



Revista mexicana de biodiversidad

ISSN: 1870-3453

ISSN: 2007-8706

Instituto de Biología

Ríos-González, Tomás A.; Saldaña, Yanesis T.; Vargas, Géminis A.; Bernal-Vega, Juan A.

Sphingidae y Saturniidae (Insecta: Lepidoptera) de la Reserva
Forestal Fortuna y el Parque Nacional La Amistad, Panamá

Revista mexicana de biodiversidad, vol. 90, 2019

Instituto de Biología

DOI: 10.22201/ib.20078706e.2019.90.2837

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42562784018>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Ecología

Sphingidae y Saturniidae (Insecta: Lepidoptera) de la Reserva Forestal Fortuna y el Parque Internacional La Amistad, Panamá

Sphingidae and Saturniidae (Insecta: Lepidoptera) from the Fortuna Forest Reserve and La Amistad International Park, Panama

Tomás A. Ríos-González ^{a,*}, Yanesis T. Saldaña ^a, Géminis A. Vargas ^b y Juan A. Bernal-Vega ^a

^a Museo de Peces de Agua Dulce e Invertebrados, Universidad Autónoma de Chiriquí, Ciudad Universitaria, El Cabrero, David, Chiriquí, Panamá

^b Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad Autónoma de Chiriquí, Ciudad Universitaria, El Cabrero, David, Chiriquí, Panamá

*Autor para correspondencia: tomas.rios@unachi.ac.pa (T.A. Ríos-González)

Recibido: 8 octubre 2018; aceptado: 6 febrero 2019

Resumen

Presentamos información sobre la riqueza y abundancia de especies de esfingidos y satúrnidos recolectados en La Reserva Forestal Fortuna (RFF) y el Parque Internacional La Amistad (PILA) en la provincia de Chiriquí, Panamá. Se muestreó mensualmente en ambos sitios desde octubre de 2011 a octubre de 2013, con trampas de luz para su captura desde las 18:00 a 22:00 h. Los muestreros se evaluaron mediante curvas de acumulación de especies y estimadores no paramétricos de riqueza. Se identificaron 92 especies en total de Sphingidae y Saturniidae, con 11 reportes nuevos para la fauna de polillas de Panamá. Para la RFF se registraron 42 especies de Sphingidae y 22 de Saturniidae. En el PILA se documentaron 14 especies de Sphingidae y 11 de Saturniidae. La riqueza y abundancia de las especies de Saturniidae estuvo correlacionada con la precipitación y la abundancia de Sphingidae con la humedad relativa. Este estudio evidencia los primeros registros de las especies de Sphingidae y Saturniidae para la RFF y PILA. También, los resultados indican el buen estado de conservación en que se mantiene la RFF en comparación con el PILA, el cual ha recibido un impacto por las actividades agrícolas.

Palabras clave: Diversidad; Especies; Temporada seca; Temporada lluviosa; Humedad relativa; Neotrópico; Polillas; Precipitación

Abstract

We present information on the richness and abundance of species of sphingid and saturniids collected in La Fortuna Forest Reserve (RFF) and La Amistad International Park (PILA) in the province of Chiriquí, Panama. We sampled monthly in both sites from October 2011 to October 2013, with light traps for its capture from 18:00 to 22:00 h. The samplings were evaluated by means of species accumulation curves and nonparametric wealth estimators. A total of 92 species of Sphingidae and Saturniidae were identified, with 11 new reports for the moth fauna of Panama. For RFF,

42 species of Sphingidae and 22 species of Saturniidae are recorded. In the PILA, 14 species of Sphingidae and 11 species of Saturniidae are documented. The richness and abundance of Saturniidae species were correlated with the precipitation and abundance of Sphingidae with relative humidity. This study evidences the first records of the species of Sphingidae and Saturniidae for the RFF and PILA. Also, the results indicate the good state of conservation in which the RFF is maintained in comparison with the PILA, which has received an impact due to the agricultural activities.

Keywords: Diversity; Species; Dry season; Rainy season; Relative humidity; Neotropic; Moths; Precipitation

Introducción

A nivel mundial, en el orden Lepidoptera se registran más de 1,500 especies en 206 géneros de la familia Sphingidae Latreille, 1802 (Kitching, 2018) y 2,349 especies en 169 géneros de la familia Saturniidae Boisduval, 1837 (Van Nieuwerken et al., 2011). Para la región neotropical, se han documentado alrededor de 400 especies de Sphingidae y 950 de Saturniidae (Zapata et al., 2016). En Panamá se han reportado 166 especies en 31 géneros de Sphingidae (Aiello et al., 2005; Biogeodb.stri.si.edu, 2018; d'Abraira, 1986; Maes y Schmit, 2018) y 78 especies en 39 géneros de Saturniidae (Aiello et al., 2005; Biogeodb.stri.si.edu, 2018; Gayman, 2014; Lemaire, 1978, 1980; Maes et al., 2018). La mayor parte de estos registros se ha realizado en localidades de las provincias de Darién, Panamá, Colón, Coclé, Bocas del Toro y Chiriquí. En esta última, en las localidades de Río Sereno, Bambito, Hornito y Palo Seco. También, hay registros en islas, como en Coiba en el océano Pacífico (Aiello et al., 2005) e isla Colón en el mar Caribe (Mosher, 2015). Las polillas Sphingidae y Saturniidae son diversas y ecológicamente cumplen un papel importante. Los esfingidos son importantes polinizadores, pero además incluyen especies que son plagas agrícolas (Karger et al., 2013). Los satúrnidos cumplen un papel en los ecosistemas como herbívoros, y en algunas especies las larvas son un recurso vital de proteínas y grasas en comunidades rurales. Los capullos son económicamente importantes para la industria de la seda y otras especies muestran un alto potencial en aplicaciones médicas (Lara-Pérez et al., 2017).

Dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de Panamá están incluidas unas 65 áreas, las cuales representan cerca de 34.5% del territorio nacional. En las provincias de Chiriquí y Bocas del Toro están ubicados el Parque Internacional La Amistad, Parque Nacional Volcán Barú, la Reserva Forestal Fortuna, el Humedal Lagunas de Volcán y el Bosque Protector Palo Seco, que en conjunto abarcan unas 365,000.5 ha (Araúz, 2007). La Reserva Forestal Fortuna (RFF) es considerada una de las áreas protegidas mejor conservadas del país y se distingue a nivel mundial por una extraordinaria diversidad biológica (Martínez et al., 2010; Vergara et al., 2008). La precipitación es de aproximadamente 4,000 mm/año y la

temperatura promedio es de 16 °C (MiAmbiente, 2017). Esta reserva se localiza en la zona de vida bosque pluvial premontano, según el sistema de Holdridge (Martínez et al., 2010). El Parque Internacional La Amistad (PILA) también posee una excepcional biodiversidad y es considerada una de las zonas inalteradas de mayor importancia del continente Americano (Araúz, 2007; SOMASPA e INBio, 2005). La precipitación media anual oscila entre los 2,500 mm y los 5,500 mm, convirtiendo esta zona protegida en una de las regiones más húmedas del territorio nacional. Las temperaturas promedio anuales oscilan entre los 20 °C en las partes bajas y 10 °C en las partes altas (Herrera y Corrales, 2004). Según el sistema de clasificación de Holdridge, el área del PILA se localiza en la zona de vida de bosque perennifolio ombrófilo tropical, latifoliado altimontano (ANAM, 2011).

En esta región se realizaron estudios de plantas, hongos, aves, mamíferos e insectos. Sin embargo, hasta el presente no se ha documentado ninguna investigación sobre Sphingidae y Saturniidae en la RFF y el PILA. Por tal razón, el objetivo de esta investigación es dar a conocer un registro de la riqueza y abundancia de especies de Sphingidae y Saturniidae durante la temporada seca y lluviosa entre los años 2011 y 2013. Adicionalmente, se exploró que variables ambientales están correlacionadas con la riqueza y abundancia de las especies de Sphingidae y Saturniidae.

Materiales y métodos

Se realizaron recolectas de ambas familias en la RFF ($8^{\circ}43'19.26''$ N, $82^{\circ}14'14.75''$ O; $1,223 \pm 6$ m snm) y en el PILA ($8^{\circ}53'28.48''$ N, $82^{\circ}36'43.52''$ O; $2,171 \pm 5$ m snm) (fig. 1). Ambas áreas pertenecen a la ecorregión de Bosques Montanos de Talamanca (ANAM, 2011). El clima está marcado por 2 estaciones definidas: temporada seca (diciembre a abril) y una temporada lluviosa (mayo a noviembre). Los datos climáticos para el período de estudio (2011-2013) fueron tomados del Instituto de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República de Panamá (INEC, 2018).

El trabajo de campo se realizó una vez al mes desde octubre del 2011 a octubre del 2013. Durante el muestreo nocturno se limitó a períodos con baja intensidad de luz lunar (Nowinszky et al., 2010). Los especímenes fueron

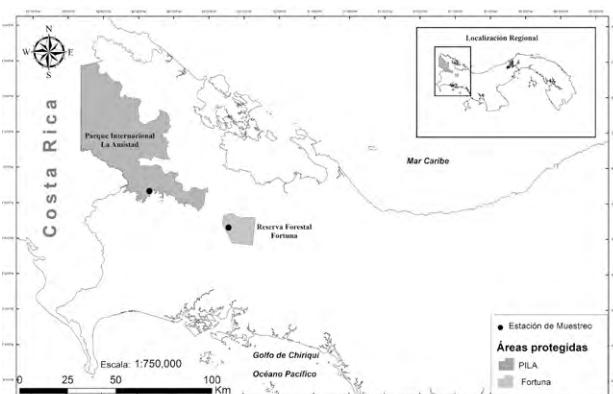


Figura 1. Localización de las 2 áreas de estudio de mariposas nocturnas de Chiriquí, Panamá.

atraídos por una fuente de luz que consistía en 3 tubos de luz fluorescente de 18W, la cual se colocó dentro de una red en forma de campana (2 m de largo × 0.5 m de diámetro) a nivel del suelo. Se utilizó un transformador de voltaje que era conectado a una batería de 12V. El tiempo de recolecta fue desde las 18:00 a 20:00 h. Las polillas fueron sacrificadas utilizando una cámara de acetato de etilo y almacenados en sobres individuales. La fuente de luz se colocó en el borde del bosque con el objetivo de que la luz reflejada por la trampa fuera visible desde el bosque.

Los especímenes debidamente montados y rotulados fueron depositados en la colección del MUPADI de la Universidad Autónoma de Chiriquí (MUPADI-LepN 001-554). La determinación a nivel de especie se realizó con la publicación de Chacón y Montero (2007) y los catálogos en línea de Janzen y Hallwachs (2009), Kitching et al. (2017) y Oehlke (2012). Para el ordenamiento taxonómico se siguió a Kitching y Cadiou (2000) para Sphingidae y la taxonomía basada en Regier, Cook et al. (2008), Regier, Grant et al. (2008) para Saturniidae.

Para cada sitio y temporada del año se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y el índice de uniformidad (J) de Pielou utilizando el software PAST, versión 3.10 (Hammer et al., 2015). Para la representatividad del esfuerzo de muestreo en las áreas de estudio, se evaluó mediante una curva de acumulación de especies y cálculo de estimadores de riqueza no paramétricos (Chao 2, ICE y Jackknife 2), lo que permite un mejor análisis con menor sesgo, aleatorizado 200 veces usando el software EstimateS, versión 9.1.0 (Colwell, 2013). El análisis de correlación de Spearman se utilizó para evaluar si las variables ambientales (precipitación, temperatura y humedad relativa) son predictores significativos de la riqueza y abundancia de Sphingidae y Saturniidae durante todo el año en la RFF y PILA usando el software SPSS Statistics, versión 19 (Corp. I. B. M., 2010). Los valores de

$p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. La información ambiental se obtuvo a partir de promedios mensuales de octubre de 2012 a octubre de 2013 de las estaciones meteorológicas más cercanas a los sitios de estudio.

Resultados

En total, se capturaron 554 especímenes de polillas, agrupadas en 42 especies de esfingidos, 5 de las cuales son nuevos registros para Panamá (*Enyo oenotrus*, *Perigonia pallida*, *Xylophanes undata*, *Amphonyx lucifer* y *Manduca lanuginosa*) (tabla 1). Se encontraron 26 especies de saturníidos, 6 son nuevos registros para la fauna del país (*Automeris celata*, *Gamelia musta*, *Hylesia bertrandi*, *Leucanella hosmera*, *Pseudodirphia lacsa* y *Oxytenis semioculata*) (tabla 2). Para la RFF se recolectaron 42 especies de esfingidos y 22 de saturníidos, mientras que en el PILA se registraron 14 especies de esfingidos y 11 de saturníidos (tabla 3). Las curvas de acumulación de especies y los estimadores no paramétricos de riqueza por familia y sitio de muestreo representaron entre 56 y 60% de lo esperado para la familia Sphingidae en la RFF y entre 74.67 y 83.04% para el PILA (fig. 2). Para Saturniidae representó entre 42.10 y 54.11% para RFF y entre 46.39 y 65.75% para el PILA (fig. 3).

Durante el estudio para ambos sitios de muestreo las subfamilias con mayor riqueza de especies de Sphingidae fue Macroglossinae representada por 36 especies, seguido por Sphinginae con 5 especies y Smerinthinae con 1 especie (tabla 1). Para Saturniidae las subfamilias con mayor riqueza de especies fue Hemileucinae con 15 especies, seguido de Saturninae con 6 especies y Arsenurinae con 5 especies (tabla 2).

Los datos de índices de diversidad (H') y equitabilidad (J) fueron altos para Sphingidae en ambos sitios de muestreo, en contraste con los resultados para Saturniidae que fueron bajos en ambos sitios (tabla 3). La mayoría de las especies estuvieron representada por pocos individuos recolectados para ambas familias. De las 42 especies de Sphingidae recolectados, 5 especies (*Xylophanes acrus*, *X. crotonis*, *Eumorpha triangulum*, *X. ceratomioides* y *X. cyrene*) representaron 59.87% del total de individuos muestreados en la RFF y 7 especies (*X. acrus*, *X. crotonis*, *X. rhodina*, *Adhemarius dariensis*, *X. cyrene*, *E. triangulum* y *X. ceratomioides*) representaron 78.72% del total de individuos para el PILA (fig. 4). Para Saturniidae, de las 26 especies encontradas en ambos sitios, 7 especies (*Pseudodirphia menander*, *Copaxa syntheratoides*, *Automeris postalbida*, *Oxytenis semioculata*, *A. banus*, *Hylesia continua* y *Dirphia horcana*) representaron 82.43% del total de individuos recolectados. Para el PILA, 4 especies (*Hylesia bertrandi*, *C. syntheratoides*,

Tabla 1

Abundancia y diversidad de esfíngidos recolectados en la Reserva Forestal Fortuna (RFF) y el Parque Internacional La Amistad (PILA). Época seca (ES): D-A; Época lluviosa (ELL): M-N. **Reportes nuevos para Panamá.

Especie		RFF	PILA	2011			2012			2013												
				ELL			ES			ES												
		O	N	D	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
MacroGLOSSINAE																						
Dilophonothini		*	*																			
<i>Callionima denticulata</i> (Schaus, 1895)		*	*																			
<i>Callionima inimius</i> (Rothschild et Jordan, 1903)		*	*																			
<i>Enyo cayifér</i> (Rothschild et Jordan, 1903)		*	*																			
<i>Enyo lugubris</i> (Linnaeus, 1771)		*	*																			
<i>Enyo ocyptere</i> (Linnaeus, 1758)		*	*																			
<i>Enyo oenourus</i> (Cramer, 1782)**		*	*																			
<i>Eriynyis crameri</i> (Schaus, 1890)		*	*																			
<i>Eriynyis ello</i> (Linnaeus, 1758)		*	*																			
<i>Nyceryx extinia</i> (Rothschild et Jordan, 1916)		*	*																			
<i>Nyceryx tacita</i> (Druce, 1888)		*	*																			
<i>Pachylia darcta</i> (Druce, 1881)		*	*																			
<i>Perigonia pallida</i> (Rothschild et Jordan, 1903)**		*	*																			
<i>Perigonia stulta</i> (Herrich-Schäffer, 1854)		*	*																			
<i>Pseudosphinx tetrio</i> (Linnaeus, 1771)		*	*																			
<i>Stolidoptera tachasara</i> (Druce, 1888)		*	*																			
<i>Xylophanes acrus</i> (Rothschild et Jordan, 1910)		*	*																			
<i>Xylophanes anubis</i> (Cramer, 1777)		*	*																			
<i>Xylophanes belti</i> (Druce, 1878)		*	*																			
<i>Xylophanes ceratomioides</i> (Grote et Robinson, 1867)		*	*																			
<i>Xylophanes chiron</i> (Drury, 1773)		*	*																			
<i>Xylophanes crotonis</i> (Walker, 1856)		*	*																			
<i>Xylophanes cithulhu</i> (Haxaire et Vaglia, 2008)		*	*																			
<i>Xylophanes cyrene</i> (Druce, 1881)		*	*																			
<i>Xylophanes godmani</i> (Druce, 1882)		*	*																			
<i>Xylophanes guianensis</i> (Rothschild, 1894)		*	*																			
<i>Xylophanes hammanni</i> (Closs, 1917)		*	*																			
<i>Xylophanes phluto</i> (Fabricius, 1777)		*	*																			
<i>Xylophanes rhodina</i> (Rothschild et Jordan, 1903)		*	*																			
<i>Xylophanes standingeri</i> (Rothschild, 1894)		*	*																			
<i>Xylophanes tersa</i> (Linnaeus, 1771)		*	*																			

Tabla 1

Tabla 2

Abundancia y diversidad de saturníidos recolectados en la Reserva Forestal Fortuna (RFF) y el Parque Internacional La Amistad (PILA). Época seca (ES); D-A; Época lluviosa (ELI). M-N. **Reportes nuevos para Panamá

Tabla 2
 Continuación.

Especie	2011												2012												2013											
	ELL			ES			ELL			ES			ES			ES			ELL			ELL			ELL											
	O	N	D	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O													
Ceratoxanthinae	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>Adeloneivaia jason</i> (Boisduval, 1872)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Eacles imperialis</i> (Drury, 1773)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Hemileucinae																																				
Hemileucini																																				
<i>Automeris barnus</i> (Boisduval, 1875)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>Automeris celata</i> (Lemaire, 1969)**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Automeris pallidior</i> (Draudt, 1929)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Automeris postalbida</i> (Schaus, 1900)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Automeris tridens</i> (Herrich-Schäffer, 1855)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Dirphia avia</i> (Stoll, 1780)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Dirphia horcana</i> (Schaus, 1911)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Gamelia musta</i> (Schaus, 1912)**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Hylesia bertrandi</i> (Lemaire, 1982)**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Hylesia continua</i> (Walker, 1865)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Leucanella hosmera</i> (Schaus, 1941)**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Lonomia electra</i> (Druce, 1886)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Paradirphia winifredae</i> (Lemaire et Wolfe, 1990)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Pseudodirphia lacesa</i> (Lemaire, 1996)**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Pseudodirphia menander</i> (Druce, 1886)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Saturninae																																				
<i>Saturnini</i>																																				
<i>Copaxa curvilinea</i> (Schaus, 1912)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
<i>Copaxa rufinans</i> (Schaus, 1906)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Copaxa syntheratoidea</i> (W. Rothschild, 1895)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Oxytenis semioculata</i> (C. et R. Felder, 1874)**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Rothschildia orizaba orizaba</i> (Westwood, 1854)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
<i>Rothschildia orizaba triloba</i> (Rothschild, 1907)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
Total Núm. de individuos	0	0	2	1	2	2	2	1	13	9	28	4	4	6	14	7	9	11	5	15	10	13	37													
Total Núm. de especies	0	0	2	1	2	2	2	1	8	9	7	3	3	5	4	10	3	3	9	6	7	10														

Tabla 3

Valores de diversidad (H') y equitabilidad (J) para cada uno de los sitios muestreados.

Familia	Sitio	Abundancia	Número especies	H'	J
Sphingidae	RFF	314	42	2.84	0.76
	PILA	47	14	2.42	0.91
Saturniidae	RFF	148	22	2.31	0.75
	PILA	50	11	1.63	0.68

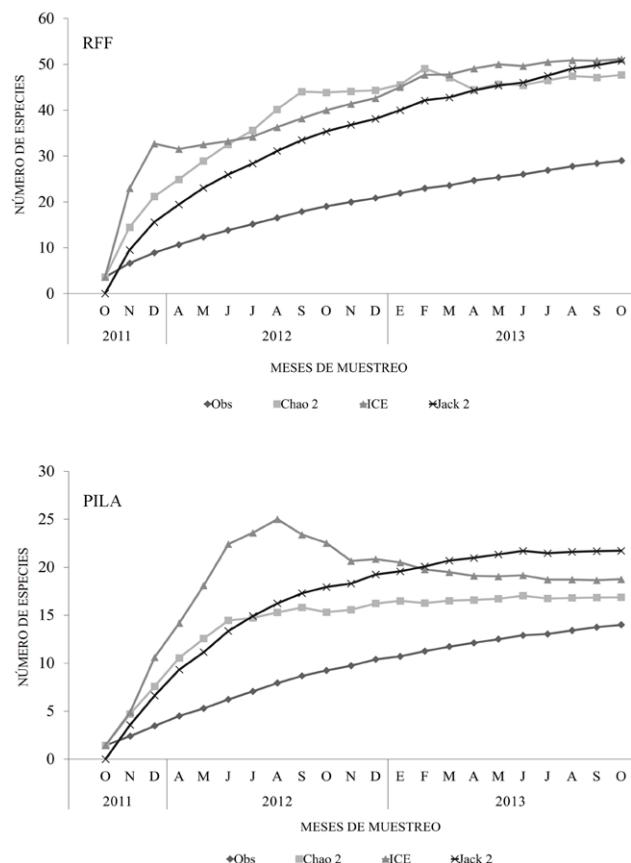


Figura 2. Curva de acumulación de especies de Sphingidae recolectadas en Reserva Forestal Fortuna y el Parque Internacional La Amistad, Panamá y estimadores no paramétricos de riqueza. Los valores observados corresponden a los promedios aleatorizados.

Paradirphia winifredae y *P. menander*) contribuyeron a 82% del total de individuos muestreados (fig. 5).

Durante el período de muestreo, la abundancia de especímenes fue notablemente estacional, con mayores recolectas durante la temporada lluviosa de esfingidos en

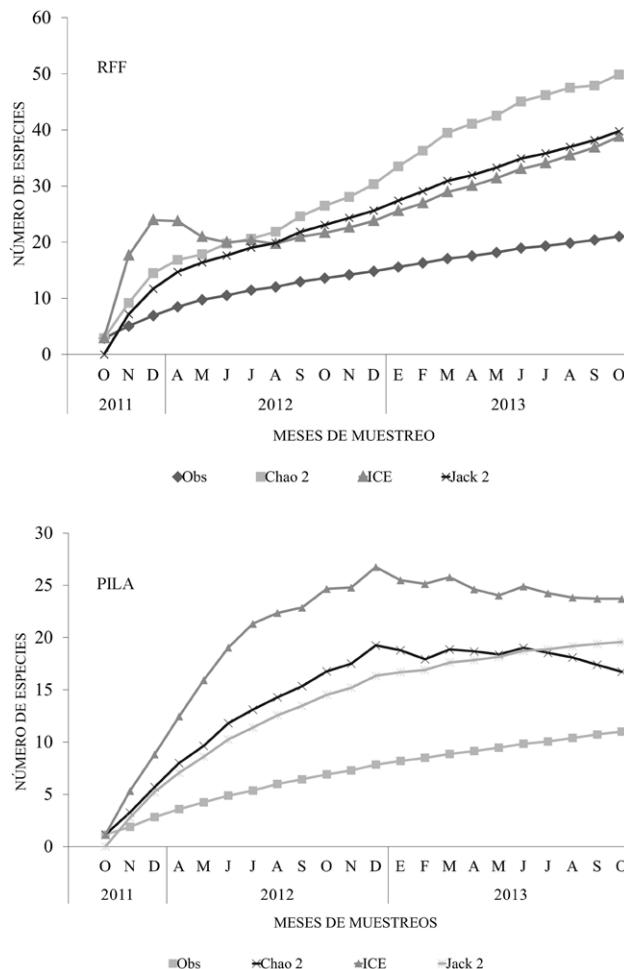


Figura 3. Curva de acumulación de especies de Saturniidae recolectadas en Reserva Forestal Fortuna y el Parque Internacional La Amistad, Panamá, y estimadores no paramétricos de riqueza. Los valores observados corresponden a los promedios aleatorizados.

la RFF ($p = 0.006$) y satúrnidos en el PILA ($p = 0.036$). En contraste, no se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies de esfingidos y satúrnidos entre las temporadas del año para RFF y el PILA. Se encontró una correlación positiva con la precipitación para la riqueza

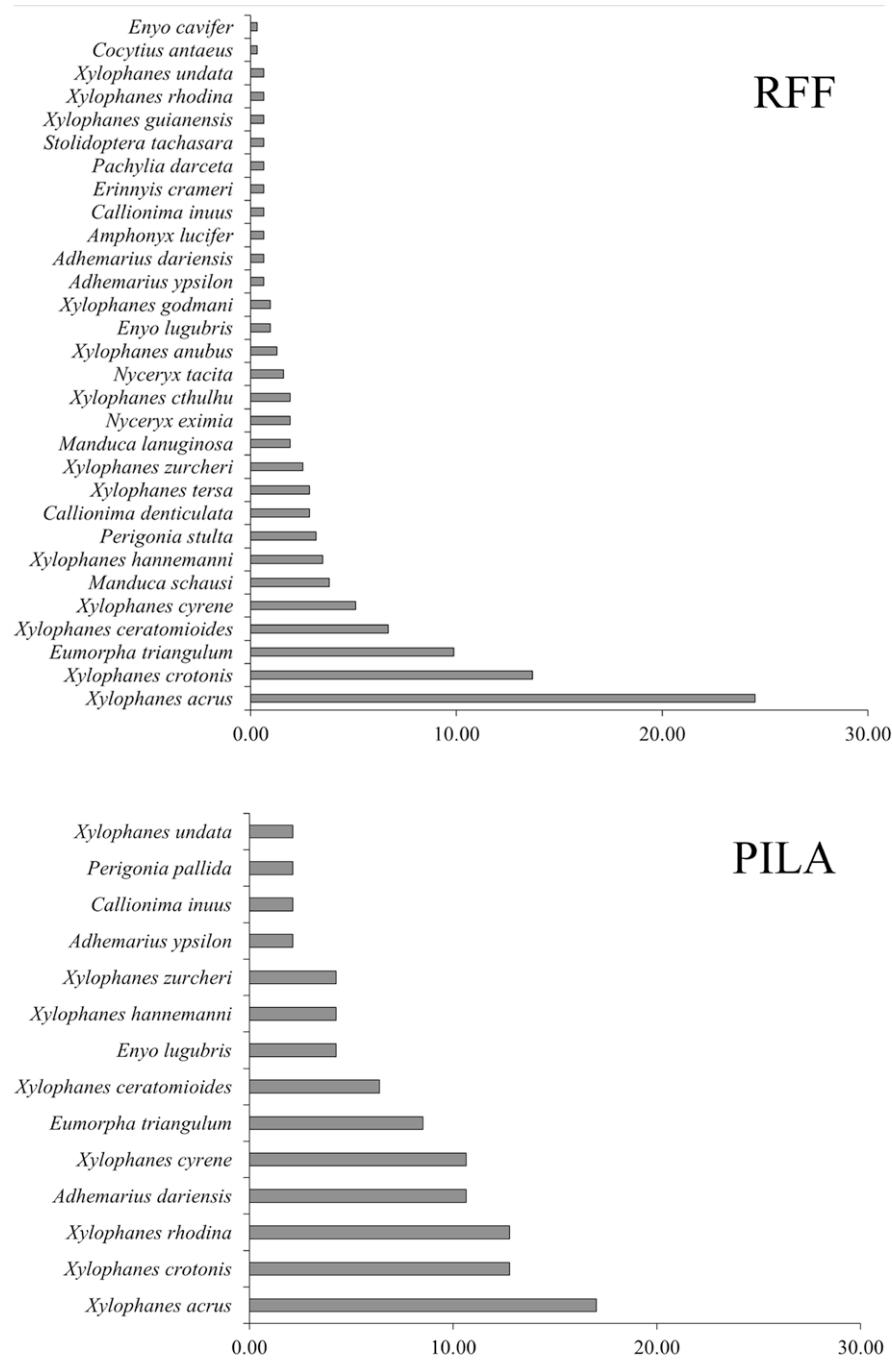


Figura 4. Abundancia relativa de especies de Sphingidae recolectadas en la Reserva Forestal Fortuna y el Parque Internacional La Amistad, Panamá.

(0.563) en el PILA y la abundancia (0.545) en la RFF de Saturniidae (tabla 4). Las variaciones en la humedad relativa solo se correlacionaron con la abundancia de Sphingidae (0.571) en la RFF, pero no hubo correlación

con la riqueza de especies en este mismo sitio. La variable ambiental de temperatura no presentó correlación con la abundancia y riqueza de ambas familias ni entre sitios de estudio (tabla 4).

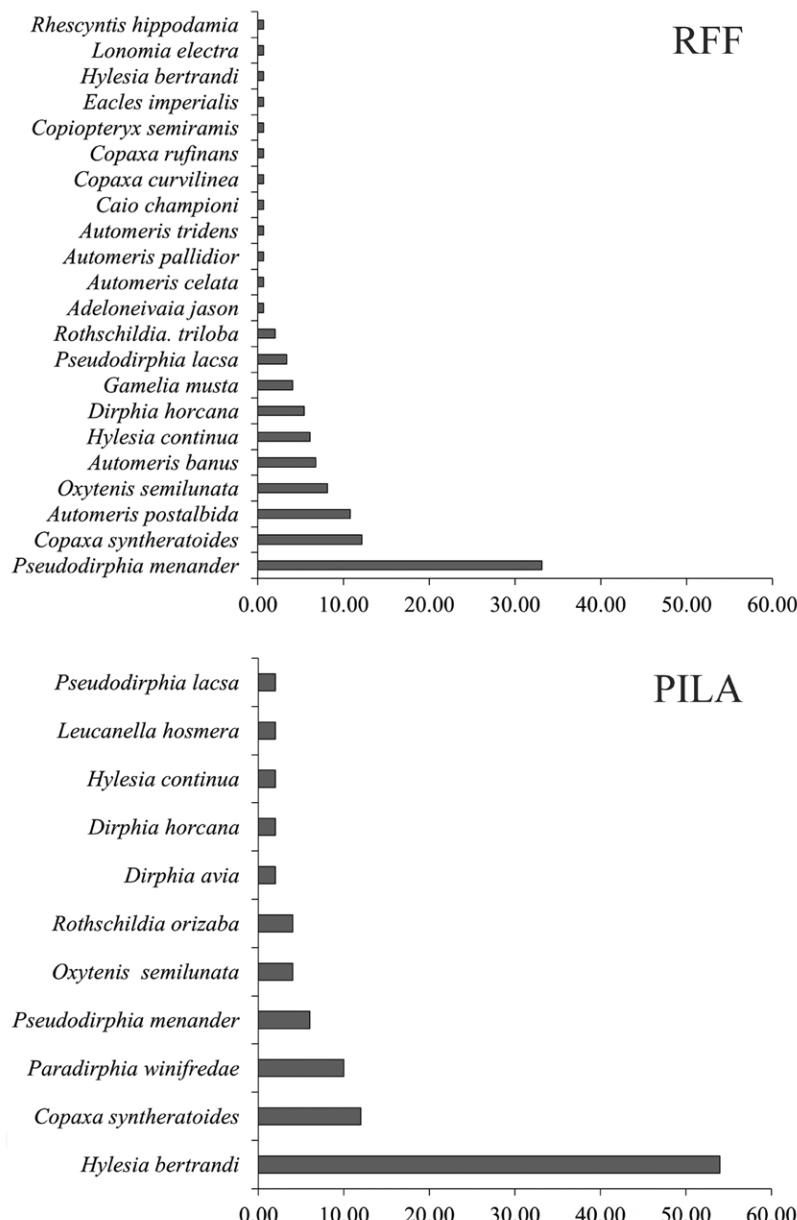


Figura 5. Abundancia relativa de especies de Saturniidae recolectadas en la Reserva Forestal Fortuna y el Parque Internacional La Amistad, Panamá.

Tabla 4

Análisis de correlación de Spearman entre la riqueza de especies y abundancia mensual de Sphingidae y Saturniidae de la Reserva Forestal Fortuna (RFF) y el Parque Internacional La Amistad (PILA), con las variables ambientales (los resultados corresponden a los datos entre octubre de 2012 a octubre de 2013). * $p < 0.05$.

	Precipitación (mm)				Temperatura (°C)				Humedad (%)			
	Sphingidae		Saturniidae		Sphingidae		Saturniidae		Sphingidae		Saturniidae	
	RFF	PILA	RFF	PILA	RFF	PILA	RFF	PILA	RFF	PILA	RFF	PILA
Riqueza	0.108	-0.037	0.234	0.563*	-0.045	-0.391	-0.058	0.34	0.177	0.278	0.093	-0.192
Abundancia	0.358	-0.039	0.545*	0.440	-0.186	-0.447	-0.248	0.189	0.512*	0.175	0.178	0.058

Discusión

Las 42 especies de esfingidos recolectadas en ambos sitios de estudio representan el 22% de las registradas para Panamá. Para la fauna de esfingidos de la provincia de Chiriquí se reportan 23 nuevos registros, 5 de ellos para la fauna del país. Estudios realizados en Brasil, por Amorim et al. (2009) en la estación ecológica de Panga reportaron una diversidad de 61 especies de esfingidos durante un período de 15 meses entre 2003 a 2006 y, por otro lado, en un bosque ombrófilo mixto de montaña, Tijucas do Sul, Paraná, se recolectaron 38 especies de Sphingidae desde noviembre del 2010 a septiembre del 2011 (Santos et al., 2015). Zapata et al. (2016) documentaron una diversidad de 21 especies de esfingidos recolectados en distintos sitios en una reserva de la provincia de Misiones, Argentina. Para Costa Rica se ha documentado una diversidad alta de esfingidos de 145 especies (Chacón y Montero, 2007) y es un grupo bien estudiado en los bosques de este país (Haber y Frankie, 1989; Janzen, 1986; Racheli y Racheli, 1992; Agosta y Janzen, 2005). Las 26 especies de satúrnidos recolectadas representan 25% de los registros en Panamá y para la fauna de la provincia de Chiriquí, 20 especies son nuevos reportes y 5 de ellos se documentan por primera vez para el país. Lara-Pérez et al. (2017) reportaron 31 especies de satúrnidos en un fragmento de bosque tropical subcaducifolio en el centro de Veracruz, México, durante septiembre de 2014 a agosto de 2015. Zapata et al. (2016) identificaron 22 especies de satúrnidos. Santos et al. (2015) documentaron 86 especies de Saturniidae. Chacón y Montero (2007) documentan 118 especies de satúrnidos para Costa Rica. Este estudio representa un aumento considerable del conocimiento de la fauna de polillas de estas 2 reservas forestales ubicadas en el occidente del país.

La metodología utilizada en este estudio dio como resultado una lista de especies que puede representar una línea base de la diversidad en las áreas de la RFF y el PILA. Los reportes que se han realizado en el país no describen una metodología como tal, en este estudio se realizó un inventario continuo durante más tiempo y con un método establecido y empleado consistentemente. Los valores de los estimadores no paramétricos de riqueza mostraron una mayor eficiencia de recolecta de especies en la familia Sphingidae en el PILA en comparación con las recolectas en la RFF. En contraste, las curvas de acumulación mostraron una mayor deficiencia de recolecta de especies de la familia Saturniidae en la RFF y en el PILA. Esta diferencia en la diversidad y abundancia de especies en ambas familias puede deberse al esfuerzo de muestreo en horas y factores de historia de vida de los grupos. Se ha documentado una mayor abundancia de

individuos y riqueza de especies de esfingidos entre las 19:00 y las 20:00 h, con una disminución entre las 23:00 y las 24:00 h (Karger et al., 2013; Lamarre et al., 2015). Por otro lado, el esfuerzo de muestreo para satúrnidos en este estudio fue durante las primeras horas de la noche (18:00 a 20:00 h), lo que pudo haber afectado la completa recolecta de especímenes debido a que, en este grupo, las especies están presentes durante toda la noche, con un aumento de los individuos a media noche (Lamarre et al., 2015). También, los patrones de historia de vida de estas 2 familias difieren debido a que las especies de adultos de satúrnidos son voladores activos solo para el apareamiento y la oviposición, mientras que los esfingidos son activos para el apareamiento, la oviposición y la búsqueda de recursos alimenticios (Kitching y Cadiou, 2000).

La distribución de la riqueza y abundancia de especies de esfingidos y satúrnidos entre las subfamilias, se comporta de la misma proporción cuantitativa dentro de las familias de forma general para cualquier localidad (Santos et al., 2015). Este estudio se encontró a las subfamilias Macroglossinae y Hemileucinae de las familias Sphingidae y Saturniidae, respectivamente, como las de mayor riqueza de especies y abundancia en los sitios, coincidiendo con los resultados de algunos trabajos a nivel del neotrópico (Amarillo, 2000; Júnior y Schlindwein, 2005, 2008; Muñoz y Amarillo-Suárez, 2010).

El índice de diversidad Shannon-Wiener observado para la familia Sphingidae fue mayor en contraste con la familia Saturniidae, esto debido a diferencias en el procedimiento experimental, el tipo de vegetación y el esfuerzo de muestreo como se mencionó anteriormente. Por otro lado, los valores de equitabilidad mejor representados (por encima de 0.8) sugieren una comunidad de Sphingidae equitativamente distribuida para el PILA, a diferencia de los otros resultados en los que se obtuvo una mayor desigualdad en el número de individuos por especie en los sitios de la RFF y el PILA, como por ejemplo *X. acrus*, *X. crotonis* (Sphingidae), *H. bertrandii* y *P. menander*.

Dentro de los factores climáticos a nivel temporal que influyen en el recambio de especies de polillas nocturnas están la precipitación, la temperatura, la humedad relativa y los fotoperíodos tanto en zonas templadas como tropicales (Montero-Muñoz et al., 2013). Los resultados de este estudio mostraron una mayor abundancia de especies de esfingidos y satúrnidos en la RFF y el PILA, respectivamente, siguiendo un patrón estacional, como ha sido documentado en otros sitios en ecosistemas tropicales (Janzen, 1986; Haber y Frankie, 1989). Para esfingidos, esta abundancia marcada en la temporada lluviosa puede deberse a la actividad alimenticia, ya que florecen especies de plantas durante esta temporada y a la migración de esfingidos, como lo documenta Janzen (1986, 1987)

para Costa Rica. Para los satúrnidos este aumento en la abundancia en la RFF y la riqueza en el PILA se da en la temporada de mayor precipitación y puede verse diferenciada por el tipo de bosque en estas áreas. Lara-Pérez et al. (2017) documentaron trabajos realizados en bosques de *Pinus-Quercus* y caducifolios tropicales en México, en los cuales encontraron un mayor porcentaje de especies de satúrnidos durante la primavera y en el mes más cálido del año (Beutelspacher, 1978, 1982, 1986; Beutelspacher y Balcázar, 1998). En contraste, en el bosque de *Pinus-Quercus* en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, la diversidad de Saturniidae parece tener una relación positiva con la estación húmeda, cuando aumenta la disponibilidad de plantas hospedantes (Díaz y Balcázar, 1997), lo que concuerda con los resultados de este estudio en cuanto a que la abundancia y riqueza de satúrnidos están correlacionados con la precipitación.

Este estudio contribuyó a la elaboración de las primeras listas de especies de polillas de las familias Sphingidae y Saturniidae para 2 áreas protegidas de la región occidental de Panamá. Se documentan 11 registros nuevos para la fauna panameña, y por primera vez, se proporciona información con relación a las variables ambientales, lo que contribuye en una línea de referencia para estudios posteriores, como hábitos alimentarios, reproductivos y de distribución. Este estudio resalta la importancia de conservar estas zonas protegidas ya que representan un importante refugio para la riqueza de especies de esfíngidos y satúrnidos en Panamá.

Agradecimientos

A la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, a través del Sistema Nacional de Investigadores, y a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad Autónoma de Chiriquí, por el apoyo económico para realizar esta investigación. Al Ministerio de Ambiente por permitir el permiso de colecta (SE/A-89-11). A J. González por elaborar el mapa para esta publicación. A W. Brueggemann por donar parte del equipo de recolecta de polillas. A M. Fuentes, Y. Vega, M. Pittí, H. González y M. Ponce, por colaborar en las giras de campo de recolecta de los especímenes. A Y. Aguirre por editar las figuras de los gráficos. En memoria de un gran amigo y maestro J. A. Bernal Vega.

Referencias

- Agosta, S. J. y Janzen, D. H. (2005). Body size distributions of large Costa Rican dry forest moths and the underlying relationship between plant and pollinator morphology. *Oikos*, 108, 183–193.
- Aiello, A., Rodríguez G., V., Osmar-Becker, V. y Greece, O. (2005). Polillas (Lepidoptera) de Bahía Honda e Isla de Canales de Tierra (Veraguas, Panamá). En S. Castroviejo y A. Ibañez (Eds.), *Estudios sobre la biodiversidad de la región de bahía Honda (Veraguas, Panamá)* (pp. 493–570). Panamá: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Amarillo, A. (2000). Polillas satúrnidas (Lepidoptera: Saturniidae) de Colombia. *Biota Colombiana*, 2, 177–186.
- Amorim, F. W., DeÁvila Jr., R. S., De Camargo, A. J., Vieira, A. L. y Oliveira, P. E. (2009). A hawkmoth crossroads? Species richness, seasonality and biogeographical affinities of Sphingidae in a Brazilian Cerrado. *Journal of Biogeography*, 36, 662–674.
- Araúz, J. (2007). La Reserva Forestal Fortuna y la conservación de la biodiversidad. *Tecnociencia*, 9, 137–146.
- ANAM (Autoridad Nacional de Ambiente). (2011). Atlas Ambiental de la República de Panamá. Recuperado el 2 de mayo del 2018, de: <http://miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtualImg/AtlasAmbiental.pdf>
- Beutelspacher, C. R. (1978). Familias Sphingidae y Saturniidae (Lepidoptera) de Las Minas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 49, 219–230.
- Beutelspacher, C. R. (1982). Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México II. Familias Sphingidae y Saturniidae. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 52, 389–406.
- Beutelspacher, C. R. (1986). Polillas del suborden Heterocera (Lepidoptera) de una localidad en Huitzilac, Morelos, Mexico I. Familias Sphingidae, Saturniidae, Ctenuchiidae, Arctiidae y Nolidae. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 57, 161–177.
- Beutelspacher, C. y Balcázar, M. A. (1998). Saturniidae of “Los Altos de Chiapas”, México (Lepidoptera: Bombycoidea). *Tropical Lepidoptera*, 9, 19–22.
- Biogeodb.stri.si.edu. (2018). Smithsonian Tropical Research Institute-Class:insecta. Recuperado el 17 mayo del 2018 de: http://biogeodb.stri.si.edu/biodiversity/taxa/1062?filter_order=1736&filter_family=1992&filter_genus=1995&filter_species=1996
- Chacón, I. y Montero, J. (2007). Butterflies and moths of Costa Rica (order Lepidoptera). Santo Domingo de Heredia: Editorial INBio.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Disponible en: purl.oclc.org/estimates
- Corp, I. B. M. (2010). IBM SPSS statistics for windows, version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- d'Abra, B. (1986). *Sphingidae Mundi: hawk moths of the world: based on a checklist by Alan Hayes and the collection he curated in the British Museum (Natural History)*. Faringdon, Oxon. England: EW Classey Ltd.
- Díaz, M. E. y Balcázar, M. A. (1997). Lepidópteros de la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango, México. Familias: Sphingidae y Saturniidae (Lepidoptera). *Folia Entomológica Mexicana*, 99, 17–27.

- Gayman, J. M. (2014). Saturniidae dans Labrume: deux sites remarquables! Los Cedros (Equateur) et Mount Totumas (Panamá) (Lepidoptera: Saturniidae). *Lépidoptères-Revue des Lépidoptéristes de France*, 23, 118–125.
- Haber, W. A. y Frankie, G. W. (1989). A tropical hawkmoth community: Costa Rican dry forest Sphingidae. *Biotropica*, 21, 155–172.
- Hammer, O., Harper, D. A. T. y Ryan, P. D. (2015). PAST: Palaeontological Statistic software package for education and analysis. Palaeontological Electronica. Versión 3.10.
- Herrera, B. y Corrales, L. (2004). *Manual para la evaluación y monitoreo de la integridad ecológica en áreas protegidas*. Guatemala, Guatemala: Programa Ambiental Regional para Centroamérica.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2018). Meteorología (2011-2013). Recuperado el 12 de mayo, 2018 de: https://www.contraloria.gob.pa/inec/Publicaciones/subcategoria.aspx?ID_CATEGORIA=2&ID_SUBCATEGORIA=4&ID_IDIOMA=1
- Janzen, D. H. (1986). Biogeography of an unexceptional place: what determines the saturniid and sphingid moth fauna of Santa Rosa National Park, Costa Rica, and what does it mean to conservation biology? *Brenesia*, 25/26, 51–87.
- Janzen, D. H. (1987). Insect diversity of a Costa Rican dry forest: why keep it, and how? *Biological Journal of the Linnean Society*, 30, 343–356.
- Janzen, H. y Hallwachs, W. (2009). *Dynamic database for an inventory of the macrocaterpillar fauna, and its food plants and parasitoids, of Guanacaste conservation area (ACG), northwestern Costa Rica (nn-SRNP-nnnn voucher codes)*. Disponible en: <http://janzen.sas.upenn.edu>
- Júnior, J. A. D. y Schlindwein, C. (2005). Riqueza, abundância e sazonalidade de Sphingidae (Lepidoptera) num fragmento de Mata Atlântica de Pernambuco, Brasil. Species richness, abundance and seasonality of Sphingidae (Lepidoptera) in a fragment of Atlantic Rainforest of Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22, 662–666.
- Júnior, J. A. D. y Schlindwein, C. (2008). Hawkmoth fauna of a northern Atlantic rain forest remnant (Sphingidae). *Journal of the Lepidopterists' Society*, 62, 71–79.
- Karger, D. N., Abrahamczy, S. y Kessler, M. (2013). Abundance and species richness of hawkmoths (Lepidoptera: Sphingidae) in the fragmented landscape of Santa Cruz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 48, 46–51.
- Kitching, I. J. (2018). *Sphingidae taxonomic inventory, creating a taxonomic e-science*. Recuperado el 11 de febrero de 2018 de: <http://sphingidae.myspecies.info/>
- Kitching, I. J. y Cadiou, J. M. (2000). *Hawkmoths of the world: an annotated and illustrated revisionary checklist (Lepidoptera: Sphingidae)*. Ithaca: Cornell University Press.
- Kitching, I. J., Scoble, J. M., Smith, C. R., James, S., Young, R. y Blagoderov, V. (2017). CATE Sphingidae. <http://www.catesphingidae.org?view=33233133-33be-462e-a10d-31b5fd24748e>
- Lamarre, G. P. A., Mendoza, I., Rougerie, R., Decaëns, T., Hérault, B. y Beneluz, F. (2015). Stay out (almost) all night: contrasting responses in flight activity among tropical moth assemblages. *Neotropical Entomology*, 44, 109–115.
- Lara-Pérez, L. A., Campos-Domínguez, J., Díaz-Fleischer, F., Adame-García, J. y Andrade-Torres, A. (2017). Species richness and abundance of Saturniidae (Lepidoptera) in a tropical semi-deciduous forest of Veracruz, Mexico and the influence of climatic variables. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 173–182.
- Lemaire, C. (1978). *Les Attacidae américains (=Saturniidae). Attacinae*. Neuilly-sur Seine, Francia: C. Lemaire.
- Lemaire, C. (1980). *Les Attacidae américains (=Saturniidae). Arsenurinae*. Neuilly-sur Seine, Francia: C. Lemaire.
- Maes, J., Colan, C. y Laguerre, M. (2018). *Fauna entomológica de Nicaragua. Familia Saturniidae*. Recuperado el 17 mayo, 2018 de: <http://www.bio-nica.info/Ento/Lepido/saturniidae/SATURNIIDAE.htm>
- Maes, J. M. y Schmit, P. (2018). *Fauna entomológica de Nicaragua. Familia Sphingidae*. Recuperado el 13 de marzo, 2018 de: <http://www.bio-nica.info/Ento/Lepido/sphingidae/sphingidae.htm>
- Martínez, V., Araúz, J. y Mendieta, J. (2010). Valor de la Reserva Forestal Fortuna para la conservación de la biodiversidad. *Tecnociencia*, 2, 123–138.
- MiAmbiente (Ministerio de Ambiente). (2017). Proyecto Sistemas de Producción Sostenible y Conservación de la Biodiversidad, SPSCB. Recuperado el 5 de abril, 2018 de: <http://produccionsostenibleybiodiversidad.org/areas-protegidas/reserva-forestal-fortuna/>
- Montero-Muñoz, J. L., Pozo, C. y Cepeda-González, M. F. (2013). Recambio temporal de especies de lepidópteros nocturnos en función de la temperatura y la humedad en una zona de selva caducifolia en Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 29, 614–628.
- Mosher, F. (2015). Insects of Panamá. Recuperado el 20 de mayo, 2018 de: <http://www.panama insects.org/>
- Muñoz, A. y Amarillo-Suárez, A. (2010). Variación altitudinal en diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidoptera) en un bosque de niebla colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 36, 292–299.
- Nowinszky, L., Puskás, J. y Kuti, Z. (2010). Light trapping as a dependent of moonlight and clouds. *Applied ecology and environmental research*, 8, 301–312.
- Oehlke, B. (2012). Sphingidae of the Americas. Recuperado el 13 de marzo, 2018 de: <http://www.silkmoths.bizland.com/danjansphinx.htm>
- Rachieli, T. y Rachieli, L. (1992). Costa Rican sphingid moths diversity. *Atalanta*, 23, 483–489.
- Regier, J. C., Cook, C. P., Mitter, C. y Hussey, A. (2008). A phylogenetic study of the 'bombycoid complex' (Lepidoptera) using five protein coding nuclear genes, with comments on the problem of macrolepidopteran phylogeny. *Systematic Entomology*, 33, 175–189.
- Regier, J. C., Grant, M. C., Mitter, C., Cook, C. P., Peigler, R. S. y Rougerie, R. (2008). Phylogenetic relationships of wild silkmoths (Lepidoptera: Saturniidae) inferred from four protein coding nuclear genes. *Systematic Entomology*, 33, 219–228.

- Santos, F. L., Casagrande, M. M. y Mielke, O. H. (2015). Saturniidae and Sphingidae (Lepidoptera, Bombycoidea) assemblage in Vossoroca, Tijucas do Sul, Paraná, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87, 843–860.
- SOMASPA (Sociedad Mastozoológica de Panamá) e INBio (Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica). (2005). *Informe de la biodiversidad del Parque Internacional La Amistad Costa Rica-Panamá*. Recuperado el 11 de abril, 2014 de: <http://biota.wordpress.com/2007/08/12/informe-de-la-biodiversidad-del-parque-internacional-la-amistad-costa-rica-pantama/>
- Van Nieukerken, E. J., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N. P., Lees, D. C. y Minet, J. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. En Z. Q. Zhang (Eds.), *Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness* (pp. 212–221). Zootaxa, 3148.
- Vergara, H., Carranza, R. y Hernández, F. (2008). Recopilación bibliográfica de los estudios realizados en la Reserva Forestal Fortuna (Chiriquí). *Tecnociencia*, 10, 127–150.
- Zapata, A. I., Chalup, A. E., Beccacece, H. M., San Blas, D. G., Drewniak, M. E. y Villafaña, N. A. (2016). Saturniidae, Sphingidae y Geometridae (Lepidoptera) de la Reserva de la Biosfera Yabotí (Argentina) y sus alrededores. *Revista Colombiana de Entomología*, 42, 184.