

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

INVENTORIES OF BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) OF TROPICAL DRY FOREST IN COLOMBIA AND COSTA RICA: METHODOLOGIES, PERSPECTIVES AND DERIVED INFORMATION

ALEJANDRA RENDÓN-RAMÍREZ^{b*}, SANDRA URIBE-SOTO^c, MAYLIN GONZALEZ-
HERRERA^d

Recibido para revisar 30-09-2023, aceptado 27-06-2024, versión final 30-06-2024.

Artículo de Investigación

RESUMEN: La situación actual del Bosque Seco Tropical (Bs-T) 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; ocupando uno de los primeros lugares con información pública integral, validando el uso de las mariposas diurnas y su información genética no solo como organismos objetivo de la conservación, sino también como herramientas de monitoreo. 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, las metodologías usadas, las intensidades de muestreo y los objetivos planteados. 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.

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 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

^aRendón-Ramírez, A., Uribe-Soto, S. & Gonzalez-Herrera, M. (2024). Inventarios de mariposas (*lepidoptera: papilionoidea*) de bosque seco tropical en Colombia y Costa Rica: metodologías, perspectivas e información derivada. *Rev. Fac. Cienc.*, 13 (2), 90–116. DOI: <https://10.15446/rev.fac.cienc.v13n2.111362>

^bUniversidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, M. Sc. Entomología

* Autor para correspondencia: alrendonr@unal.edu.co

^cProfesora Titular, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

^dInvestigadora Asociada, Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

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 1.693 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 the biology and ecology including host plants.

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

1. INTRODUCCIÓN

En el sistema de Holdridge (1987), 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 o 250 y 2000 mm (Holdridge *et al.*, 1971; Murphy & Lugo, 1986). 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 & 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 tiene especies que no habitan en ningún otro ecosistema (Murphy & Lugo, 1986; Medina, 1995; 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.*, 2016).

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).

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. (Villareal *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.*, 2021).

Los inventarios de diversidad biológica son la base para estudios espacio temporales y evaluaciones de los estados de conservación a lo largo del tiempo. Las mediciones de riqueza definida como el número de especies presente en determinada área (Hurlbert, 1971; Sanjit & Bhatt, 2005; Jaksic & 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 & Grytes (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, 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 han centrado en grupos como plantas, mamíferos terrestres, ranas arborícolas; silbonas y escarabajos coprófagos (Pizano & García, 2014; González *et al.*, 2016; Neita *et al.*, 2018), no obstante, 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 & 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 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.

2. 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 las localidades: 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 & Jaramillo, 2022) y los catálogos de Butterflies of America (Warren *et al.*, 2013) detectando casos de sinonimización.

3. RESULTADOS

3.1. 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 (Pizano & García, 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 (Pizano & García, 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. 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; Henderson, 2010) a lo largo de diferentes localidades de la provincia Guanacaste (Figura 1).

Ambos países presentan gran amplitud altitudinal y variedad de ecorregiones, lo que les confiere condiciones climáticas, orográficas y naturales propicias para la biodiversidad (Cayuela & Granzow-de la Cerda, 2012).

3.2. 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 para hacer frente a la pérdida acelerada de cobertura.

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 & 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. Dentro de las especies de mayor abundancia destacaron *Mechanitis lysimnia* (Fabricius, 1793), *Heliconius melpomene*

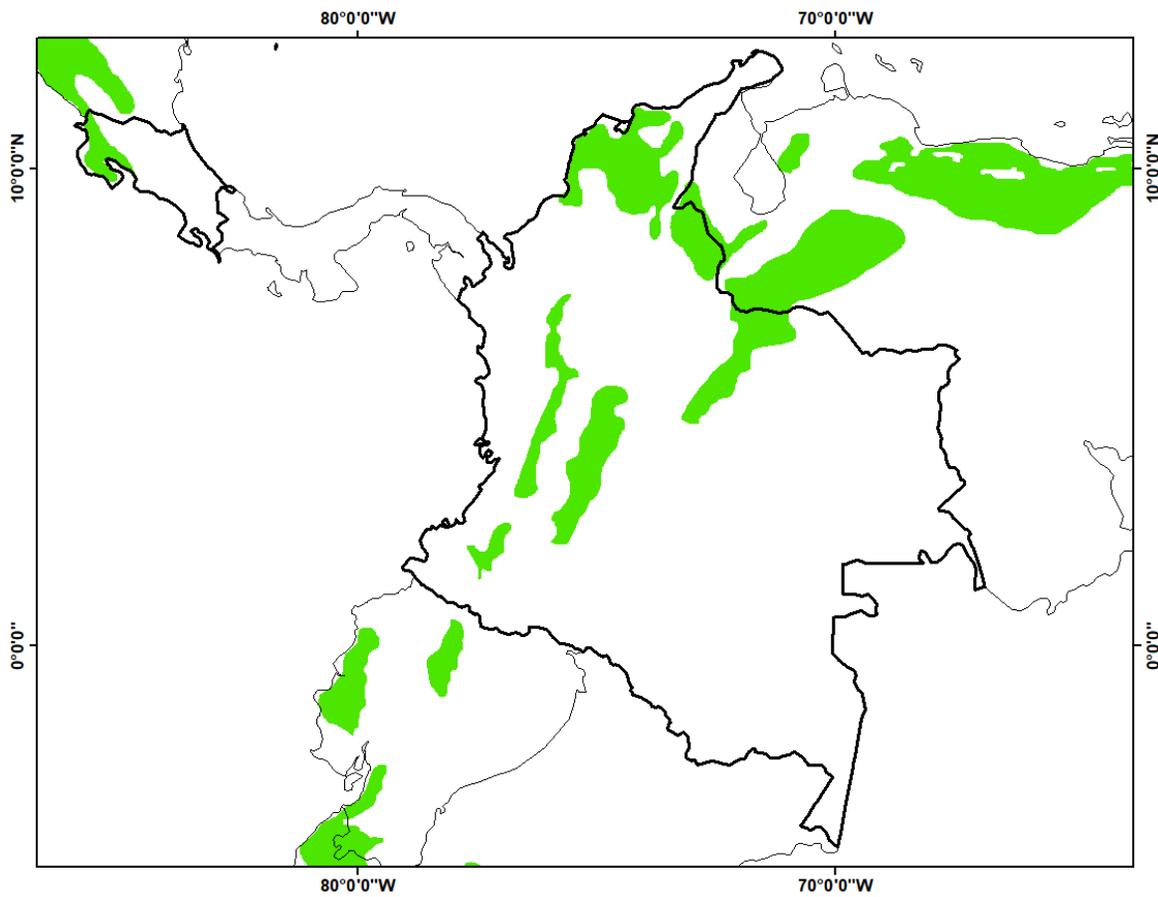


Figura 1: Cobertura y distribución de Bosque Seco Tropical en Colombia y Costa Rica, representado por los parches de color verde. Fuente: Elaboración propia, adaptado de Dryflor *et al.*, 2016.

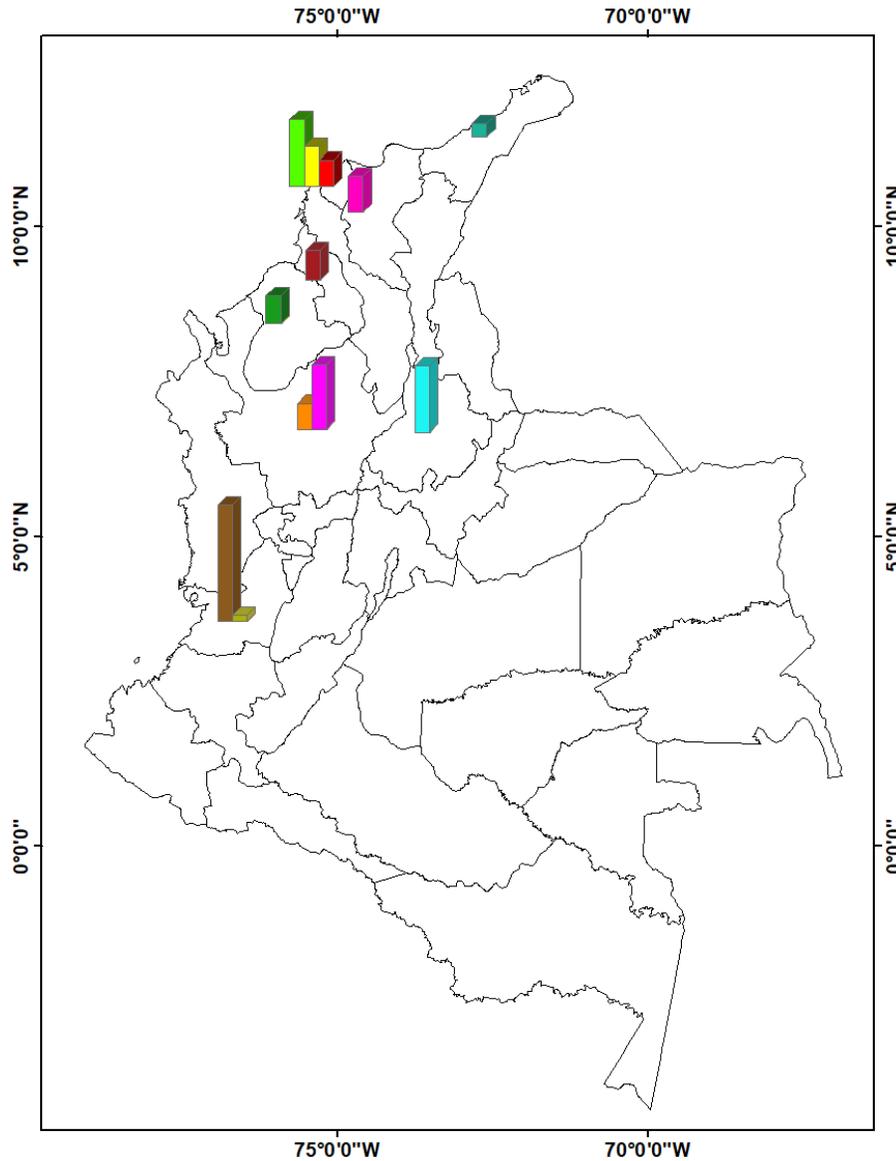


Figura 2: Número de inventarios y proporción de riqueza de mariposas para fragmentos de Bosque Seco Tropical en ocho diferentes departamentos de Colombia. La cantidad de barras por departamento representa el número de inventarios; la altura de las barras representa la riqueza de especies registrada en cada uno de ellos. Fuente: Elaboración propia.

(Linnaeus, 1758) y *Eurema albula* (Cramer, 1775). Solo hubo registro de dos especies para cada una de las familias Riodinidae y Hesperidae.

Para el departamento del Atlántico, hay varios estudios. En bosques de galería, 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 *et al.* (2009). *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 nueve 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 *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 cuatro 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 cinco 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 (cinco localidades); Arcial, El Porro y Cintura (ocho localidades) y Valle del río Sinú (10 localidades), cada localidad muestreada durante siete 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 iphiclus* (Linnaeus, 1758) y *Nica flavilla* (Godart, 1823).

Para Antioquia (Henao, 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 dos 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; visitadas 11 veces, entre diciembre de 2007 y noviembre de 2008 (Orozco *et al.*, 2010).

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 sp.*

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), Yphthimoides 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 & Henao, 2011) durante tres salidas de campo y un total de nueve 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*.

En un esfuerzo valioso por comprender la composición de esta lepidopterofauna de Bs-T en Colombia, Henao & 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 Hesperidae (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 & Gantiva, 2020).

Todos los estudios revisados incluyen muestreo activo con red entomológica y pasivo con trampas tipo VSR cebadas con diferentes atrayentes (ver Tabla 1).

3.3. Inventarios de mariposas de Bs-T en Costa Rica

Los primeros estudios sistemáticos del país fueron los de DeVries (1986), DeVries (1987), 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. 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. Adicional-

Tabla 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	Riqueza de especies	Métodos de captura y atrayentes										Referencia
		RE	BA	MF	PD	CA	EH	OR	JC	CR		
COLOMBIA												
	123	x		x			x	x				Montero <i>et al.</i> (2009)
	74	x		x		x						Prince-Chacón <i>et al.</i> (2011)
	66	x		x		x						Vargas-Zapata <i>et al.</i> (2011)
Región Caribe	51	x			x							Campos-Salazar <i>et al.</i> (2011)
	48	x		x		x		x				Boom <i>et al.</i> (2013)
	24	x		x			x					Moreno & Acuña (2015)
	55	x	x							x		Mercado <i>et al.</i> (2018)
Región Norandina	121	x	x									Casas-Pinilla <i>et al.</i> (2017)
Valle geográfico del río Cauca	47	x		x	x		x					Henao (2005)
	117	x	x									Orozco <i>et al.</i> (2010)
	213	x	x		x							Gaviria & Henao (2011)
	11	x										Saavedra <i>et al.</i> (2022)
COSTA RICA												
Provincia Guanacaste	N/D										x	DeVries (1986)
	532										x	Janzen <i>et al.</i> (2009), Janzen & Hallwachs (2020)

mente, registró importantes datos de taxones vegetales asociados y el hábito alimenticio de los inmaduros (Janzen, 1988a; Janzen, 1988b; Janzen, 1998; Janzen, 2002).

Sumándose a los esfuerzos anteriores, Austin (1992) complementó la guía de campo de DeVries (1986) 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), Janzen (1988b), Janzen (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. Desde la fecha, a diario el trabajo en campo ha consistido en encontrar larvas silvestres, criarlas, sistematizar información y curar especímenes (Janzen, 1986; Janzen, 1998; Janzen, 2004; Janzen & Hallwachs, 1992a; Janzen & Hallwachs, 1992b; 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. 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; Hebert *et al.*, 2004; Janzen & Hallwachs, 2016), 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 reportes de especie de lepidópteros. Lo anterior gracias a la identificación de más de 340 spp. no resueltas morfológicamente, como ninfálidos de los géneros *Adelpha*, *Prepona* y *Taygetis*; piéridos y papilionidos como *Parides* y *Heraclides* y en mayor medida hespéridos dentro de los géneros *Aguna*, *Astrartes*, *Chioides*, *Polythrix*, *Udranomia*, *Urbanus* y *Typhedanus* (Hebert *et al.*, 2004; Janzen *et al.*, 2009; Janzen & Hallwachs, 2016; Janzen & Hallwachs, 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 HesperIIDae (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 Hedyllidae (Nakae, 2021; Garwood & 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 & Hebert, 2007; ACG, 2019) y al menos una planta hospedante.

3.4. 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. 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 (Sperling & 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 la secuencia de la región barcode Cox1 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: Hesperidae (14.896); Nymphalidae (6.323); Riodinidae (2.086); Lycaenidae (1.142); Pieridae (1.057); Papilionidae (664) y Hedyidae (312) y los datos de diversidad genética como BINs están en el orden de 1.047, distribuidos así: Hesperidae (481); Nymphalidae (274); Riodinidae (107); Lycaenidae (101); Pieridae (36); Papilionidae (32) y Hedyidae (16).

3.5. 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 (Heno & 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, 2019). 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, 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 'Astraptes' 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 basiloides*, *Adelpha iphiclus*, *Prepona laertes*, *Eurema phiale*, *Eurema elathea*, *Pyrisitia nise*, *Achlyodes thraso*, *Burnsius adepta*, *Heliopetes alana* y *Heliopetes arsalte* las secuencias *CoxI* 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 (Henao y Gantiva 2020), se registraron un total de 120 especies compartidas con Costa Rica (Tablas 2, 3, 4), de las cuales cinco son consideradas estrictamente de Bs-T (*Memphis artacaena*, *Myscelia cyaniris*, *Paches loxus*, *Timochreon satyrus* y *Eumaeus godartii*).

3.6. 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; 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 & Gallego-Ropero, 2019).

Tabla 2: Especies compartidas entre Bosque Seco Tropical 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. (**)

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. Familia: Nymphalidae.

Especie	Nº de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs- T (Costa Rica)	Nº de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs- T (Colombia)
* <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 junio</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 liliis</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	-

Tabla 3: Especies compartidas entre Bosque Seco Tropical 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.

Familia: Hesperiiidae

Especie	N° de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs- T (Costa Rica)	N° de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs- T (Colombia)
*Achlyodes busirus (Cramer, 1779)	40	-
Achlyodes pallida (Felder, 1869)	27	-
*Achlyodes thraso (Hübner, 1819)	20	-
Anastrus sempiternus (Butler & Druce, 1872)	22	-
Anthoptus epictetus (Fabricius, 1793)	150	-
*Antigonus erosus (Hübner, [1812])	41	-
Antigonus nearchus (Latreille, [1817])	4	-
Astraptes aulus (Plötz, 1881)	6	-
Astraptes talus (Cramer, 1777)	27	-
Autochton zarex (Hübner, 1818)	16	-
Autochton bipunctatus (Gmelin, 1790)	1	-
Bungalotis midas (Cramer, 1775)	16	-
Camptopleura auxo (Möschler, 1878)	57	-
Carrhenes canescens (Felder, 1869)	75	-
Celaenorrhinus eligius (Stoll, 1782)	54	-
*Chioides catillus (Cramer, 1779)	37	-
*Xenophanes tryxus (Stoll, 1780)	11	-
*Cogia calchas (Herrich-Schäffer, 1869)	1	-
Cynea anthracinus (Mabille, 1877)	34	-
Ebrietas anacreon (Staudinger, 1876)	1	-
*Gorgythion begga (Prittwitz, 1868)	241	-
Grais stigmaticus (Mabille, 1883)	28	-
Helias cama Evans, 1953	27	-
Heliopetes macaira (Reakirt, 1866)	5	-
*Heliopetes alana (Reakirt, 1868)	5	-
*Heliopetes arsalte (Linnaeus, 1758)	14	-
Mylon pelopidas (Fabricius, 1793)	26	-
Nyctelius nyctelius (Latreille, 1824)	11	-
Ocyba calathana (Hewitson, 1868)	6	-
Paches loxus (Westwood, 1852)	17	-
Panoquina fusina (Hewitson, 1868)	2	-
Panoquina lucas (Fabricius, 1793)	37	-
Pellicia dimidiata Herrich-Schäffer, 1870	15	-
Perichares philetes (Gmelin, 1790)	3	-
Polycctor cleta (Evans, 1953)	33	-
Polythrix caunus (Herrich-Schäffer, 1869)	45	-
Potamanaxas melicertes (Godman & Salvin, 1895)	5	-
Pseudonascus paullinae (Sepp, [1842])	24	-
Pythonides proxenus (Godman & Salvin, 1895)	22	-
Quadrus cerialis (Stoll, 1782)	74	-
Quadrus contubernalis (Mabille, 1883)	13	-
Synapte silius (Latreille, [1824])	69	-
*Telegonus fulgerator (Walch, 1775)	3	-
Timochares trifasciata (Hewitson, 1868)	28	-
*Timochreon satyrus (C. Felder & R. Felder, 1867)	23	-
Typhedanus undulatus (Hewitson, 1867)	9	-
Urbanus belli (Hayward, 1935)	7	-
*Cecropterus dorantes (Stoll, 1790)	26	-

Tabla 4: Especies compartidas entre Bosque Seco Tropical 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.

Familia	Especie	Nº de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs- T (Costa Rica)	Nº de registros genéticos de mariposas recolectadas en Bs- T (Colombia)
Pieridae	* <i>Ascia monuste</i> (Linnaeus, 1764)	30	-
	<i>Eurema xantochlora</i> (Kollar, 1850)	41	-
	* <i>Melete lycimnia</i> (Cramer, 1777)	15	-
	* <i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)	46	2
	<i>Arawacus togarna</i> (Hewitson, 1867)	62	-
Lycaenidae	<i>Brangas neora</i> (Hewitson, 1867)	56	-
	<i>Eumaeus godartii</i> (Boisduval, 1870)	22	-
	* <i>Panthiades bitias</i> (Cramer, 1779)	8	-
	* <i>Emesis mandana</i> (Cramer, 1780)	72	-
	<i>Emesis ocyptore</i> (Geyer, 1837)	44	-
	* <i>Lasaia agesilas</i> (Latreille, [1809])	2	-
Riodinidae	<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	-
	* <i>Battus ingenuus</i> (Dyar, 1907)	2	-
	<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	4	-
	<i>Parides iphidamas</i> (Fabricius, 1793)	80	-

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 (Will *et al.*, 2005; Pante *et al.*, 2014; Núñez *et al.*, 2022; Hebert *et al.*, 2003; 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 'Astraptus' fulgerator* (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 cuatro 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 cripticismo 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 &

Hallwachs, 2016; Grishin *et al.*, 2014).

De la literatura revisada 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, 1986; Willmott & Lamas, 2006; Vega, 2011; Figueroa *et al.*, 2023). Para Colombia se encontraron siete especies, un género y una familia completa, con registro explícito de plantas hospedantes en los documentos revisados, cuya información se detalla en la Tabla 5. De estas, C.

Tabla 5: Especies compartidas entre Bosque Seco Tropical 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.

Grupo de mariposas	Taxón vegetal asociado
Familia Nymphalidae	
Subfamilia Biblidinae	Malvaceae, Euphorbiaceae, Moraceae y Sapindaceae (Díaz & Gómez, 2006; Casas-Pinilla <i>et al.</i> , 2017) (Mercado <i>et al.</i> , 2018)
<i>Hamadryas februa</i>	<i>Dalechampia heteromorpha</i> (Euphorbiaceae) (Orozco <i>et al.</i> , 2010)
Subfamilia Heliconiinae	Passifloraceae (Campos <i>et al.</i> , 2011)
<i>Mechanitis polymnia</i>	<i>Solanum spp.</i> (Solanaceae), <i>Boraginaceae</i> , <i>Asteraceae</i> (Gaviria & Henao, 2011) (Boom <i>et al.</i> , 2013; Saavedra <i>et al.</i> , 2022)
Subfamilia Satyrinae	
<i>Hermeuptychia hermes</i>	Poaceae (DeVries, 1987; Orozco <i>et al.</i> , 2010)
<i>Pareuptychia hesione</i>	Poaceae (Orozco <i>et al.</i> , 2010)
Subfamilia Charaxinae	
<i>Zaretis spp.</i>	Salicaceae; Casearia spp. (Salicaceae) (DeVries, 1987; Orozco <i>et al.</i> , 2010; ACG, 2019)
Subfamilia Nymphalinae	
<i>Anartia amathea</i>	Acanthaceae, Verbenaceae (Orozco <i>et al.</i> , 2010; Casas-Pinilla <i>et al.</i> , 2017)
<i>Colobura dirce</i>	Cecropia spp., <i>Cecropia peltata</i> (Urticaceae) (Orozco <i>et al.</i> , 2010; ACG, 2019)
Familia Papilionidae	Fabaceae y Aristolochaceae (Prince-Chacón <i>et al.</i> , 2011)
Familia Lycaenidae	
<i>Eumaeus godartii</i>	<i>Zamia encephalartoides</i> (Zamiaceae) (Casas-Pinilla <i>et al.</i> , 2017)

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.

4. 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 (Pizano & 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 adultos, 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 Hesperidae, 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*, *Chlorostrymon*, *Lamprospilus*, *Ministrymon*, *Panthiades*, *Rekoa*, *Strymon*, y hespéridos de los géneros *Achlyodes*, *Astraptes*, *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 & 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, 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.

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 Hesperidae.

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 (en prep.).

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 (Ratnasingham & Hebert, 2007; Lim *et al.*, 2009; Telfer *et al.*, 2015; Altamirano & Yáñez, 2016).

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.

Contribución de los autores

Alejandra Rendón Ramírez: La conceptualización, el análisis puntual de la información derivada de búsquedas web, la curaduría de los datos y la escritura.

Sandra Uribe y Maylin Gonzalez: apoyaron el planteamiento de la metodología, realizaron revisión y edición del texto.

Referencias

- ACG. (2019). Área de Conservación Guanacaste. Fuente de Vida y Desarrollo. Disponible en: <https://www.acguanacaste.ac.cr/index.php>
- Altamirano, M. & 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. ISSN: 1390-3799.
- Amat, G., Andrade, G. & 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. & 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 Rica Butterflies. *Tropical Lepidoptera*, 3, 25–33.
- 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 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. & 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. & 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), 83-108. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45550375010>
- Campos-Salazar, 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>
- Cayuela, L. & 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>
- Contreras, A., Cuevas, C., Goyenechea, I. & Iturbe, U. (Eds). (2007). La sistemática, base del conocimiento de la biodiversidad. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_SistBioAnimal/Irene_Mayer/CG2007Lasistemtica.pdf
- 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.
- Díaz, J. & Gómez, F. (2006). Bosque seco tropical Colombia. Cali, Colombia: Banco de Occidente, I/M Editores.
- FIBRAS. (2021). Documento técnico Programa Apoyo a la Investigación del proyecto Fibras. Instituto Alexander von Humboldt.
- Figuroa, E., León, X. & 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. & Jaramillo J.G. (2021). Mariposas de Colombia Lista de chequeo/ Checklist of Colombian Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea). BioButterfly Database. V1. 300 pp. Disponible en / Available at <http://www.butterflycatalogs.com> (Descargado/Downloaded: 21 de junio de 2021)
- Garwood, K. & Jaramillo, J.G. (2022). Mariposas del Neotrópico Lista de chequeo - Suramérica/ Neotropical Butterflies Checklist -South America. BioButterfly Database. <https://www.butterflycatalogs.com/neotropical-checklist.html>

- Gaviria, F. & 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>
- González-Carranza, Z., Berrio, J., Hooghiemstra, C., Duivenvoorden, J.F. & 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, M., Thomas, E., Vásquez, A., Pizano, C., Medina, C., González, F., Acosta, A. & 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. & 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. & Jeremy, R. (2003). Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit I 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. & 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>
- 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., Dinca, V., Vicente, J.C., Hornett, E.A., Síchová, J., Lukhtanov, V.A., Talavera, G. & 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)

- Henaó, 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., Sariot, M.G.M., Escobés, R. & 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. & 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. & Tosi, J. (1971). Forest environments in tropical life zones, a pilot study. Pergamon Press.
- Holdridge, L. (1987). Ecología basada en zonas de vida. SIICA. 216p.
- 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. & 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. & 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., & 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. 100-111
- 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. & 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. & Hallwachs, W. (2016). DNA barcoding the Lepidoptera inventory of a large complex tropical conserved wildland, Area de Conservacion Guanacaste, Northwestern Costa Rica. *Genome*, 59, 641–660. 10.1139/gen-2016-0005
- Janzen, D.H. & 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. & 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. & 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. & 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>
- McCain, C. & 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.
- 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., Kapos, V. & 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. & Gutiérrez, L. (2009). Mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) asociadas a fragmentos de Bosque Seco Tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. Las Mariposas (Lepidóptera: 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. & 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. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.16>
- Murphy, P. G., & Lugo, A. E. (1986). Ecology of tropical dryforest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67-88. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>
- Nakae, M. (2021). Papilionidae of the World Roppon-Ashi Entomological Books Yasusuke NISHIYAMA & Adam COTTON Editores.
- Neita, J.C., Orozco, J. & Medina, C. (2018). Description of a new species of *Coelosis Hope* from Guajira Peninsula, northern Colombia (Coleoptera, Scarabaeidae, Dynastinae, Oryctini). *ZooKeys*. <https://zoobooks.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. & 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. & 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., Schoelinck, C. & 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. & Motro, U. (2004). Response to topography in a hilltopping butterfly and implications for modelling nonrandom dispersal. *Animal Behaviour*, 68(4), 825-839.
- 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>.
- Prince-Chacón, S., Vargas Zapata, M., Salazar, E.J. & Martínez Hernández, N. (2011). Mariposas Papilionoidea y Hesperioidea (Insecta: Lepidoptera) en dos fragmentos de bosque seco tropical en Corrales de San Luis, Atlántico, Colombia. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 48, 243-252.
- 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>
- Rocha, J., Almeida, J., Lins, G. & Durval, A. (2011). Insects as indicators of environmental changing and pollution: a review of appropriate species and their monitoring. *Holos Environment*. 10. <https://doi.org/10.14295/holos.v102.2996>
- Rosenzweig, M. (1995). *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press.
- 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>.
- Sanjit, L. & 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>
- 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. & 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 Colepicolo, P. (2008). Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 71, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2008.05.009>
- Vargas-Zapata, M., Martínez, N., Gutiérrez, L. & 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
- Vega, G. (2011). Guía de plantas hospederas para mariposarios. Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio. Available from: <https://books.google.com.co/books?id=pjz0-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. & Umaña, A.M. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Segunda edición). Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Warren, A., Davis, K., Stageland, E., Pelham, J. & Grishin N. (2013). Illustrated List of American Butterflies. <http://www.butterflieso-famerica.com/>
- 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. & 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. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2006.00319.x>
- Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J. & 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/>