otra entidad es *Battus lycidas* (Cramer, 1777), la cual cuenta con 3 registros genéticos para el caso de La Tribuna. El porcentaje de divergencia interespecífica entre las dos especies del género es de 8,29%. (Ver Material suplementario 9).

Género *Eurema* Hübner, 1819 (Pieridae: Coliadinae)

Las mariposas de la familia Pieridae, aunque comunes y de amplia distribución, presentan en ciertas ocasiones características confusas que tienden a llevar a identificaciones erradas, en especial aquellas de tamaño medio, que comparten patrones de coloración alar en tonos amarillo. Con base al fenograma se detectó la identificación errada de algunas especies del género *Eurema*. La especie *Eurema hecabe* (Linnaeus, 1758), no presenta distribución Neotropical, por ende, el único individuo que había sido identificado como tal, pasa a ser nombrado como *Eurema phiale* (Cramer, 1775), corroborado a través de morfología y con base a las agrupaciones basadas en distancias. El porcentaje de divergencia intraespecífica de *E. phiale* es 0,367% (Ver Material suplementario 9).

Género *Pyrisitia* Butler, 1870 (Pieridae: Coliadinae)

Bajo una situación similar a la descrita para el género *Eurema*, en especies del género *Pyrisitia* suceden confusiones similares, dada las características de coloración alar compartidas, que convocan a explorar otras cualidades morfológicas para su identificación. Se determinó que dos individuos de *Pyrisitia nise* (Cramer, 1775) fueron mal identificados, confundidos con *Eurema* sp., y *Pyrisitia venusta* (Boisduval, 1836), (antes *Eurema venusta*), la cual está presente en La Ecoreserva La Tribuna, sin embargo, no cuenta con secuencias de ADN asociadas. La divergencia intraespecífica para máxima en *P. nise* es de 1,075%. A nivel interespecífico, en comparación con las demás especies del género, la variación es de 9,5% (Ver Material suplementario 9).

Género *Achlyodes* Hübner, [1819] (Hesperiidae: Pyrginae)

En identificaciones previas al proceso de secuenciación, se estimó la presencia de la especie *Achlyodes busirus*, representada en 6 individuos. Una vez obtenido el fenograma de similitud, las agrupaciones arrojaron la presencia de dos MOTU con divergencia interespecífica del 7,68%. Una vez realizado el cotejo, se identificaron dos especies dentro del género: *A. busirus* (Cramer, 1779) y *Achlyodes thraso* (Hübner, [1807]), esta última con representación de dos individuos para la cobertura Chaparral. La divergencia intraespecífica en la región *CoxI* de los cinco individuos secuenciados de *A. busirus* es nula, mientras que la de *A. thraso* es de 0,15% (Ver Material suplementario 9).

Género *Burnsius* Grishin, 2019 (Hesperiidae: Pyrginae)

Dentro del género *Burnsius* (antes *Pyrgus*), se enlistaron inicialmente 3 especies: *Burnsius oileus* (Linnaeus, 1767), *Burnsius orcus* (Stoll, 1780) y *Burnsius adepta* (Plötz, 1884). Tras las agrupaciones genéticas, el único individuo identificado como *B. oileus* se situó en un mismo MOTU, junto con *B. orcus*. Con base a la revisión morfológica se corrobora el error en la identificación. Las dos especies del género, presentes en la Ecoreserva La Tribuna, tienen una divergencia interespecífica de 5,09%. Las distancias genéticas del *CoxI*, al interior de *B. orcus*, difieren en 0,153% (Ver Material suplementario 9).

Género *Heliopetes* Billberg, 1820 (Hesperiidae: Pyrginae)

Con base a caracteres morfológicos, se determinó inicialmente la presencia de dos especies para el género: *Heliopetes arsalte* (Linnaeus, 1758) y *Heliopetes domicella* (Erichson, [1849]). Individuos identificados previamente como *H. arsalte*, tras las agrupaciones NJ, quedaron distribuidos en tres diferentes grupos, lo que orientó una nueva revisión. Se determinaron variaciones en patrones de coloración alar; sin embargo, la resolución taxonómica se logró usando la herramienta BLAST. Se concluye la presencia de 4 especies para la Ecoreserva La Tribuna: *Heliopetes arsalte*, *Heliopetes alana*, *Heliopetes* sp., y *Heliopetes domicella*. Esta última, presenta una mayor similitud genética (5,401%) con el género *Burnsius*. *Heliopetes alana* no presenta divergencia intraespecífica, mientras que en *H. arsalte* es del 0,154%. Al

interior del género, las divergencias interespecíficas oscilan entre el 5,68% y el 7,153% (Ver Material suplementario 9).

3.5 Discusión

Identificación de especies con caracteres moleculares

En vista del rigor que le convoca al trabajo taxonómico entomológico, se hace complejo la identificación rápida de especies, por lo que muchas entidades quedan enlistadas en las líneas base de biodiversidad como “*morfotipos*” y algunas de ellas con asignación taxonómica a género, subfamilia o familia. Familias como HesperIIDae, Lycaenidae y Riodinidae, presentan ciertas dificultades taxonómicas, que convocan a estudios profundos del ejemplar, que muchas veces incluye disección de órganos genitales. Las herramientas moleculares son útiles para minimizar el tiempo y el trabajo invertido en los inventarios, en tanto que contribuyen a identificaciones precisas y confiables de entidades a las cuales, bajo ciertas circunstancias, es difícil asignarle un nombre.

Con el algoritmo BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) y el buscador taxonómico de BOLD (http://boldsystems.org/index.php/TaxBrowser_Home) se identificaron aproximadamente 370 individuos, los cuales contaban con una identificación a género o familia. Las entidades que se identificaron únicamente con base a la secuencia genéticas fueron: HesperIIDae (*Callimormus* sp., *Achlyodes thraso*, *Gorgythion beggina*, *Sostrata bifasciata*, *Cecropterus dorantes*, *Microceris scylla*, *Nascus broteas* y *Hyalothyruus neleus*). Lycaenidae (*Calycopis* sp., *Michelus* sp., *Chlorostrymon simaethis* y *Ministrimon* sp.). Riodinidae (*Hades noctula*, *Parcella amarynthina*, *Symmachia xypete* y *Aricoris erostratus*).

Otras tantas contaban con asignaciones solo a nivel de género. A partir de las secuencias del *Cox1*, se pudo precisar la categoría taxonómica más baja posible para: Nymphalidae (*Adelpha serpa*, *Hypoleria ocalea*, *Cissia pompilia* y *Taygetis rufomarginata*). HesperIIDae (*Spicauda simplicius*, *Spicauda teleus* y *Troyus fantasos*). Riodinidae (*Mesene phareus* y *Juditha caucana*). Lycaenidae (*Strephonota tephraeus*). Papilionidae (*Battus lycidas*).

Algunas especies (31) de la Ecoreserva, no contaban con registros previos de asociación a ecosistemas de Bosque seco Tropical (Henaó & Gantiva, 2020); la mayoría de ellas de la familia Hesperiiidae, identificadas gracias a la combinación de caracteres moleculares y morfológicos:

Cecropterus dorantes (Stoll, 1790); *Cephise aelius* (Plötz, 1880); *Hyalothyris neleus* (Linnaeus, 1758); *Pseudonascus broteas* (Cramer, 1780); *Atalopedes campestris* (Boisduval, 1852); *Lerema liris* Evans, 1955; *Hoodus pelopidas* (Fabricius, 1793); *Milanion marciana* Godman & Salvin, 1895; *Mylon maimon* (Fabricius, 1775); *Polycitor polycitor* (Prittowitz, 1868); *Sostrata bifasciata* (Ménétriés, 1829); *Trina geometrino* (C.Felder & R.Felder, 1867); *Microceris dulcinea* (Plötz, 1879); *Catonephele mexicana* Jenkins & R. G. Maza, 1985; *Dynamine arene* Hübner, 1818; *Dynamine colombiana* Talbot, 1932; *Marpesia berania* (Hewitson, 1852); *Heterosais giulia* (Hewitson, [1855]); *Heliconius eleuchia* (Hewitson, [1854]); *Adelpha cytherea* (Linnaeus, 1758); *Adelpha paraena* (Bates, 1865); *Amphidecta callioma* Felder, 1862; *Cissia pseudoconfusa* Singer, DeVries & P. Ehrlich, 1983; *Taygetis larua* Felder, 1867; *Protesilaus telesilaus* (Felder & Felder, 1864); *Caria plutargus* (Fabricius, 1793); *Caria rhacotis* (Godman & Salvin, 1878); *Juditha caucana* (Stichel, 1911); *Mesene phareus* (Cramer, 1777); *Nothome erota* (Cramer, 1780); *Symmachia xypete* Hewitson, 1870. Esto refuerza la necesidad de seguir realizando estudios de diversidad en zonas inexploradas, en tanto que los fragmentos aún vigentes en la región del río Magdalena, al estar bastante aislados de los demás parches, exhiben especies diferentes en relación con el Bs-T.

Integración de códigos de barras de ADN

El principio que rige el uso de metodologías estándar de fragmentos cortos de ADN, como regiones comparativas para estudios taxonómicos y filogenéticos, se basa en la posibilidad de cotejar secuencias homólogas en bases de datos. A nivel global, en la plataforma universal BOLDSystems, la clase Insecta cuenta 11.930.662 de secuencias y el orden Lepidoptera es, justamente, uno de los grupos que mayor número de secuencias del fragmento corto del Citocromo Oxidasa 1 presenta, con 2.100.081 registros, ocupando el segundo lugar, superado sólo por el orden Diptera (5.752.957). Si bien, los registros genéticos de lepidópteros pertenecen a 136 familias, el número de secuencias para las 7 familias de Papilionoidea no es nada

despreciable, contando con un total de 234.050, de las cuales la familia Nymphalidae evidencia la mayor representatividad (90.364).

A nivel mundial de las secuencias totales de Lepidoptera, 475.436 han sido aportadas por las investigaciones en el Área de Conservación de Guanacaste (ACG, 2019) (Hebert et al., 2004; Janzen et al., 2005; Janzen et al., 2009). Con base a esto, la comparación de las secuencias de mariposas de la Ecoreserva, con las disponibles en las bases de datos, presenta un alto grado de confiabilidad, en tanto que son varios los haplotipos compartidos con el territorio costarricense. A diferencia de otros lugares, para Colombia el Bs-T no contaba, previo al presente trabajo, con representatividad de secuencias de la superfamilia Papilionoidea.

El fenograma bajo el método *Neighbor joining* (NJ) y modelo de sustitución nucleotídica Kimura two-parameter (K2P), permitió la correcta discriminación entre 200-201 Unidades Taxonómicas Moleculares (MOTU's), a través de las variaciones intraespecíficas, que nunca superaron el 2,3%, corroborando el *Barcoding* (GAP) esperado para Lepidoptera. Además, soportó un alto porcentaje de las identidades obtenidas según criterios morfológicos. La divergencia nucleotídica interespecífica fue superior al 2,503%, salvo en *Burnsius orcus*, *Hamadryas iphthime*, *Hamadryas feronia*, *Timochreon satyrus* y *Eurema albula*; especies que fácilmente podrían ser motivo de discusión posterior, porque podrían indicar especiación o incluso hibridación reciente (Hajibabaei et al., 2007), en tanto que su morfología externa y patrones de coloración alar son bastante similares a sus vecinos cercanos; por lo que se sugiere el estudio de morfología interna, basada en estados de caracteres y atributos de las genitalias. La composición nucleotídica corresponde a lo esperado para fragmentos de genomas mitocondriales, en los cuales es mayor la frecuencia de Adenina, en tanto su papel en la función energética y la relación con el potencial de membrana mitocondrial (Hoy, 2003; Cuadros, 2013). Los valores oscilaron entre 39,97% para Adenina-Timina y 14,37% para Citosina-Guanina.

Para muchos MOTU's, no se contó con el suficiente número de ejemplares que permitiera inferir el promedio de variabilidad intraespecífica, por lo que se hace necesario, en aras de una mejor estimación de la diversidad genética de la zona, ampliar los muestreos de especies raras o singletons, tales como: *Mechanitis lysimnia*, *Panthiades phaleros*, *Burnsius adepta*, *Cecropterus dorantes*, *Taygetis larua*, *Phoebis philea*, *Heliopetes domicella*, *Hylephila phyleus*, *Tmolus echion*, *Atalopedes campestris*, *Phoebis statira*, *Symmachia xypete*, *Adelpha erotia*,

Athesis clearista, Pseudodebis celia, Caria rhacotis, Heraclides astyalus, Lerema liris, Danaus eresimus, Anteros formosus, Opsiphanes cassina, Opsiphanes tamarindi, Mylon maimon, Zariaspes mys, Siproeta stelenes, Microceris dulcinea, Archaeoprepona demophoon, Diaethria clymena, Milanion marciana, Chlosyne lacinia y Hades noctula.

Las 108 secuencias contaminadas o con codones de parada, son evidencia de que el código de barras genético por sí solo, si no se analiza a la luz de otros aspectos sistemáticos, podría generar confusión. La presencia de codones de parada está relacionada con la secuenciación de fragmentos mitocondriales nucleares (NUMT's), derivados de una posible amplificación de secciones de ADN nuclear, homólogos a genes propios del genoma mitocondrial. Esta es una de las controversias que más sale a relucir respecto a las dificultades que puede presentar la región *Cox1* en su aplicabilidad taxonómica (Silva-Brandão et al., 2009).

El número de BINs supera al número de especies taxonómicamente registradas. Esto podría deberse a especies crípticas que hay dentro de la comunidad de mariposas, que pasaron inadvertidas. De igual forma, algunos ejemplares con un único individuo, morfológicamente se encontraban sumamente deteriorados, por lo que fueron cotejados únicamente con la concordancia genética en secuencias de referencia.

La no implementación del código de barras genético hubiese constituido la subestimación de riqueza para la Ecoreserva La Tribuna, en taxones con poca variabilidad externa como la familia Hesperidae. De manera similar hubiese ocurrido con la familia Lycaenidae, donde la mayoría de las especies registradas fueron singletons, con el agravante de estar en condiciones morfológicas no óptimas para su identificación. Se pone de manifiesto que la identificación de lepidópteros a través de fragmentos cortos de ADN, en conjunción con caracteres morfológicos y datos de distribución, no sólo es sencilla, sino económica y tiempo-efectiva en inventarios rápidos de biodiversidad.

REFERENCIAS

- Área de Conservación Guanacaste [ACG]. (2019). *Fuente de Vida y Desarrollo*. <https://www.acguanacaste.ac.cr/index.php>
- BOLDSystems. (2022, 20 November). System. http://boldsystems.org/index.php/TaxBrowser_Home
- Contreras, A. (2007). *La sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad*. UAEH. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=udPjXgdYi_wC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Contreras,+A.,+Cuevas,+C.,+Goyenechea,+I.+%26+Iturbe,+U.+\(Eds\).+\(2007\).+La+sistem%C3%A1tica,+base+del+conocimiento+de+la+biodiversidad.+&ots=bAkjoqss0t&sig=6ncNujsTsNRsODIQp6PZuBWXZik#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=udPjXgdYi_wC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Contreras,+A.,+Cuevas,+C.,+Goyenechea,+I.+%26+Iturbe,+U.+(Eds).+(2007).+La+sistem%C3%A1tica,+base+del+conocimiento+de+la+biodiversidad.+&ots=bAkjoqss0t&sig=6ncNujsTsNRsODIQp6PZuBWXZik#v=onepage&q&f=false)
- Cuadros, M. (2013). *Efecto de las mutaciones en el ADN mitocondrial sobre la expresión de genes implicados en la función mitocondrial*. [Tesis de pregrado Universitat Autònoma de Barcelona]. Repositorio institucional <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/113563/mca1de1.pdf>
- Domínguez, K. (2016). Sistemática y distribución del género *Adelpha* Hübner, [1819] (Lepidoptera: Nymphalidae: Limenitidinae) en Colombia. *Escuela de Biociencias*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58781>
- Hajibabaei, M., Singer, G., Clare, E. & Hebert, P. (2007). Design and applicability of DNA arrays and DNA barcodes in biodiversity monitoring. *BMC Biol.* 5, 24 <https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-24>
- Hebert, P., Ratnasingham, S. & De Waard, J. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(1), S96-S99. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0025>
- Hebert, P., Penton, E., Burns, J., Janzen, D. & Hallwachs, W. (2004). Ten species in one: DNA barcoding reveals cryptic species in the neotropical skipper butterfly *Astraptes fulgerator*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101, 14812-14817. <https://doi.org/10.1073/pnas.0406166101>
- Henao, E. & Gantiva, C. (2020). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea-Papilionoidea) del bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia. Conociendo la diversidad en un ecosistema amenazado. *Boletín. Científico Museo Historia Natural. Universidad de Caldas*, 24 (1), 150-196. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/boletincientifico/article/view/333>
- Hoy, M. (2003). DNA, Gene Structure, and DNA Replication. *Insect molecular genetics. An introduction to principles and applications. 2nd edn. Academic Press, Amsterdam, Netherlands*, 4-26. <https://doi.org/10.1016/b978-012357031-4/50020-0>

- Iniesta, R., Guinó, E. & Moreno, V. (2005). Análisis estadístico de polimorfismos genéticos en estudios epidemiológicos. *Gaceta Sanitaria*, 19(4), 333-341. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112005000400011&lng=es&tlng=es
- Ivanova N., Dewaard J. & Hebert P. (2006). An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering highquality DNA. *Molecular Ecology Notes* 6: 998-1002. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01428.x>
- Janzen, D. H., Hajibabaei, M., Burns, J. M., Hallwachs, W., Remigio, E. & Hebert, P. D. (2005). Wedding biodiversity inventory of a large and complex Lepidoptera fauna with DNA barcoding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1462), 1835-1845. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1609230/>
- Janzen, D., Hallwachs, W., Blandin, P., Burns, J., Cadiou, J., Chacon, I., Dapkey, T., Deans, A., Epstein, M., Espinoza, B., Franclemont, J., Haber, W., Hajibabaei, M., Hall, J., Hebert, P., Gauld, I., Harvey, D., Hausmann, A., Kitching, I., Lafontaine, D., Landry, J., Lemaire, C., Miller, J., Miller, J., Miller, L., Miller, S., Montero, J., Munroe, E., Green, S., Ratnasingham, S., Rawlins, J., Robbins, R., Rodriguez, J., Rougerie, R., Sharkey, M., Smith, M., Solis, M., Sullivan, J., Thiaucourt, P., Wahl, D., Weller, S., Whitfield, J., Willmott, K., Wood, D., Woodley, N. & Wilson, J. (2009). Integration of DNA barcoding into an ongoing inventory of complex tropical biodiversity. *Molecular Ecology Resources* 9, 1–26. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1755-0998.2009.02628.x>
- Janzen, D. H. & Hallwachs, W. (2016). DNA barcoding the Lepidoptera inventory of a large complex tropical conserved wildland, Area de Conservacion Guanacaste, northwestern Costa Rica. *Genome*, 59(9), 641-660. <https://cdsciencepub.com/doi/full/10.1139/gen-2016-0005@gen-iblf.issue01>
- Marín, M., Álvarez, C., Clavijo, A. & Marín, A. (2015). Mariposas en la Reserva Natural El Romeral: Aporte de vertientes para la conservación de la diversidad regional. *I Congreso Latinoamericano y II Nacional De Alta Montaña Tropical: Desafíos Ante el Cambio Climático de los Ecosistemas*. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/7697>
- Meyer, C. & Paulay, G. (2005). DNA Barcoding: Error Rates Based on Comprehensive Sampling. *PLoS Biol* 3(12): e422. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030422>
- Nakahara, S., Marín, M. & Mitsuhashi, W. (2012). First records for *Cissia themis* (Lepidoptera: Nymphalidae) from Colombia and Venezuela. *Revista Colombiana De Entomología*, 38(2), 359–362. <https://doi.org/10.25100/socolen.v38i2.9019>
- Paz, G. & Rinkevich, B. (2021) Gap analysis of DNA barcoding in ERMS reference libraries for ascidians and cnidarians. *Environmental Sciences Europe* 33. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00449-9>

- Peña, C. & Lamas, G. (2005). Revision of the butterfly genus *Forsterinaria* Gray, 1973 (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *Revista Peruana de Biología* 12: 5-48 http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332005000100002&script=sci_arttext
- Silva-Brandão, K., Lyra, M. & Freitas, A. (2009). Barcoding Lepidoptera: current situation and perspectives on the usefulness of a contentious technique. *Neotropical Entomology*, 38, 441-451. <https://www.scielo.br/j/ne/a/Sdx8tyfJjpwmSbKB5Wq668n/abstract/?lang=en>
- Shearer, T.L., van Oppen, M.J.H., Romano, S.L. & Wörheide, G. (2002), Slow mitochondrial DNA sequence evolution in the Anthozoa (Cnidaria). *Molecular Ecology*, 11: 2475-2487. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294X.2002.01652.x>
- Teletchea, F., Bernillon, J., Duffraisse, M., Laudet, V. & Hänni, C. (2008). Molecular identification of vertebrate species by oligonucleotide microarray in food and forensic samples. *Journal of Applied Ecology*, 967-975. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01415.x>
- Vera M, S. P., Jiménez M., P. & Franco-Lara, L. (2016). Uso de herramientas bioinformáticas en la evaluación de secuencias “DNA barcode” para la identificación a nivel de especie. *Revista Facultad De Ciencias Básicas*, 8(2), 196–209. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2035>

MATERIAL SUPLEMENTARIO 1

Información metodológica de los inventarios revisados. Se usan las siguientes abreviaciones: red entomológica (**RE**), banano (**BA**), mezcla de frutas (**MF**), pescado descompuesto (**PD**), calamar (**CA**), excremento humano (**EH**), orina (**OR**), Jugo de caña (**JC**). La abreviación **CR** hace referencia al proceso de cría de inmaduros hasta su estado adulto, bajo cautiverio.

Ubicación regional de los relictos de Bs-T	Referencia	Riqueza de especies	Métodos de captura y atrayentes									
			RE	BA	M F	PD	C A	E H	OR	J C	C R	
COLOMBIA												
Región Caribe	Montero <i>et al.</i> , 2009	123	X		X				X	X		
	Prince-Chacón <i>et al.</i> , 2011	74	X		X			X				
	Vargas <i>et al.</i> , 2011	66	X		X			X				
	Campos <i>et al.</i> , 2011	51	X				X					
	Boom-Urueta <i>et al.</i> , 2013	48	X		X			X		X		
	Moreno y Acuña, 2015	24	X		X				X			
Región Norandina	Mercado <i>et al.</i> , 2018	55	X	X							X	
	Casas-Pinilla <i>et al.</i> , 2017	121	X	X								
Valle geográfico del río Cauca	Henao, 2005	47	X		X	X			X			
	Orozco <i>et al.</i> , 2010	117	X	X								

	Gaviria y Henao, 2011	213	X	X		X							
	Saavedra <i>et al.</i> , 2022	11	X										
COSTA RICA													
Provincia Guanacaste	DeVries, 1986	N/D											X
	Janzen <i>et al.</i> , 2009; 2020)	532											X

MATERIAL SUPLEMENTARIO 2

Mariposas del Bs-T Ecoreserva La Tribuna (Neiva: Huila) Región Valle geográfico del río Magdalena		
Familia	Especie	Número de secuencias <i>Cox1</i> nuevas para Colombia (2022-2023)
Nymphalidae	<i>Actinote anteus</i> Doubleday, 1847	7
Nymphalidae	<i>Adelpha basiloides</i> H.Bates, 1865	2
Nymphalidae	<i>Adelpha cytherea</i> (Linnaeus, 1758)	2
Nymphalidae	<i>Adelpha erotia</i> (Hewitson, 1847)	1
Nymphalidae	<i>Adelpha iphiclus</i> (Linnaeus, 1758)	34
Nymphalidae	<i>Amphidecta callioma</i> Felder, 1862	6
Nymphalidae	<i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)	10
Nymphalidae	<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)	5
Nymphalidae	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	11
Nymphalidae	<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	2
Nymphalidae	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	22

Nymphalidae	<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1806)	1
Nymphalidae	<i>Athesis clearista</i> Doubleday, 1847	1
Nymphalidae	<i>Brassolis isthmia</i> Bates, 1864	2
Nymphalidae	<i>Caligo brasiliensis</i> (Felder, 1862)	13
Nymphalidae	<i>Catonephele mexicana</i> Jenkins & R. G. De la Maza, 1985	15
Nymphalidae	<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)	1
Nymphalidae	<i>Cissia pompilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	3
Nymphalidae	<i>Cissia pseudoconfusa</i> Singer, DeVries & Ehrlich, 1983	61
Nymphalidae	<i>Colobura dirce</i> Linnaeus, 1764	7
Nymphalidae	<i>Consul fabius</i> (Cramer, 1779)	2
Nymphalidae	<i>Danaus eresimus</i> (Cramer, 1777)	1
Nymphalidae	<i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1775)	2
Nymphalidae	<i>Diaethria clymena</i> (Cramer, 1775)	1
Nymphalidae	<i>Dione juno</i> Cramer, 1779	11
Nymphalidae	<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)	35
Nymphalidae	<i>Dynamine agacles</i> Dalman, 1823	11
Nymphalidae	<i>Dynamine arene</i> Hübner, 1823	23
Nymphalidae	<i>Dynamine colombiana</i> Talbot, 1932	17

Nymphalidae	<i>Dynamine postverta</i> Cramer, 1782	112
Nymphalidae	<i>Eresia</i> Boisduval, 1836	2
Nymphalidae	<i>Ectima thecla</i> (Fabricius, 1796)	16
Nymphalidae	<i>Eryphanis lycomedon</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	2
Nymphalidae	<i>Eueides isabella</i> (Cramer, 1781)	6
Nymphalidae	<i>Eunica malvina</i> Bates, 1864	15
Nymphalidae	<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)	20
Nymphalidae	<i>Haematera pyrame</i> (Hübner, 1819)	2
Nymphalidae	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	45
Nymphalidae	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)	18
Nymphalidae	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)	19
Nymphalidae	<i>Hamadryas iphthime</i> (Bates, 1864)	14
Nymphalidae	<i>Hamadryas laodamia</i> (Cramer, 1777)	2
Nymphalidae	<i>Heliconius doris</i> (Linnaeus, 1771)	1
Nymphalidae	<i>Heliconius eleuchia</i> Hewitson, 1853	3
Nymphalidae	<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)	45
Nymphalidae	<i>Heliconius ismenius</i> Latreille, 1817	8
Nymphalidae	<i>Heliconius melpomene</i> (Linnaeus, 1758)	5

Nymphalidae	<i>Heliconius sara</i> (Fabricius, 1793)	54
Nymphalidae	<i>Hermeuptychia hermes</i> Fabricius, 1775	12
Nymphalidae	<i>Heterosais giulia</i> (Hewitson, 1855)	6
Nymphalidae	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	2
Nymphalidae	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	8
Nymphalidae	<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)	2
Nymphalidae	<i>Hypoleria ocalea</i> (Doubleday, 1847)	16
Nymphalidae	<i>Janatella leucodesma</i> (Felder, 1861)	5
Nymphalidae	<i>Junonia genoveva</i> Cramer, 1782	6
Nymphalidae	<i>Lycorea halia</i> (Hübner, 1816)	18
Nymphalidae	<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)	4
Nymphalidae	<i>Manataria maculata</i> Hopffer, 1874	5
Nymphalidae	<i>Marpesia berania</i> (Hewitson, 1852)	2
Nymphalidae	<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)	5
Nymphalidae	<i>Mechanitis lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	1
Nymphalidae	<i>Mechanitis menapis</i> Hewitson, 1855	7
Nymphalidae	<i>Mechanitis polymnia</i> (Linnaeus, 1758)	17
Nymphalidae	<i>Memphis pithyusa</i> (R.Felder, 1869)	8

Nymphalidae	<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius, 1776)	16
Nymphalidae	<i>Morpho helenor</i> Cramer, 1782	4
Nymphalidae	<i>Nica flavilla</i> Godart, 1823	70
Nymphalidae	<i>Opsiphanes cassina</i> Felder, 1862	2
Nymphalidae	<i>Opsiphanes tamarindi</i> Felder, 1861	1
Nymphalidae	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> Fabricius, 1777	10
Nymphalidae	<i>Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)	12
Nymphalidae	<i>Pseudodebis celia</i> (Cramer, 1779)	1
Nymphalidae	<i>Pyrrhogyra neaerea</i> (Linnaeus, 1758)	4
Nymphalidae	<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)	6
Nymphalidae	<i>Siproeta stelenes</i> Linnaeus, 1758	1
Nymphalidae	<i>Taygetina kerea</i> (A. Butler, 1869)	62
Nymphalidae	<i>Taygetis laches</i> Fabricius, 1793	1
Nymphalidae	<i>Taygetis larua</i> Felder, 1867	1
Nymphalidae	<i>Taygetis rufomarginata</i> Staudinger, 1888	2
Nymphalidae	<i>Temenis laothoe</i> Cramer, 1779	39
Nymphalidae	<i>Tithorea harmonia</i> (Cramer, 1777)	29
Nymphalidae	<i>Ypthimoides blanquita</i> E. Barbosa, M. Marín & Freitas, 2016.	2

Nymphalidae	<i>Zaretis ellops</i> (Ménétrières, 1855)	24
Pieridae	<i>Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764)	3
Pieridae	<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)	13
Pieridae	<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)	17
Pieridae	<i>Eurema phiale</i> (Cramer, 1775)	9
Pieridae	<i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)	11
Pieridae	<i>Itaballia demophile</i> (Linnaeus, 1763)	3
Pieridae	<i>Melete lycimnia</i> (Cramer, 1777)	10
Pieridae	<i>Perrhybris pamelae</i> (Stoll, 1780)	15
Pieridae	<i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775)	5
Pieridae	<i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)	1
Pieridae	<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)	12
Pieridae	<i>Phoebis statira</i> (Cramer, 1777)	1
Pieridae	<i>Pyrisitia leuce</i> (Boisduval, 1836)	12
Pieridae	<i>Pyrisitia nise</i> (Cramer, 1775)	22
Pieridae	<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)	4
Pieridae	<i>Pyrisitia venusta</i> (Boisduval, 1836)	1
Hesperiidae	<i>Achlyodes busirus</i> (Stoll, 1782)	5

Hesperiidae	<i>Achlyodes thraso</i> (Hübner, 1807)	2
Hesperiidae	<i>Aguna arunce</i> (Hewitson, 1867)	1
Hesperiidae	<i>Antigonus erosus</i> (Hübner, 1812)	4
Hesperiidae	<i>Atalopedes campestris</i> (Boisduval, 1852)	1
Hesperiidae	<i>Burnsius adepta</i> (Plötz, 1884)	1
Hesperiidae	<i>Burnsius orcus</i> (Stoll, 1780)	25
Hesperiidae	<i>Cecropterus dorantes</i> (Stoll, 1790)	1
Hesperiidae	<i>Cephise aelius</i> (Plötz, 1880)	4
Hesperiidae	<i>Chioides catillus</i> (Cramer, 1779)	4
Hesperiidae	<i>Cogia calchas</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	9
Hesperiidae	<i>Gorgythion begga</i> (Prittwitz, 1868)	5
Hesperiidae	<i>Gorgythion beggina</i> Mabille, 1897	3
Hesperiidae	<i>Hedone</i> Scudder, 1872	1
Hesperiidae	<i>Heliopetes alana</i> (Reakirt, 1868)	5
Hesperiidae	<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)	9
Hesperiidae	<i>Heliopetes domicella</i> (Erichson, 1849)	1
Hesperiidae	<i>Hoodus pelopidas</i> (Fabricius, 1793)	4
Hesperiidae	<i>Hyalothyrus neleus</i> (Linnaeus, 1758)	3

Hesperiidae	<i>Hylephila phyleus</i> (Drury, 1773)	1
Hesperiidae	<i>Lerema liris</i> Evans, 1955	1
Hesperiidae	<i>Microceris scylla</i> (Ménétriés, 1855)	1
Hesperiidae	<i>Milanion marciana</i> Godman & Salvin, 1895	1
Hesperiidae	<i>Mylon maimon</i> (Fabricius, 1775)	1
Hesperiidae	<i>Mysoria barcastus</i> (Sepp, 1855)	2
Hesperiidae	<i>Nascus broteas</i> (Cramer, 1780)	2
Hesperiidae	<i>Polycctor polycctor</i> (Prittwitz, 1868)	2
Hesperiidae	<i>Pyrrhopyge zenodorus</i> Godman & Salvin, 1893	2
Hesperiidae	<i>Sostrata bifasciata</i> (Ménétriés, 1829)	3
Hesperiidae	<i>Spicauda simplicius</i> (Stoll, 1790)	3
Hesperiidae	<i>Spicauda tanna</i> (Evans, 1952)	1
Hesperiidae	<i>Spicauda teleus</i> (Hübner, 1821)	2
Hesperiidae	<i>Telegonus fulgerator</i> (Walch, 1775)	2
Hesperiidae	<i>Timochreon satyrus</i> (Felder, 1867)	8
Hesperiidae	<i>Trina geometrina</i> (C.Felder & R.Felder, 1867)	2
Hesperiidae	<i>Troyus fantasos</i> (Cramer, 1780)	1
Hesperiidae	<i>Xenophanes tryxus</i> (Stoll, 1780)	2

Hesperiidae	<i>Zariaspes mys</i> (Hübner, 1808)	1
Lycaenidae	<i>Calycopis isobea</i> (Butler & Druce, 1872)	2
Lycaenidae	<i>Chlorostymon simaethis</i> (Drury, 1773)	2
Lycaenidae	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)	17
Lycaenidae	<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)	5
Lycaenidae	<i>Panhiades bitias</i> (Cramer, 1779)	2
Lycaenidae	<i>Panhiades phaleros</i> (Linnaeus, 1767)	1
Lycaenidae	<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)	2
Lycaenidae	<i>Strephonota tephraeus</i> (Geyer, 1837)	7
Lycaenidae	<i>Strymon mulucha</i> (Hewitson, 1867)	2
Lycaenidae	<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)	1
Riodinidae	<i>Anteros formosus</i> (Cramer, 1777)	1
Riodinidae	<i>Aricoris erostratus</i> (Westwood, 1851)	4
Riodinidae	<i>Caria plutargus</i> (Fabricius, 1793)	5
Riodinidae	<i>Caria rhacotis</i> (Godman & Salvin, 1878)	1
Riodinidae	<i>Emesis mandana</i> Cramer, 1780	2
Riodinidae	<i>Euselasia mystica</i> (Schaus, 1913)	16
Riodinidae	<i>Hades noctula</i> Westwood, 1851	1

Riodinidae	<i>Isapis agyrtus</i> (Cramer, 1777)	11
Riodinidae	<i>Juditha caucana</i> (Stichel, 1911)	2
Riodinidae	<i>Lasaia agesilas</i> (Latreille, 1813)	7
Riodinidae	<i>Melanis electron</i> (Fabricius, 1793)	45
Riodinidae	<i>Mesene phareus</i> (Cramer, 1777)	5
Riodinidae	<i>Notheme erota</i> (Cramer, 1780)	3
Riodinidae	<i>Parcella amarynthina</i> (Felder, 1865)	1
Riodinidae	<i>Rhetus periander</i> (Cramer, 1777)	12
Riodinidae	<i>Symmachia xypete</i> (Hewitson, 1870)	2
Riodinidae	<i>Synargis mycone</i> (Hewitson, 1865)	5
Papilionidae	<i>Battus ingenuus</i> (Dyar, 1907)	10
Papilionidae	<i>Battus lycidas</i> (Cramer, 1777)	2
Papilionidae	<i>Heraclides anchisiades</i> (Esper, 1788)	3
Papilionidae	<i>Heraclides astyalus</i> (Godart, 1819)	1
Papilionidae	<i>Heraclides thoas</i> (Linnaeus, 1771)	10
Papilionidae	<i>Parides anchises</i> (Linnaeus, 1758)	46
Papilionidae	<i>Parides eurimedes</i> (Stoll, 1782)	2
Papilionidae	<i>Protesilaus telesilaus</i> (Felder & Felder, 1864)	3

MATERIAL SUPLEMENTARIO 3

Matriz de abundancia de las especies registrados en cada cobertura

<u>Especie</u>	<u>Chaparral</u>	<u>La Tribuna</u>	<u>S. Francisco</u>	<u>Total</u>
<i>Achlyodes busirus</i>	2	2		4
<i>Achlyodes thraso</i>	2			2
<i>Actinote antea</i>	2	1	4	7
<i>Adelpha basiloides</i>	2	1		3
<i>Adelpha cytherea</i>		2		2
<i>Adelpha erotia</i>		1		1
<i>Adelpha iphiclus</i>	19	16	4	39
<i>Adelpha paraena</i>	1			1
<i>Aguna sp.</i>		1	1	2
<i>Amphidecta calliomma</i>	4	2		6
<i>Anartia amathea</i>	3	2	1	6
<i>Anartia jatrophae</i>	5	5	2	12
<i>Anteros formosus</i>		1		1
<i>Antigonus erosus</i>	3	1		4
<i>Arcas sp.</i>		1		1
<i>Archaeoprepona amphimachus</i>		1	1	2
<i>Archaeoprepona demophon</i>	7	12	3	22
<i>Archaeoprepona demophon</i>		1		1
<i>Ariconias albinus</i>			1	1
<i>Aricoris erostratus</i>			4	4
<i>Ascia monuste</i>	1	2		3
<i>Telegonus fulgurator</i>		2		2
<i>Atalopedes campestris</i>			1	1
<i>Athesis clearista</i>	1			1
<i>Battus ingenuus</i>	8	2		10
<i>Battus lycidas</i>	1	1	2	4
<i>Burnsius adepta</i>			1	1
<i>Burnsius orcus</i>	5	15	7	27
<i>Calephelis sp.</i>	2			2
<i>Caligo brasiliensis</i>	3	10		13

<i>Caligo telamonius</i>		1		1
<i>Callimormus</i> sp.		1		1
<i>Calycopis isobea</i>	1	6	1	8
<i>Caria mantinea</i>	3	1		4
<i>Caria plutargus</i>	1			1
<i>Caria rhacotis</i>	1			1
<i>Catonephele mexicana</i>	6	11		17
<i>Cecropterus dorantes</i>	1			1
<i>Cephise aelius</i>	1	3		4
<i>Chioides catillus</i>		1	4	5
<i>Chlorostrymon simaethis</i>		4		4
<i>Chlosyne lacinia</i>		1		1
<i>Cissia pompilia</i>	2	1		3
<i>Cissia pseudoconfusa</i>	33	26		59
<i>Codatractus</i> sp.		1		1
<i>Cogia calchas</i>	1	2	6	9
<i>Colobura dirce</i>		8		8
<i>Consul fabius</i>		1	1	2
<i>Cyanophrys</i> sp.	2	2		4
<i>Danaus eresimus</i>		1		1
<i>Danaus gilippus</i>			2	2
<i>Diaethria clymena</i>	1			1
<i>Dione junio</i>			14	14
<i>Dryas iulia</i>	6	9	34	49
<i>Dynamine agacles</i>	7	4	2	13
<i>Dynamine arene</i>	8	15	1	24
<i>Dynamine colombiana</i>	12	4	3	19
<i>Dynamine postverta</i>	39	119	21	179
<i>Ectima thecla</i>	8	7		15
<i>Electrostrymon</i> sp.	2	3		5
<i>Emesis mandana</i>	1			1
<i>Emesis</i> sp.	2	4	1	7
<i>Eresia</i> sp.	1		1	2
<i>Eryphanis lycomedon</i>		2		2
<i>Esthemopsis</i> sp.		1		1
<i>Eueides isabella</i>		2	3	5
<i>Eunica malvina</i>	1	2	10	13
<i>Eunica</i> sp.		1	3	4
<i>Euptoieta hegesia</i>	3	3	18	24
<i>Eurema albula</i>	3	19	4	26
<i>Eurema दौरa</i>			1	1
<i>Eurema elathea</i>	3	1	22	26
<i>Eurema phiale</i>	1	4	4	9
<i>Fountainea ryphea</i>	3	8		11

<i>Gargina</i> sp.		1		1
<i>Glutophrissa drusilla</i>	3	7		10
<i>Gorgythion begga</i>		6		6
<i>Gorgythion beggina</i>		2	1	3
<i>Hades noctula</i>		1		1
<i>Haematera pyrame</i>	4			4
<i>Hamadryas amphinome</i>	29	69	17	115
<i>Hamadryas februa</i>	15	6	6	27
<i>Hamadryas feronia</i>	14	16	31	61
<i>Hamadryas iphthime</i>	8	7		15
<i>Hamadryas laodamia</i>		2		2
<i>Hedone vibex</i>		1		1
<i>Heliconius doris</i>			1	1
<i>Heliconius eleuchia</i>	1		2	3
<i>Heliconius erato</i>	10	22	41	73
<i>Heliconius ismenius</i>	1	5	2	8
<i>Heliconius melpomene</i>	2	4		6
<i>Heliconius sara</i>	7	21	51	79
<i>Heliopetes alana</i>		4		4
<i>Heliopetes arsalte</i>	4	2	3	9
<i>Heliopetes domicella</i>	1			1
<i>Heliopetes</i> sp.	1		2	3
<i>Hemiargus hanno</i>	4		14	18
<i>Heraclides anchisiades</i>		3		3
<i>Heraclides astyalus</i>	1			1
<i>Heraclides thoas</i>	5	4	1	10
<i>Hermeuptychia hermes</i>	6	5	3	14
<i>Hermeuptychia</i> sp.	2	14		16
<i>Heterosais giulia</i>	1	5		6
<i>Historis acheronta</i>	1		1	2
<i>Historis odius</i>	2	4	4	10
<i>Hoodus pelopidas</i>	1	3		4
<i>Hyalothyris neleus</i>		3		3
<i>Hylephila phyleus</i>	1			1
<i>Hypna clytemnestra</i>		2		2
<i>Hypoleria ocalea</i>	4	13		17
<i>Isapis agyrtus</i>	7	4	1	12
<i>Itaballia demophile</i>		4		4
<i>Janatella leucodesma</i>		4	1	5
<i>Juditha caucana</i>		2	1	3
<i>Junonia genoveva</i>	3	1	2	6
<i>Lasaia agesilas</i>	3	4		7
<i>Leptotes cassius</i>	2	3		5
<i>Lerema liris</i>		1		1

<i>Lycorea halia</i>	1	17	1	19
<i>Magneuptychia libye</i>	2	3	2	7
<i>Manataria maculata</i>	3	2		5
<i>Marpesia berania</i>		2		2
<i>Marpesia chiron</i>	6	2		8
<i>Mechanitis lysimnia</i>	1	4		5
<i>Mechanitis menapis</i>	4	2		6
<i>Mechanitis polymnia</i>	3	10	1	14
<i>Melanis electron</i>	27	26	2	55
<i>Melete lycimnia</i>	5	1	6	12
<i>Memphis pithyusa</i>	3	2	3	8
<i>Mesene phareus</i>		5		5
<i>Mestra hersilia</i>	6	14	2	22
<i>Michaelus</i> sp.		1		1
<i>Microceris dulcinea</i>	1			1
<i>Milanion marciana</i>	1			1
<i>Ministrymon</i> sp.		1		1
<i>Morpho helenor</i>	1	4		5
<i>Mylon maimon</i>	1			1
<i>Myselesia mystica</i>	7	9		16
<i>Nica flavilla</i>	102	206	3	311
<i>Notheme erota</i>	2	1		3
<i>Opsiphanes cassina</i>	2			2
<i>Opsiphanes tamarindi</i>	1			1
<i>Panthiades bitias</i>		2		2
<i>Panthiades phaleros</i>	1			1
<i>Parcella amarynthina</i>		1		1
<i>Pareuptychia ocirrhoe</i>	6	4	2	12
<i>Parides anchises</i>	12	37	19	68
<i>Parides eurimedes</i>		2		2
<i>Parvospila</i> sp.	2		1	3
<i>Perrhybris pamela</i>	7	9		16
<i>Phanus</i> sp.		1		1
<i>Pheles</i> sp.		1		1
<i>Phocides</i> sp.	1			1
<i>Phoebis argante</i>	3		2	5
<i>Phoebis philea</i>	1			1
<i>Phoebis sennae</i>	3	5	4	12
<i>Phoebis statira</i>			1	1
<i>Polites</i> sp.		1	1	2
<i>Polyctor polyctor</i>		1		1
<i>Prepona laertes</i>	2	8	1	11
<i>Protesilaus telesilaus</i>	2		1	3
<i>Pseudodebis celia</i>		1		1

<i>Pseudolycaena marsyas</i>		2		2
<i>Pseudonascus broteas</i>		2		2
<i>Pyrisitia leuce</i>	9	23	5	37
<i>Pyrisitia nise</i>	2	7	15	24
<i>Pyrisitia proterpia</i>	2	1	2	5
<i>Pyrisitia venusta</i>	4	2	1	7
<i>Pyrrhogyra neaerea</i>	1	3		4
<i>Pyrrhopyge</i> sp.		3		3
<i>Rekoa</i> sp.		1	2	3
<i>Rhetus periander</i>	4	5	3	12
<i>Siderone galanthis</i>	1	3	2	6
<i>Siproeta stelenes</i>		1		1
<i>Sostrata bifasciata</i>	1	2		3
<i>Spicauda simplicius</i>	2	1		3
<i>Spicauda tanna</i>			1	1
<i>Spicauda teleus</i>	1		1	2
<i>Strephonota tephraeus</i>		7	1	8
<i>Strymon mulucha</i>		3	1	4
<i>Symmachia xypete</i>		2		2
<i>Synargis mycone</i>	1	1	4	6
<i>Taygetina kerea</i>	32	48	1	81
<i>Taygetis larua</i>		1		1
<i>Taygetis rufomarginata</i>		1	1	2
<i>Taygetis thamyra</i>		1		1
<i>Tegosa</i> sp.		2		2
<i>Temenis laothoe</i>	25	33	1	59
<i>Timochreon satyrus</i>	1	3	4	8
<i>Tithorea harmonia</i>	14	17	1	32
<i>Tmolus echion</i>	1	1		2
<i>Trina geometrina</i>			1	1
<i>Troyus fantasos</i>		1		1
<i>Vareuptychia themis</i>	1	1	1	3
<i>Xenophanes tryxus</i>		2		2
<i>Yphthimoides blanquita</i>	1		2	3
<i>Zaretis ellops</i>	13	10	1	24
<i>Zariaspes mys</i>		1		1
TOTAL				2370

MATERIAL SUPLEMENTARIO 4

Categoría taxonómica de las especies de mariposas de la Ecoreserva La Tribuna (Neiva-Huila)

Familia	Subfamilia	Especie
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Aguna</i> sp.
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Astrartes fulgurator</i> (Walchs, 1775)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Cecropterus dorantes</i> (Stoll, 1790)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Cephise aelius</i> (Plötz, 1880)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Chioides catillus</i> (Cramer, 1779)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Codatractus</i> sp.
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Cogia calchas</i> (Herrich-Schäffer, 1869)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Hyalothyrus neleus</i> (Linnaeus, 1758)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Phanus</i> sp.
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Phocides</i> sp.
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Pseudonascus broteas</i> (Cramer, 1780)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Spicauda simplicius</i> (Stoll, 1790)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Spicauda tanna</i> (Evans, 1952)
Hesperiidae	Eudaminae	<i>Spicauda teleus</i> (Hübner, 1821)
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Atalopedes campestris</i> (Boisduval, 1852)
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Callimormus</i> Scudder, 1872
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Hedone vibex</i> (Geyer, 1832)
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Hylephila phyleus</i> (Drury, 1773)
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Lerema liris</i> Evans, 1955
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Polites</i> sp.
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Troyus fantasos</i> (Cramer, 1780)
Hesperiidae	Hesperiinae	<i>Zariaspes mys</i> (Hübner, 1808)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Achlyodes busirus</i> (Stoll, 1782)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Achlyodes thraso</i> (Hübner, 1807)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Antigonus erosus</i> (Hübner, 1812)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Burnsius adepta</i> (Plötz, 1884)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Burnsius orcus</i> (Stoll, 1780)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Gorgythion begga</i> (Prittwitz, 1868)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Gorgythion beggina</i> Mabilite, 1897
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Heliopetes alana</i> (Reakirt, 1868)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Heliopetes domicella</i> (Erichson, 1849)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Heliopetes</i> sp.
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Hoodus pelopidas</i> (Fabricius, 1793)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Milanion marciانا</i> Godman & Salvin, 1895
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Mylon maimon</i> (Fabricius, 1775)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Polyctor polyctor</i> (Prittwitz, 1868)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Sostrata bifasciata</i> (Ménétriés, 1829)

Hesperiidae	Pyrginae	<i>Timochreon satyrus</i> (Felder, 1867)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Trina geometriona</i> (C.Felder & R.Felder, 1867)
Hesperiidae	Pyrginae	<i>Xenophanes tryxus</i> (Stoll, 1780)
Hesperiidae	Pyrrhopyginae	<i>Microceris dulcinea</i> (Plötz, 1879)
Hesperiidae	Pyrrhopyginae	<i>Pyrrhopyge</i> sp.
Lycaenidae	Polyommatainae	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)
Lycaenidae	Polyommatainae	<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Arcas</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Calycopis isobeon</i> (Butler & Druce, 1872)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Chlorostrymon simaethis</i> (Drury, 1773)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Cyanophrys</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Electrostrymon</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Gargina</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Michaelus</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Ministrymon</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Panthiades bitias</i> (Cramer, 1779)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Panthiades phaleros</i> (Linnaeus, 1767)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Rekoa</i> sp.
Lycaenidae	Theclinae	<i>Strephonota tephraeus</i> (Geyer, 1837)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Strymon mulucha</i> (Hewitson, 1867)
Lycaenidae	Theclinae	<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Catonephele mexicana</i> Jenkins & R. G. Maza, 1985
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Diaethria clymena</i> (Cramer, 1775)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Dynamine agacles</i> Dalman, 1823
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Dynamine arene</i> Hübner, 1818
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Dynamine colombiana</i> Talbot, 1932
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Dynamine postverta</i> Cramer, 1782
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Ectima thecla</i> (Fabricius, 1796)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Eunica malvina</i> Bates, 1864
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Eunica</i> sp.
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Haematera pyrame</i> (Hübner, 1819)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Hamadryas amphinome</i> (Linnaeus, 1767)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Hamadryas februa</i> (Hübner, 1823)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Hamadryas feronia</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Hamadryas ipthime</i> (Bates, 1864)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Hamadryas laodamia</i> (Cramer, 1777)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Mestra hersilia</i> (Fabricius, 1776)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Nica flavilla</i> Godart, 1823

Nymphalidae	Biblidinae	<i>Pyrrhogyra neaerea</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Biblidinae	<i>Temenis laothoe</i> Cramer, 1779
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1806)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Consul fabius</i> (Cramer, 1779)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Fountainea ryphea</i> (Cramer, 1775)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Hypna clytemnestra</i> (Cramer, 1777)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Memphis pithyusa</i> (R.Felder, 1869)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Prepona laertes</i> (Hübner, 1811)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Siderone galanthis</i> (Cramer, 1775)
Nymphalidae	Charaxinae	<i>Zaretis ellops</i> (Ménétrières, 1855)
Nymphalidae	Cyrestinae	<i>Marpesia berania</i> (Hewitson, 1852)
Nymphalidae	Cyrestinae	<i>Marpesia chiron</i> (Fabricius, 1775)
Nymphalidae	Danainae	<i>Athesis clearista</i> Doubleday, 1847
Nymphalidae	Danainae	<i>Danaus eresimus</i> (Cramer, 1777)
Nymphalidae	Danainae	<i>Danaus gilippus</i> (Cramer, 1775)
Nymphalidae	Danainae	<i>Heterosais giulia</i> (Hewitson, [1855])
Nymphalidae	Danainae	<i>Hypoleria ocalea</i> (Doubleday)
Nymphalidae	Danainae	<i>Lycorea halia</i> (Hübner, 1816)
Nymphalidae	Danainae	<i>Mechanitis lysimnia</i> (Fabricius, 1793)
Nymphalidae	Danainae	<i>Mechanitis menapis</i> Hewitson, 1855
Nymphalidae	Danainae	<i>Mechanitis polymnia</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Danainae	<i>Tithorea harmonia</i> (Cramer, 1779)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Actinote anteas</i> Doubleday, 1847
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Dione junio</i> Cramer, 1779
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Dryas iulia</i> (Fabricius, 1775)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Eueides isabella</i> (Cramer, 1781)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Euptoieta hegesia</i> (Cramer, 1779)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius doris</i> (Linnaeus, 1771)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius eleuchia</i> (Hewitson, [1854])
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius erato</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius ismenius</i> Latreille, 1817
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius melpomene</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Heliconiinae	<i>Heliconius sara</i> (Fabricius, 1793)
Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha basiloides</i> H.Bates, 1865
Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha cytherea</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha erotia</i> (Hewitson, 1847)
Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha iphiclus</i> (Linnaeus, 1758)

Nymphalidae	Limenitidinae	<i>Adelpha paraena</i> (Bates, 1865)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Anartia amathea</i> (Linnaeus, 1758)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Chlosyne lacinia</i> (Geyer, 1837)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Colobura dirce</i> Linnaeus, 1764
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Eresia</i> sp.
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Janatella leucodesma</i> (Felder, 1861)
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Junonia genoveva</i> Cramer, 1782
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Siproeta stelenes</i> Linnaeus, 1758
Nymphalidae	Nymphalinae	<i>Tegosa</i> sp.
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Amphidecta callioma</i> Felder, 1862
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Caligo brasiliensis</i> (Felder, 1862)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Caligo telamonius</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Cissia pompilia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Cissia pseudoconfusa</i> Singer, DeVries & P. Ehrlich, 1983
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Eryphanis lycomedon</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Hermeuptychia hermes</i> Fabricius, 1775
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Hermeuptychia</i> sp.
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Magneuptychia libye</i> (Linnaeus, 1767)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Manataria maculata</i> Hopffer, 1874
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Morpho helenor</i> Cramer, 1782
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Opsiphanes cassina</i> Felder, 1862
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Opsiphanes tamarindi</i> Felder, 1861
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pareuptychia ocirrhoe</i> Fabricius, 1777
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Pseudodebis celia</i> (Cramer, 1779)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Taygetina kerea</i> (A. Butler, 1869)
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Taygetis larua</i> Felder, 1867
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Taygetis rufomarginata</i> Staudinger, 1888
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Taygetis thamyra</i> Cramer, 1782
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Vareuptychia themis</i> Butler, 1867
Nymphalidae	Satyrinae	<i>Ypthimoides blanquita</i> Barbosa, Marín & Freitas, 2016
Papilionidae	Papilioninae	<i>Battus ingenuus</i> (Dyar, 1907)
Papilionidae	Papilioninae	<i>Battus lycidas</i> (Cramer, 1777)
Papilionidae	Papilioninae	<i>Heraclides anchisiades</i> (Esper, 1788)
Papilionidae	Papilioninae	<i>Heraclides astyalus</i> (Godart, 1819)
Papilionidae	Papilioninae	<i>Heraclides thoas</i> (Linnaeus, 1771)
Papilionidae	Papilioninae	<i>Parides anchises</i> (Linnaeus, 1758)

Papilionidae	Papilioninae	<i>Parides eurimedes</i> (Stoll, 1782)
Papilionidae	Papilioninae	<i>Protesilaus telesilaus</i> (Felder & Felder, 1864)
Pieridae	Coliadinae	<i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)
Pieridae	Coliadinae	<i>Eurema daira</i> (Godart, 1819)
Pieridae	Coliadinae	<i>Eurema elathea</i> (Cramer, 1777)
Pieridae	Coliadinae	<i>Eurema phiale</i> (Cramer, 1775)
Pieridae	Coliadinae	<i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775)
Pieridae	Coliadinae	<i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)
Pieridae	Coliadinae	<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)
Pieridae	Coliadinae	<i>Phoebis statira</i> (Cramer, 1777)
Pieridae	Coliadinae	<i>Pyrisitia leuce</i> (Boisduval, 1836)
Pieridae	Coliadinae	<i>Pyrisitia nise</i> (Cramer, 1775)
Pieridae	Coliadinae	<i>Pyrisitia proterpia</i> (Fabricius, 1775)
Pieridae	Coliadinae	<i>Pyrisitia venusta</i> (Boisduval, 1836)
Pieridae	Pierinae	<i>Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764)
Pieridae	Pierinae	<i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)
Pieridae	Pierinae	<i>Itaballia demophile</i> (Linnaeus, 1763)
Pieridae	Pierinae	<i>Melete lycimnia</i> (Cramer, 1777)
Pieridae	Pierinae	<i>Perrhybris pamela</i> (Stoll, 1780)
Riodinidae	Euselasiinae	<i>Hades noctula</i> Westwood, 1851
Riodinidae	Euselasiinae	<i>Myelasia mystica</i> (Schaus, 1913)
Riodinidae	Riodininae	<i>Anteros formosus</i> (Cramer, 1777)
Riodinidae	Riodininae	<i>Ariconias albinus</i> (C. Felder & R. Felder, 1861)
Riodinidae	Riodininae	<i>Aricoris erostratus</i> (Westwood, 1851)
Riodinidae	Riodininae	<i>Calephelis</i> sp.
Riodinidae	Riodininae	<i>Caria mantinea</i> (Felder & Felder, 1861)
Riodinidae	Riodininae	<i>Caria plutargus</i> (Fabricius, 1793)
Riodinidae	Riodininae	<i>Caria rhacotis</i> (Godman & Salvin, 1878)
Riodinidae	Riodininae	<i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780)
Riodinidae	Riodininae	<i>Emesis</i> sp.
Riodinidae	Riodininae	<i>Esthemopsis</i> sp.
Riodinidae	Riodininae	<i>Isapis agyrtus</i> (Cramer, 1777)
Riodinidae	Riodininae	<i>Juditha caucana</i> (Stichel, 1911)
Riodinidae	Riodininae	<i>Lasaia agesilas</i> (Latreille, [1809])
Riodinidae	Riodininae	<i>Melanis electron</i> (Fabricius, 1793)
Riodinidae	Riodininae	<i>Mesene phareus</i> (Cramer, 1777)
Riodinidae	Riodininae	<i>Notheme erota</i> (Cramer, 1780)
Riodinidae	Riodininae	<i>Parcella amarynthina</i> (Felder, 1865)
Riodinidae	Riodininae	<i>Parvospila</i> sp.

Riodinidae	Riodininae	<i>Pheles</i> sp.
Riodinidae	Riodininae	<i>Rhetus perianther</i> (Cramer, 1777)
Riodinidae	Riodininae	<i>Symmachia xypete</i> Hewitson, 1870
Riodinidae	Riodininae	<i>Synargis mycone</i> Hewitson, 1865

MATERIAL SUPLEMENTARIO 5

Inmaduros llevados hasta su estado adulto

Ver fotografías en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36120>

Familia Nymphalidae: Heliconiinae

***Heliconius ismenius* Latreille, [1817]**

Nombre común: Mariposa tigre

Orugas gregarias asociadas a *Passiflora* sp. conocida bajo el nombre vernacular de Badea o Granadillo. Cuerpo blanquecino, cabeza anaranjada bastante esclerotizada y presencia de pseudopatas en los segmentos abdominales III, IV, V, VI y una pseudopata pigidial del mismo color de la cabeza en su parte posterior. Hay a lo largo de su cuerpo una serie de scoli negros no urticantes. La cápsula cefálica también está ornamentada con dos scoli curvados hacia arriba, muy comunes en la familia Nymphalidae. Es frecuente observarlas consumiendo la nervadura del envés de las hojas. La crisálida tiene una duración de entre 11 y 12 días, es de tipo obtecta, con cremaster. Presenta a lo largo del cuerpo una serie de proyecciones cuticulares de tamaño variable.

***Eueides isabella* (Stoll, 1781)**

Nombre común: Mariposa tigre de alas largas

Oruga asociada a *Passiflora* sp. Conocida comúnmente como Chulupo. Cuerpo dorsalmente negro y lateroventralmente blanquecino, dorso de los últimos segmentos abdominales anaranjado. Con una serie de scoli negros no urticantes, dos de ellos de mayor longitud ubicados en la cabeza. Crisálida blanquecina, con una serie de tubérculos salientes y cuatro procesos llamativos en el segundo tercio dorsal, la duración de esta fase es de 10 a 11 días.

Familia Nymphalidae: Danainae

***Lycorea halia* (Hübner, 1816)**

Nombre común: Alas de tigre reina

Oruga solitaria, asociada a una planta comúnmente llamada caucho de hoja ancha. Cápsula cefálica negra, tórax blanco y abdomen amarillo. A lo largo del cuerpo presenta líneas negras transversales que le dan la apariencia de gusano anillado, la tonalidad amarilla va variando de intensidad a medida que muda. Entre el pronoto y el mesonoto, tiene un par de salientes largas filiformes, que parece utilizar como sensores, dado que, al desplazarse, va tocando la superficie con estas estructuras. La crisálida tiene una duración entre 8 y 10 días, es de color amarillo vibrante con cremaster negro. Presenta una serie de máculas negras, sin un patrón definido de distribución.

***Tithorea harmonia* (Cramer, 1777)**

Nombre común: Alas de tigre

Inmaduro asociado a Manzanillo (Combretaceae). De cuerpo glabro, con una serie de líneas negras, que encierran máculas de color blanquecino-verdoso. La cápsula cefálica presenta franjas negras longitudinales. Entre el pronoto y el mesonoto tiene un par de salientes negras, largas, filiformes, que parece utilizar como sensores, dado que a medida que se desplaza va tocando la superficie con estas estructuras. Longitud promedio de último instar 4.8cm. Crisálida verde brillante o satinado, con una serie de líneas negras. Las antenas y el pliegue de las alas son sumamente visibles, aunque se fusionan al cuerpo en su condición de pupa obtecta. Los segmentos abdominales tienen una coloración verde amarilloso, donde resaltan los espiráculos. Permanece entre 10 y 12 días en estado pupa.

Familia Nymphalidae: Satyrinae

***Morpho helenor* (Cramer, 1776)**

Nombre común: Papalote azul

Orugas, de comportamiento semigregario, alimentándose de Fabaceae conocida popularmente como Lluvia de oro. El color de base es una mezcla entre marrón claro y oscuro, con una serie de manchas amarillas fosforescentes vistosas. Su cuerpo está completamente cubierto de pequeñas setas, las cuales le dan la apariencia de urticante, aún sin serlo. La cápsula cefálica es grande respecto al resto del cuerpo, de color rojo, con sutura epicraneal bastante marcada. A medida que avanza en su desarrollo, el color amarillo vistoso va perdiendo intensidad, tornándose un poco más opacas y miméticas con ramas y hojas secas. Si bien, cuando están en sus primeros instares permanecen relativamente cerca unas de otras, a medida que crecen su comportamiento se torna solitario. Longitud promedio de último instar 5cm. La coloración y la textura sufren enormes variaciones. La prepupa es de color verde vistoso y vibrante. Las setas, ahora de color café claro, se distribuye en cúmulos, en especial en la parte latero-ventral del cuerpo y rodeando la cabeza. Crisálida de color verde limón, vibrante, en forma de gota, con espiráculos

abdominales visibles, de color amarillo. La duración de este estado intermedio de desarrollo es de 13 a 15 días.

***Caligo brasiliensis* (C. Felder, 1862)**

Nombre común: Mariposa búho

Larvas de comportamiento gregario, asociadas a Heliconiaceae, conocida como Platanillo o Platanilla. Color marrón oscuro, con pequeñas espinas no urticantes a lo largo del cuerpo. Cabeza de color café claro, con líneas longitudinales más oscuras, bastante llamativa dado que presenta 8 salientes de tamaño variable, similares a cuernos, revestidos de pequeñas setas. Los espiráculos son visibles, contrastantes con el color del cuerpo. A medida que va avanzando en su proceso se robustece, llegando a alcanzar hasta los 15cm de longitud. En las primeras horas de formación, la crisálida presenta un color anaranjado, que se va oscureciendo y ganando opacidad con el tiempo, hasta llegar a color marrón. Está sostenida del envés de la hoja a través del cremaster. La duración de este estado es de 16 días promedio.

***Dynastor darius* (Fabricius, 1775)**

Nombre común: Mariposa búho de ojos café

Oruga asociada a planta de la familia Myrtaceae, conocida vernacularmente como arrayán amarillo. Cuerpo de color verde claro, glabro, con suturas entre segmentos bastante marcadas. La cabeza es anaranjada con algunas líneas y puntos negros. Al igual que *Caligo brasiliensis*, tiene 8 salientes de tamaño variable en la cápsula cefálica, similares a cuernos, revestidos de pequeñas setas. El dorso de los segmentos abdominales II y III está adornado con una mácula negra pupilada. El último segmento abdominal presenta dos salientes, similares a claspers o cercos. La crisálida tiene una duración de 18 días y da la apariencia mimética de una serpiente. Su propia cabeza, en conjunto con las antenas y un par de manchas laterales, se conjugan en una única imagen que podría ser señal de alerta frente a posibles depredadores. Su dorso es café oscuro y la parte ventral café claro.

***Brassolis isthmia* Bates, 1864**

Comportamiento gregario de hasta 30 orugas camufladas en palmas de la familia Arecaceae, enrolladas en las hojas a través de seda. Dorso de color pardo, con franjas longitudinales negras, blancas y rojizas y sutiles líneas transversales. Cápsula cefálica rojiza, bastante esclerotizada, con una evidente estrechez en la parte posterior, fácilmente confundibles con larvas de la familia Hesperidae. El vientre es del mismo color de la cabeza, las cuatro pseudopatas están bastante expuestas. Longitud aproximada de

último instar 8cm. La crisálida presenta diferentes tonalidades de color café y tiene una duración entre 16 y 18 días.

Familia Papilionidae: Papilioninae

***Heraclides thoas* (Linnaeus, 1771)**

Nombre común: Cometa gigante pálida

Larva de comportamiento solitario, asociada a plantas de la familia Rutaceae y Verbenaceae. Cuerpo rústico, con consistencia pegajosa, que le asemeja al excremento de un ave. El color de mayor predominancia es el negro, aunque presenta franjas y manchas de color amarillo claro en los primeros instares y amarillo oscuro en los últimos. Cabeza negra, muy esclerotizada, por lo general permanece retraída en el protórax. Osmeterio de color naranja. En el último instar tiene una longitud promedio de 5.5cm. A través del pigidio se ancla a la rama y con su conducto de seda (espinerette) secreta un hilo que le permite el anclaje. La crisálida es de color predominantemente marrón, con algunas manchas verdes o cobrizas, que le mimetizan con hojas o ramas secas. Susceptibles a ser parasitadas por Hymenoptera: Chalcidoidea.

***Parides anchises* Linnaeus, 1758**

Nombre común: Mariposa corazón parche blanco

Larva asociada a planta conocida bajo el nombre vernacular de chicuelo (Familia indeterminada). Cápsula cefálica y cuerpo de color negro, con bandas amarillas distribuidas sin patrón distintivo. Exhibe osmeterio en situaciones de amenaza. Presenta una serie de tubérculos no urticantes en forma de espinas, en la región dorsopleural. Longitud promedio de último instar 4cm. La crisálida tiene una duración de 13 a 15 días. A través de su conducto eyector (espinerette), ubicado en el aparato bucal, secreta un hilo de seda que le permite el anclaje; es de color verde claro con proyecciones ventrolaterales en los segmentos IV, V, VI y VII.

***Heraclides anchisiades* (Esper, 1788)**

Nombre común: Cometa de parches rojos

Orugas de comportamiento gregario, asociadas a limón swingla o limoncillo (Rutaceae). Color negro con tonalidades grises, cubiertas de una serie de tubérculos en la parte dorsal. La línea media del dorso se adorna de máculas negras en forma de diamante. La cápsula cefálica es de color marrón, bastante esclerotizada y el osmeterio es amarillo vibrante. Longitud de último instar 4.5cm. Pupa de color amarillo, con cuerpo rugoso y duración aproximada de 15 a 22 días.

Familia HesperIIDae: Eudaminae

***Telegonus fulgurator* (Walch, 1775)**

Nombre común: Saltarina relámpago azul

Inmaduros asociados a Fabaceae del género *Senna*, conocida con el nombre común de Lluvia de Oro Escandente. Cuerpo de color rojizo, con líneas transversales amarillas, que le dan apariencia de gusano anillado y una serie de setas delgadas no urticantes. La cabeza es bastante prominente, con la sutura epicraneal muy demarcada. Construye su nido uniendo las hojas con la seda producida por su espinerete y permanece allí gran parte del día, alimentándose y retirando sus excretas en horas de la noche. La crisálida tiene una duración de 18 a 20 días, conservando la coloración roja de base con bandas amarillas, sin embargo, días después se evidencia una secreción de color blanquecina cubriéndola, quizá como mecanismo de defensa.

Familia HesperIIDae: Pyrginae

***Achlyodes busirus* (Cramer, 1779)**

Nombre común: Alas de hoz gigante

Orugas solitarias, asociadas a *Zanthoxylum* sp. (Rutaceae) conocida vernacularmente como Tachuelo. Cuerpo rojo merlot, con una serie de líneas transversales amarillas y blancas, que le dan la apariencia anillada. La cabeza es rojiza, con esculturación profusa. No tiene pilosidad y conserva su color a lo largo de todos los estadios. La longitud promedio del último instar larval es 4.5cm.

***Polyctor polyctor* (Prittowitz, 1868)**

Especie asociada a plantas de la familia Rubiaceae. Cuerpo larval de tonalidades translúcidas y verdes, sin embargo, a medida que avanza se pueden observar tonalidades de color púrpura o grisáceo, en especial en su fase prepupa. La crisálida permanece semiencerrada, sin capullo, pero resguardada en el refugio previamente construido con ramas y seda. Se torna de color café y a medida que avanzan los días se evidencia la excrecencia de un polvo o cera que cubre la cubre.

Familia HesperIIDae: Pyrrhopyginae

***Microceris dulcinea* (Plötz, 1879)**

Nombre común: Saltarina punta de fuego

Los estados inmaduros son fitófagos de planta conocida vernacularmente como verbena macho (Verbenaceae). Cuerpo de color rojo merlot, con una serie de líneas transversales amarillas, que le dan la apariencia anillada. La cabeza es muy esclerotizada y esculpada y, al igual que la parte posterior del abdomen, es bastante roja. Cubierta de setas largas blancas. La longitud promedio del último ínstar es 4.8 cm. La oruga forma un refugio uniendo las hojas con seda, donde permanece a lo largo del día. Empupa al interior del refugio, permaneciendo en dicho estado entre 22 y 25 días.

MATERIAL SUPLEMENTARIO 6

Vinculación de la comunidad

Un ecosistema se configura, en tanto que expresa relaciones sociales, conjugadas con las relaciones ecológicas intrínsecas. Desde esta perspectiva, todo proceso que la academia e instituciones de investigación emprenda, debería integrar a las comunidades, en un intento por establecer un tejido social, que posibilite la gestión responsable de la región o localidad en cuestión (Aguilar & Ramírez, 2015).

Desde tiempos de la colonia, el modelo pedagógico imperante en los distintos espacios de formación (misiones, colegios, universidades), ha sido el de moldear el pensar y sentir de los habitantes de las regiones o grupos de la periferia, bajo unos parámetros establecidos desde la metrópoli, sin mediar interlocución alguna con sus necesidades, identidades e intereses (Sierra, 2010). Para contrarrestar lo anterior, uno de los objetivos específicos de esta investigación fue la vinculación de una red de biomonitores locales, los cuales adquirieron competencias que les permitan comprender el entorno, enfrentar problemas, agudizar la capacidad crítica/reflexiva y adquirir conocimientos y habilidades técnicas que los hagan competentes en actividades creativas e investigativas y propender así por un desarrollo más sostenible (Tapia, 2008).

Se logró articular el trabajo con un grupo de 3 mujeres, encargadas de apoyar la colecta, alimentación y descripción de mariposas diurnas hasta su estado adulto, así como la toma de datos de algunos estados inmaduros de interés. A cada uno se le asignó un código alfanumérico. Los datos fueron ordenados en tablas con la siguiente información: fecha, coordenadas, nombre vulgar de la planta hospedante, número de orugas, parte que se observa comiendo (de ser posible), fecha de cambio de instar, fecha de prepupa,

fecha de pupa, fecha de emergencia del adulto, cambios evidentes en la coloración. También se realizó registro fotográfico.

Bajo las premisas de los procesos de Investigación Acción Participativa (Sandoval et al., 2015), el grupo de biomonitoras y las investigadoras consolidaron una red de aprendizaje colectivo, bajo la metodología aprender-haciendo. Para complementar el proceso efectivo de aprendizaje, se llevaron a cabo tres talleres formativos en los cuales se trataron aspectos generales de la clase Insecta y diferentes componentes metodológicos y conceptuales que permitieron el trabajo con grupo biológico de interés: Lepidoptera.

El éxito en la obtención de los adultos fue del 58,3%. La tasa de mortalidad fue alta, esto imposibilitó que se registraran datos biológicos intragenéricos, para determinar posibles casos de especies crípticas, con singularidades de dimorfismo sexual, etc. La metodología de cría y alimentación fue modificada de la de Janzen et al. (2009), usando recipientes plásticos amplios, con tapa de malla metálica, individualizando las orugas. Las plantas se mantuvieron hidratadas ubicando en el punto de corte del tallo un algodón impregnado con agua.

Las especies *Heraclides anchisiades*, *Polycitor polycitor*, *Dynastor darius* y *Brassolis isthmia*, no fueron muestreadas con VSR y/o jama, sino que se recolectaron en estado larval y concluyeron su proceso de desarrollo, hasta su estado adulto, bajo condiciones controladas.

Las biomonitoras estuvieron en capacidad de asignar inmaduros a adultos después de cuatro meses de entrenamiento. El desarrollo de habilidades para reconocer, describir y manejar el material se tardó entre 30 y 90 días dependiendo del interés, disciplina y nivel de ocupación de las biomonitoras. La calidad de las fotografías para facilitar la descripción y el reconocimiento fue limitante, sin embargo, se obtuvo una mayor experticia a los tres meses de trabajo. Incorporar a las biomonitoras como lideresas y guardianas de la diversidad de mariposas se considera un objetivo a largo plazo considerando que han tenido un proceso de formación que debería continuar en el tiempo para maximizar aspectos de educación, trabajo con la comunidad y socialización de los conocimientos.

Guía de campo: Mariposas de la Ecoreserva La Tribuna:

<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36119>

Cartilla: Mariposas. Otro tesoro de La Ecoreserva La Tribuna:

<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/36121>

MATERIAL SUPLEMENTARIO 7

Valores porcentuales de divergencia intra e interespecífica en las especies de mariposas de la Ecoreserva La Tribuna.

Taxón	% divergencia intraespecífica en la región <i>Cox1</i>		% divergencia interespecífica en la región <i>Cox1</i>
	Valor medio	Valor máximo	Valor medio
<i>Achlyodes busirus</i>	0	0	7.6804914
<i>Achlyodes thraso</i>	0.15360983	0.15360983	7.6804914
<i>Actinote antea</i>	0	0	3.8402457
<i>Adelpha serpa</i>	0	0	7.373272
<i>Adelpha basiloides</i>	0.15360983	0.15360983	5.069124
<i>Adelpha cytherea</i>	0	0	6.298003
<i>Adelpha erotia</i> **	0	0	6.758833
<i>Adelpha iphiclus</i>	0.1070786	0.7680492	5.069124
<i>Amphidecta calliomma</i>	0	0	7.727273
<i>Fountainea ryphea</i>	0.03073777	0.15432099	7.1428576
<i>Anartia amathea</i>	0.2149833	0.4608295	7.3899374
<i>Anartia jatrophae</i>	0.15252769	0.32051283	7.3899374
<i>Anteros formosus</i> **	0	0	7.9877114
<i>Antigonus erosus</i>	0	0	6.7323484
<i>Archaeoprepona amphimachus</i>	0.4608295	0.4608295	7.716049

<i>Archaeoprepona demophon</i>	0.13495353	0.6144393	7.716049
<i>Archaeoprepona demophoon</i> **	0	0	8.950617
<i>Ariconias albinus</i>	0	0	7.6804914
<i>Aricoris erostratus</i>	0.07692344	0.15432099	7.6804914
<i>Ascia monuste</i>	0.30721965	0.4608295	9.504132
<i>Atalopedes campestris</i> **	0	0	5.76324
<i>Athesis clearista</i> **	0	0	6.912442
<i>Battus ingenuus</i>	0.1399556	0.4608295	8.4529505
<i>Battus lycidas</i>	0	0	8.4529505
<i>Brassolis isthmia</i>	0	0	10.516934
<i>Burnsius adepta</i> **	0	0	5.090312
<i>Burnsius orcus</i>	0.07680491	0.15360983	1.3824885
<i>Calephelis</i>	0	0	7.2196617
<i>Caligo brasiliensis</i>	0	0	10.328638
<i>Callimormus</i>	0	0	10.200364
<i>Calycopis</i>	0.5120328	0.7680492	3.686636
<i>Calycopis isobea</i>	0	0	3.686636
<i>Caria mantinea</i>	0	0	8.141321
<i>Caria rhacotis</i> **	0	0	7.2196617
<i>Catonephele mexicana</i>	0.07314751	0.30721965	8.912656
<i>Cecropterus dorantes</i> **	0	0	5.2227345

<i>Cephise aelius</i>	0	0	8.058608
<i>Chioides catillus</i>	0	0	6.4516125
<i>Chlorostrymon simaethis</i>	0.07680491	0.15360983	5.529954
<i>Chlosyne lacinia</i> **	0	0	10.138248
<i>Cissia pompilia</i>	0	0	6.906907
<i>Cissia pseudoconfusa</i>	0.04977664	0.4587156	6.7567563
<i>Codattractus</i>	0	0	8.602151
<i>Cogia calchas</i>	0	0	8.868502
<i>Colobura dirce</i>	0.51254076	1.0752689	9.523809
<i>Consul fabius</i>	0	0	9.984639
<i>Cyanophrys</i>	0.6144393	0.7680492	5.837174
<i>Danaus eresimus</i> **	0	0	7.9812207
<i>Danaus gilippus</i>	0	0	7.9812207
<i>Diaethria clymena</i> **	0	0	9.090909
<i>Dione juno</i>	0.14336915	0.30721965	9.523809
<i>Dryas iulia</i>	0.9803306	2.3041475	8.75576
<i>Dynamine agacles</i>	0.003292181	0.14814815	7.131012
<i>Dynamine arene</i>	0	0	7.4950686
<i>Dynamine colombiana</i>	0.19223353	0.4608295	7.4950686
<i>Dynamine postverta</i>	0.07251511	0.35650623	2.6113672
<i>Ectima thecla</i>	0.22300036	1.1272142	7.6285243

<i>Electrostrymon</i>	0.13508214	0.46948358	6.1032867
<i>Emesis</i>	0.1545714	0.31298906	7.0660524
<i>Emesis mandana</i>	0	0	7.0660524
<i>Eresia</i>	0	0	4.7619047
<i>Eryphanis lycomedon</i>	0	0	10.599078
<i>Esthemopsis</i>	0	0	7.526882
<i>Eueides isabella</i>	0.24577574	0.4608295	8.294931
<i>Eunica</i>	0	0	5.982906
<i>Eunica malvina</i>	0.13958213	0.34188035	5.982906
<i>Euptoieta hegesia</i>	0.33787504	1.6064256	8.035714
<i>Eurema albula</i>	0.15360983	0.15360983	1.9969279
<i>Eurema elathea</i>	0.033884514	0.30721965	9.523809
<i>Eurema phiale</i>	0.36756635	0.6144393	3.3794165
<i>Euselasia mystica</i>	0	0	9.050773
<i>Gargina</i>	0	0	6.298003
<i>Glutophrissa drusilla</i>	0.24308036	0.4608295	9.68421
<i>Gorgythion begga</i>	0.30912492	0.31007752	2.6113672
<i>Gorgythion beggina</i>	0	0	3.9938557
<i>Hades noctula **</i>	0	0	11.059908
<i>Haematera pyrame</i>	0	0	7.8341017
<i>Hamadryas amphinome</i>	0.29184097	0.921659	4.454685

<i>Hamadryas februa</i>	0.8920805	2.3041475	4.608295
<i>Hamadryas feronia</i>	0.27857307	0.4608295	1.6750419
<i>Hamadryas iphthime</i>	0	0	1.5503876
<i>Hamadryas laodamia</i>	0	0	4.7619047
<i>Heliconius doris</i>	0	0	8.90937
<i>Heliconius eleuchia</i>	0	0	6.4297805
<i>Heliconius erato</i>	0.720767	1.7628206	8.602151
<i>Heliconius ismenius</i>	0.26456746	0.46948358	4.9155145
<i>Heliconius melpomene</i>	0.0617324	0.15649453	4.9155145
<i>Heliconius sara</i>	0.09811213	0.5076142	6.4297805
<i>Heliopetes</i>	0.061515044	0.15432099	7.1537294
<i>Heliopetes alana</i>	0	0	5.6835637
<i>Heliopetes arsalte</i>	0.03415527	0.15432099	5.6835637
<i>Heliopetes domicella</i> **	0	0	5.4012346
<i>Hemiargus hanno</i>	0.05434177	0.46948358	7.3684206
<i>Heraclides anchisiades</i>	0	0	7.526882
<i>Heraclides astyalus</i> **	0	0	7.526882
<i>Heraclides thoas</i>	0.4778973	0.921659	9.06298
<i>Hermeuptychia</i>	0.020508787	0.15649453	5.069124
<i>Hermeuptychia hermes</i>	0.04873314	0.32520324	5.069124
<i>Heterosais giulia</i>	0.15495603	0.46948358	7.8247266

<i>Historis acheronta</i>	0.30721965	0.30721965	7.8341017
<i>Historis odius</i>	0.24278818	0.4608295	7.705192
<i>Hoodus pelopidas</i>	0.30721965	0.6144393	7.526882
<i>Hyalothyryrus neleus</i>	0.15360983	0.15360983	10.166667
<i>Hylephila phyleus</i> **	0	0	5.4773083
<i>Hypna clytemnestra</i>	0.618238	0.618238	10.046368
<i>Hypoleria ocalea</i>	0.14179373	0.4608295	9.21659
<i>Isapis agyrtus</i>	0	0	6.2222223
<i>Itaballia demophile</i>	0.32295623	0.5504587	9.504132
<i>Janatella leucodesma</i>	0.064613305	0.18315019	4.7619047
<i>Juditha caucana</i>	0.15360983	0.15360983	7.6804914
<i>Junonia genoveva</i>	0	0	9.090909
<i>Lasaia agesilas</i>	0.33647868	0.7680492	6.4516125
<i>Leptotes cassius</i>	1.0909332	2.1052632	6.105263
<i>Lerema liris</i> **	0	0	7.8341017
<i>Lycorea halia</i>	0.48466575	1.3824885	8.75576
<i>Magneptychia libye</i>	0	0	6.9579287
<i>Manataria maculata</i>	0.061443932	0.15360983	10.445469
<i>Marpesia berania</i>	0	0	8.141321
<i>Marpesia chiron</i>	0.061443932	0.15360983	8.141321
<i>Mechanitis lysimnia</i> **	0	0	3.2258062

<i>Mechanitis menapis</i>	0	0	2.5039124
<i>Mechanitis polymnia</i>	0.26978663	0.7680492	2.5039124
<i>Melanis electron</i>	0.14261147	0.921659	2.6234567
<i>Melete lycimnia</i>	0	0	12.442396
<i>Memphis pithyusa</i>	0.34869432	0.7751938	7.1428576
<i>Mesene phareus</i>	0	0	6.4516125
<i>Mestra hersilia</i>	0.24695323	1.6975307	7.8869047
<i>Michaelus</i>	0	0	6.4516125
<i>Microceris dulcinea</i> **	0	0	8.90937
<i>Milanion marciana</i> **	0	0	10.090091
<i>Ministrymon</i>	0	0	5.529954
<i>Morpho helenor</i>	0.17921148	0.30721965	9.285714
<i>Mylon maimon</i> **	0	0	8.294931
<i>Mysoria barcastus</i>	0	0	8.602151
<i>Nascus broteas</i>	0	0	8.141321
<i>Nica flavilla</i>	0.08523443	0.7984032	9.882748
<i>Notheme erota</i>	0	0	5.9907837
<i>Opsiphanes cassina</i> **	0	0	8.2942095
<i>Opsiphanes tamarindi</i> **	0	0	8.2942095
<i>Panthiades bitias</i>	0	0	4.454685
<i>Panthiades phaleros</i> **	0	0	4.454685

<i>Parcella amarynthina</i>	0	0	6.4516125
<i>Pareuptychia</i>	0.11038084	0.30721965	6.4516125
<i>Pareuptychia occirhoe</i>	0.054616828	0.15360983	6.4516125
<i>Parides anchises</i>	0.19669984	0.6144393	9.147287
<i>Parides eurimedes</i>	0.31007752	0.31007752	9.147287
<i>Parvospila</i>	0	0	8.571429
<i>Perrhybris pamela</i>	0.23517412	1.2519562	10.272536
<i>Phanus</i>	0	0	10.752688
<i>Pheles</i>	0	0	6.4516125
<i>Phocides</i>	0	0	8.141321
<i>Phoebis argante</i>	0.33794162	0.6144393	5.9907837
<i>Phoebis philea**</i>	0	0	5.376344
<i>Phoebis sennae</i>	0.22852133	0.6144393	5.376344
<i>Phoebis statira**</i>	0	0	5.9907837
<i>Polyctor polyctor</i>	0	0	9.677419
<i>Prepona laertes louisa</i>	0.6747861	1.0752689	4.608295
<i>Prepona laertes amesia</i>	0.10620878	0.1650165	4.608295
<i>Protesilaus telesilaus</i>	0	0	7.64526
<i>Pseudodebis celia **</i>	0	0	7.0660524
<i>Pseudolycaena marsyas</i>	0.15360983	0.15360983	5.2227345
<i>Pyrisitia leuce</i>	0.36286592	0.921659	9.21659

<i>Pyrisitia nise</i>	0.51733994	1.0752689	10.291859
<i>Pyrisitia proterpia</i>	0	0	9.469697
<i>Pyrrhogyra neaerea</i>	0.15360983	0.15360983	9.523809
<i>Pyrrhopyge</i>	0	0	8.602151
<i>Rekoa</i>	0	0	5.2227345
<i>Rhetus periander</i>	0.20420742	0.4608295	5.9907837
<i>Siderone galanthis</i>	0.36555043	0.7680492	7.234043
<i>Siproeta stelenes**</i>	0	0	8.842106
<i>Sostrata bifasciata</i>	0	0	8.448541
<i>Spicauda simplicius</i>	0.102406554	0.15360983	5.376344
<i>Spicauda teleus</i>	0	0	3.5330262
<i>Strephonota tephraeus</i>	0.051203273	0.15360983	5.631659
<i>Strymon mulucha</i>	0.40962622	0.6144393	5.837174
<i>Symmachia xypete **</i>	0	0	6.4516125
<i>Synargis mycone</i>	0.1556038	0.30721965	3.846154
<i>Taygetina kerea</i>	0.024132809	0.330033	7.174888
<i>Taygetis larua**</i>	0	0	5.29595
<i>Taygetis rufomarginata</i>	0.15360983	0.15360983	5.29595
<i>Tegosa</i>	0.7680492	0.7680492	7.526882
<i>Telegonus aff. fulgurator</i>	0	0	7.373272
<i>Temenis laothoe</i>	0.024994593	0.30721965	8.992248

<i>Timochreon satyrus</i>	0	0	5.6835637
<i>Timochreon satyrus</i>	0.2764977	0.6144393	1.6897082
<i>Tithorea harmonia</i>	0.09285565	0.34364262	8.602151
<i>Tmolus echion**</i>	0	0	5.6835637
<i>Trina geometrina</i>	0	0	7.4074073
<i>Urbanus</i>	0	0	7.373272
<i>Vareuptychia</i>	0	0	7.664884
<i>Xenophanes tryxus</i>	0	0	8.75576
<i>Ypthimoides blanquita</i>	0	0	6.7567563
<i>Zaretis ellops</i>	0.0779818	0.4192872	7.234043
<i>Zariaspes mys **</i>	0	0	8.722741

Nota. Modelo de sustitución nucleotídica k2P. Adaptado de BOLDSystems, 2022,

(http://boldsystems.org/index.php/TaxBrowser_Home)

** Taxón con una única secuencia

MATERIAL SUPLEMENTARIO 8.

Fenograma NJ de la comunidad de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea) de la Ecoreserva La Tribuna (Neiva-Huila). Archivo disponible en:

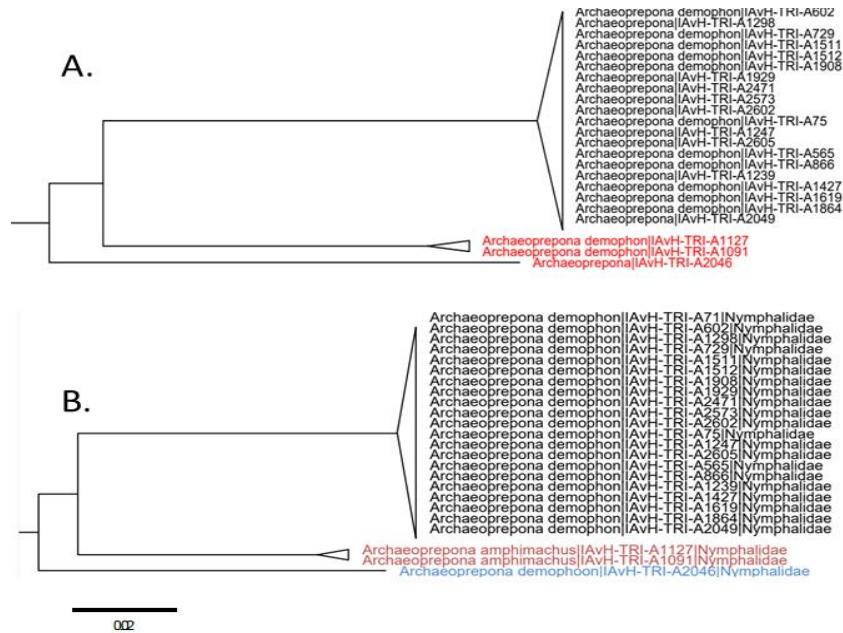
https://drive.google.com/drive/folders/1ejmSnKYXJUQeoCw5Bp_XxFYjsNNaIbZ?usp=share_link

MATERIAL SUPLEMENTARIO 9

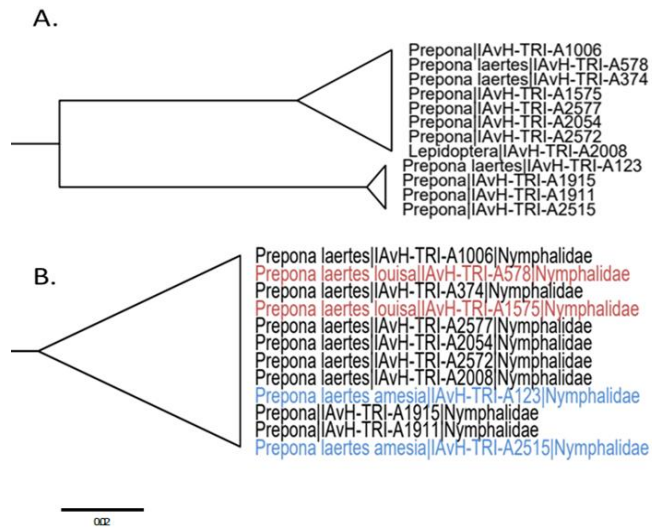
Fenogramas de similitud genética de agrupaciones inconsistentes.

Nota: **A.** Agrupación con base a caracteres morfológicos. **B.** Agrupación basada en caracteres morfológicos y moleculares. Cada rama representa diferentes unidades taxonómicas. La longitud de apertura de los triángulos es directamente proporcional a la divergencia intraespecífica.

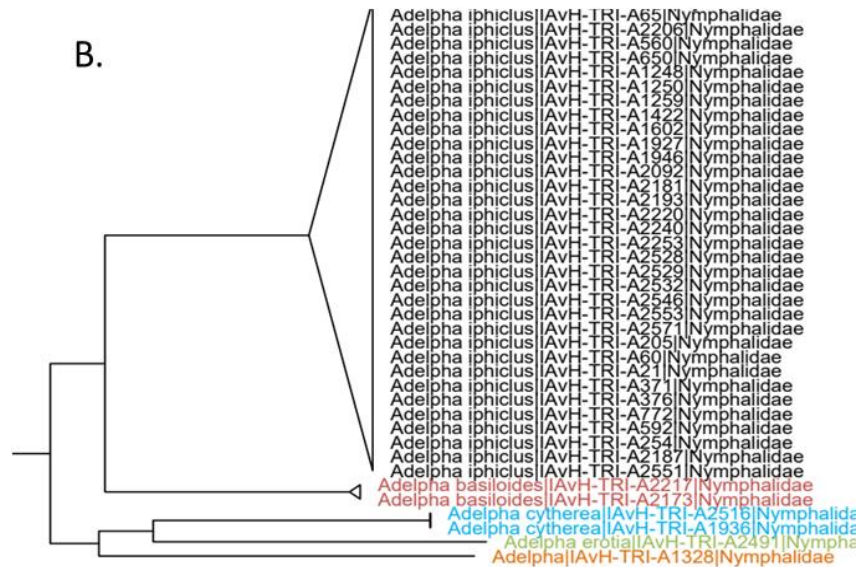
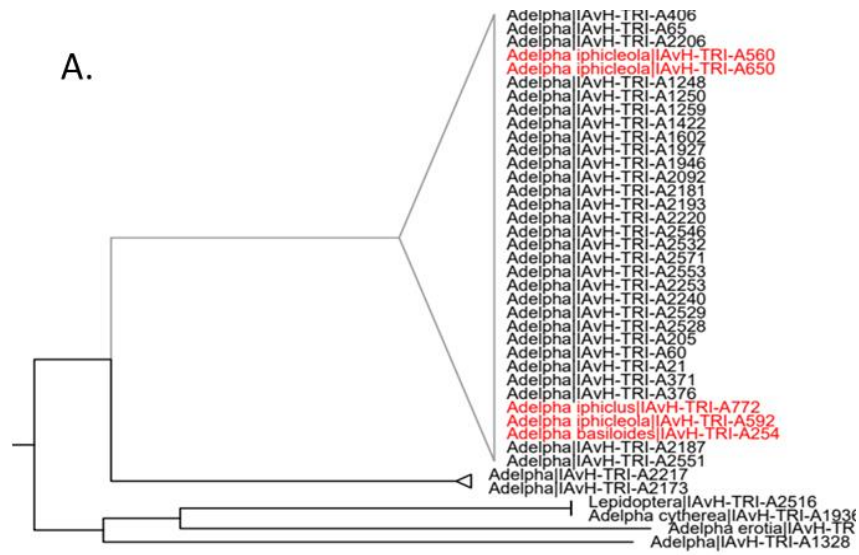
Género *Archaeoprepona* Fruhstorfer, 1915 (Nymphalidae: Charaxinae)



Género *Prepona* Boisduval, 1836 (Nymphalidae: Charaxinae)

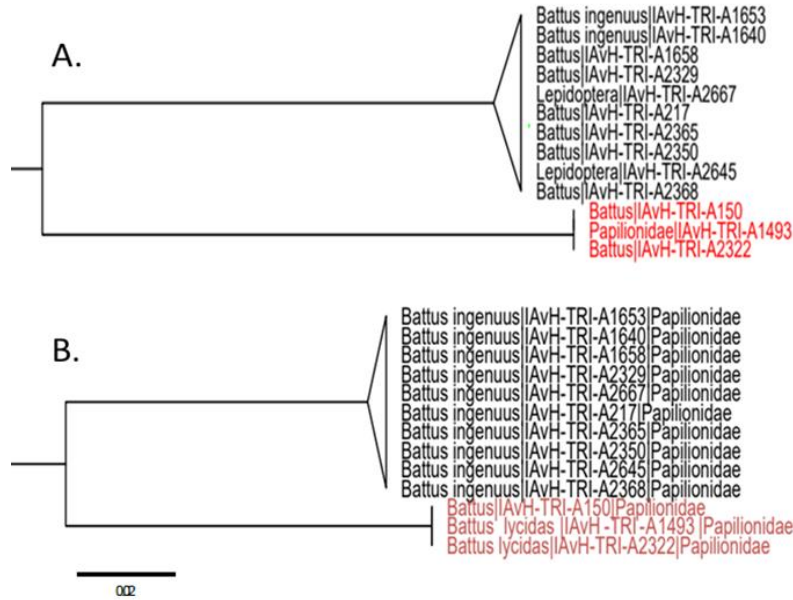


Género *Adelpha* Hübner, [1819] (Nymphalidae: Limenitidinae)

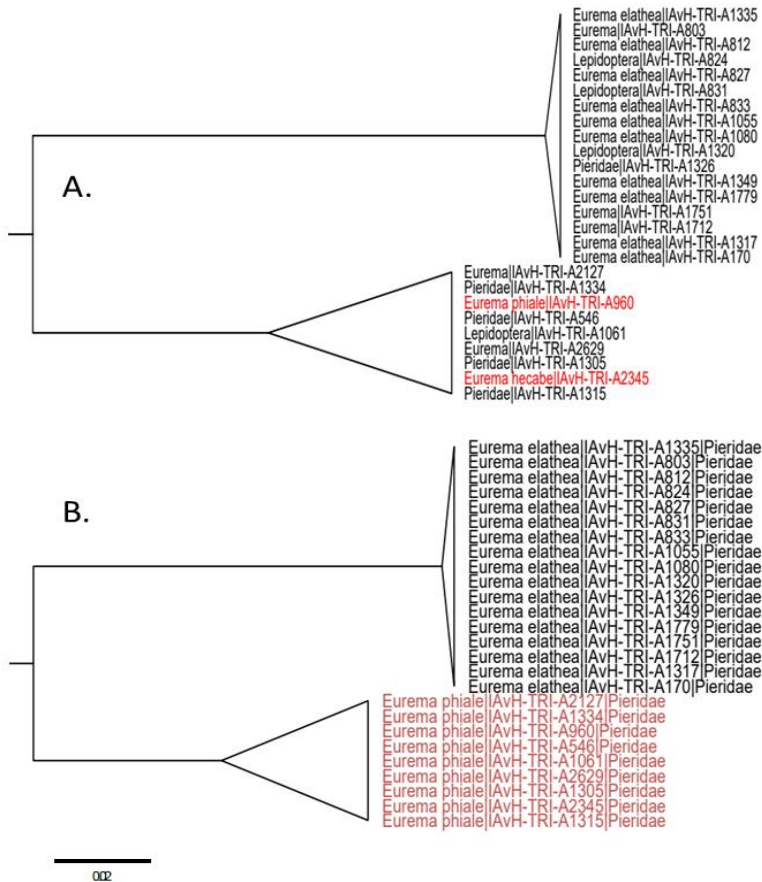


002

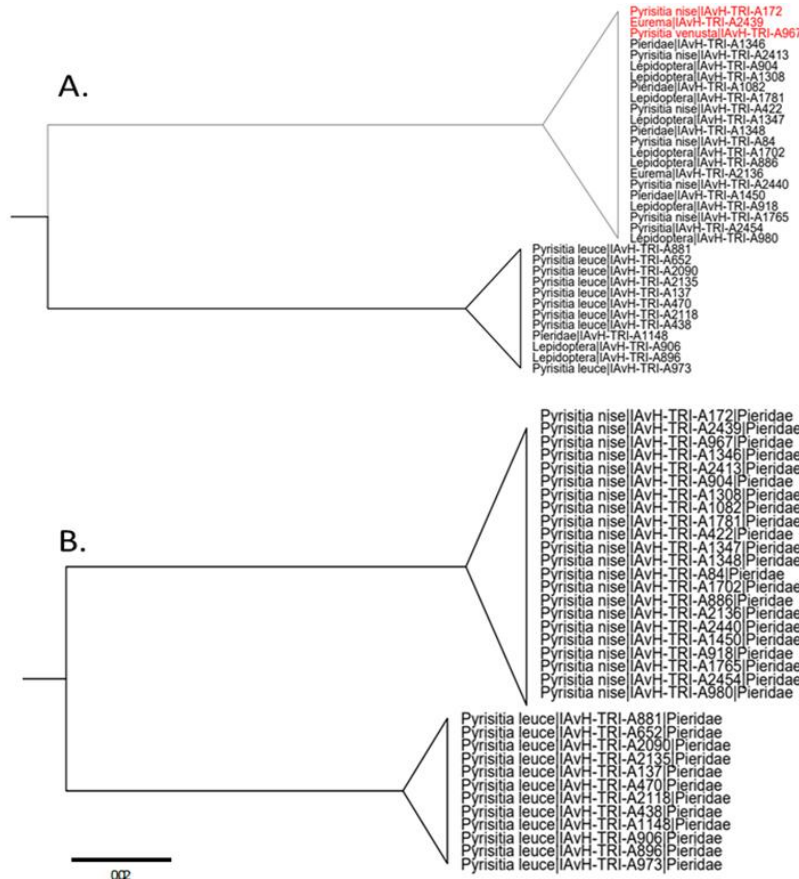
Género *Battus* Scopoli, 1777 (Papilionidae: Papilioninae)



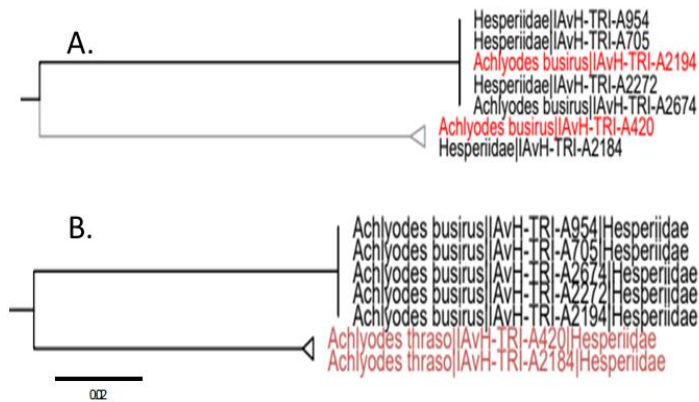
Género *Eurema* Hübner, 1819 (Pieridae: Coliadinae)



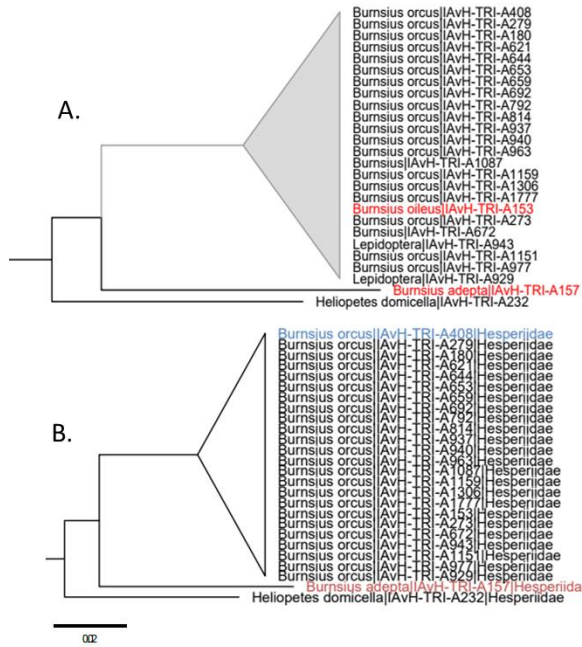
Género *Pyrisitia* Butler, 1870 (Pieridae: Coliadinae)



Género *Achlyodes* Hübner, [1819] (Hesperiidae: Pyrginae)



Género *Burnsius* Grishin, 2019 (Hesperiidae: Pyrginae)



Género *Helioptetes* Billberg, 1820 (Hesperiidae: Pyrginae)

