

PATRONES DE ACTIVIDAD NOCTURNOS DEL ENSAMBLAJE DE
BOMBICOIDEOS (LEPIDOPTERA: SATURNIIDAE Y SPHINGIDAE) DE UN
BOSQUE ALTO-ANDINO COLOMBIANO

AUTORA
DANIELLA CUALLA TRUJILLO



Bogotá D.C, 2017

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN	3
METODOLOGÍA:	9
Área de estudio:.....	9
Fase de campo:	10
Procesamiento de material:	11
Análisis de datos:	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN:.....	11
Composición de Saturniidae y Sphingidae:.....	11
Patrones de actividad nocturnos:.....	14
Patrones en la riqueza y abundancia de Saturniidae y Sphingidae para Chicaque:.....	14
Factores relacionados en los patrones de actividad para cada zona:	15
La playa:	16
El Carmen:.....	16
Camping Alto:	17
CONCLUSIÓN:	17
BIBLIOGRAFÍA:.....	18

RESUMEN

Los bosques de niebla o alto-andinos debido a actividades antrópicas como la ganadería y la agricultura, se ven cada vez más amenazados quedando menos del 4% de la cobertura vegetal original. Por esto, se hace necesario conocer el valor biológico de estos lugares para protegerlos, en especial, en un país megadiverso como Colombia. Los insectos son un grupo de organismos sensibles a los cambios en los ecosistemas, por lo que su estudio permite evidenciar transformaciones que se den dentro de estos de forma relativamente rápida. Uno de estos grupos lo constituyen los lepidópteros (polillas y mariposas). En zonas de alta montaña como los bosques alto-andinos las poblaciones de lepidópteros pueden presentar endemismos, recalcando la importancia de estos ecosistemas. El objetivo de este estudio es evaluar los patrones de actividad nocturnos de Saturniidae y Sphingidae en el bosque alto-andino de Chicaque en Colombia. Para esto se realizó un muestreo de 16 noches, de 18:00-06:00 horas en tres sitios, empleando una lámpara de vapor de mercurio y una sábana blanca. Se obtuvo un total de 253 individuos de ambas familias, para Saturniidae se encontraron en su mayoría con patrones crepusculares; y para Sphingidae con patrones poco definidos durante la noche. Adicional a esto se observó que factores ambientales como la neblina, la llovizna, la lluvia y el viento afectan estos patrones de actividad en ambas familias.

INTRODUCCIÓN

El bosque Alto-andino o de niebla es un ecosistema característico de los Andes que se encuentra por encima de los 2000 m de elevación y por debajo de los 3500m (PNNC, 2016a; Tobón, 2008). Estos bosques se caracterizan por retener abundante agua suministrada principalmente por las nubes que quedan atrapadas en el dosel del bosque (OpEPA, 2016; PNNC, 2016a; Tobón, 2008). Este tipo de ecosistema se ha ido agotando considerablemente dada su ubicación geográfica por asentamientos humanos, ganadería y agricultura principalmente, dejando menos del 4% de la cobertura vegetal original afectando seriamente la diversidad tanto de plantas como de animales (Camero & Calderón C, 2007; OpEPA, 2016; PNNC, 2016a, 2016b). La conservación del bosque de niebla es primordial dado que las comunidades faunísticas suelen presentar endemismos en

zonas con mayor altitud especialmente por encima de los 2200m (Camero & Calderón C, 2007; OpEPA, 2016).

Estos bosques alto-andinos están constituidos por diferentes agrupaciones de plantas y animales. Una de estas agrupaciones se podría denominar selva andina baja, constituida por encenillos, gaques, lauráceas, orquídeas, ficus, anturios y gran cantidad de epifitas y asteráceas (Colparques, 2016; PNNC, 2016b; Rivera & Cordoba, 1998). También se pueden encontrar bosques secundarios mixtos, como sucede en el parque Natural Chicaque (Colparques, 2016; PNNC, 2016a). Otro tipo de cobertura vegetal son los bosques de roble (*Quercus humboldtii*) caracterizado por la dominancia de esta especie y con un dosel de gran altura (30-40 m) (Colparques, 2016; Galindo, Betancur, & Cadena, 2003). El bosque de Gaque (*Clusia multiflora*), en Chicaque es uno de los bosques mejor conservados dentro de la reserva, los cuales se pueden encontrar en zonas montañosas altas, presentando gran cantidad de epifitas como líquenes y orquídeas (Colparques, 2016; PNNC, 2016b; Rivera & Cordoba, 1998).

En los bosques se dan relaciones estrechas planta-insecto. Un ejemplo de esto son las relaciones que se dan en Lepidoptera, las cuales, se evidencian principalmente por procesos como la polinización y la herbívora (Duarte et al., 2012; Scoble, 1992; Sther, 1987). Los hábitos alimenticios de Lepidoptera están implicados directamente en la ecología de las larvas, ya que, existen larvas monófagas, olífagas y polífagas, es decir, que se pueden alimentar de uno o varias especies o familias de plantas (Duarte et al., 2012; Scoble, 1992; Sther, 1987). La dieta de estos organismos en estado larval la mayoría de veces está constituida por plantas con flor, sin embargo, se han descrito especies que consumen hongos, líquenes y plantas no vasculares como helechos, hepáticas, musgos o incluso que se alimentan de materia en descomposición o con hábitos carnívoros (Scoble, 1992).

Dadas las relaciones estrechas de los lepidópteros con los bosques se permite que se den procesos como el ciclaje de nutrientes y ser fuente primaria de alimento, dado que, transforman la materia vegetal en animal siendo la conexión entre dos cadenas tróficas. Las actividades de las poblaciones de estos organismos cambian según su biología y factores ambientales, y dada la heterogeneidad del bosque alto-andino, este permite que haya diferentes patrones de actividad influenciados por estos factores (Aliniáze, 1983; Sato, Hiroaki; Higashi, Seigo; Fukuda, 1986). Por otro lado, los lepidópteros tienen depredadores como algunos murciélagos y algunas aves nocturnas de familias

de aves como Caprimulgidae y de murciélagos como Vespertilionidae y Phyllostomidae (Mills, 1986; Ramírez & Pardo, 2010; Speakman et al., 2000).

Lepidoptera (mariposas y polillas), es uno de los grupos de insectos más exitoso del reino animal con aproximadamente 165.000 especies (Castroviejo & Ibáñez, 2005). Macrolepidoptera es un grupo importante dentro de este orden reconocido tradicionalmente, el cual cuenta, con el 70% de la diversidad de Lepidoptera dividida en cuatro Superfamilias Bombycoidea, Papilionoidea (mariposas), Geometroidea y Noctuoidea (Kristensen, 1999). En estas Superfamilias podemos encontrar los gusanos de seda, las polillas: luna, colibrí, esmeralda y las brujas, además de todas las mariposas.

En cuanto a los lepidópteros nocturnos (polillas), en Colombia se sabe que hay dos especies en peligro de extinción, *Copaxa apollinairei* y *Syssphinx chocoensis* ambas en categoría de vulnerables desconociendo aspectos de su biología y ecología (Andrade-C, 2011). Los estudios en Lepidoptera en el país están principalmente enfocados en mariposas y el control de plagas agrícolas, ya que muchos de estos organismos plaga pueden reducir la productividad de cultivos como la caña de azúcar, el tomate y la papa (Estay, 2007). Por otro lado, se desconoce gran parte de la diversidad de los lepidópteros nocturnos en los bosques colombianos, así como su biología y ecología. Y dado que Lepidoptera es un grupo tan amplio, la biología y ecología de estos insectos es muy variada siendo un grupo que nos acerque más a conocer la diversidad colombiana (Amat-García & Andrade-C, 2007; Andrade-C, 2011; Kristensen, 1999).

La importancia de Lepidoptera está dada por las diferentes funciones que estos organismos cumplen en los ecosistemas. Son el segundo orden (después de coleóptera) más importante en cuanto al ciclaje de nutrientes, al ser principalmente herbívoros y el tercero con mayor importancia en cuanto a funciones de polinización (Duarte, Marconato, Specht, & Casagrande, 2012; Scoble, 1992). El éxito de que este grupo se encuentre en todos los ecosistemas terrestres puede deberse a las relaciones estrechas con las plantas (Duarte et al., 2012; Scoble, 1992).

Bombycoidea es una de las súperfamilias más estudiadas dentro de Lepidoptera dado su gran tamaño, amplia distribución y variedad de funciones ecológicas. Está compuesta por 10 familias a nivel mundial siendo las más representativas en número de especies Saturniidae y Sphingidae, con 2500 y 1500 especies aproximadas respectivamente (Van Nieukerken et al., 2011). De las cuales se reportan para Colombia 184 especies de Saturniidae y 188 de Sphingidae (Amarillo, 2000; Correa-Carmona, Vélez-Bravo, & Echeverri, 2015; Muñoz & Amarillo, 2010).

En cuanto a lepidópteros nocturnos de diferentes superfamilias, se han realizado estudios principalmente en grupos de importancia agrícola dado que varios lepidópteros suelen ser plagas de cultivos como la papa o el tomate (e.g., Ministerio de Agricultura, 2014). Los estudios ecológicos en el país sobre lepidópteros nocturnos han sido desarrollados principalmente por A. Amarillo (Amarillo, 1997, 2008, 2015; Amarillo & Wolfe, 1997; Calero-Mejía, Armbrrecht, & Montoya-Lerma, 2014; Decaens et al., 2003; Fagua, Amarillo, & Andrade-C, 1999; Muñoz & Amarillo, 2010). En cuanto a Sphingidae la mayoría de trabajos en Colombia han sido listados de especies con algunos pocos datos ecológicos asociados (Calero-Mejía et al., 2014; Correa-Carmona et al., 2015; Ruiz, Santos, Cavelier, & Soriano, 2000). Referente a la taxonomía de Saturniidae y Sphingidae los trabajos conocidos con datos de Colombia han sido desarrollados por Amarillo (1997), Amarillo-s & Wolfe (1997), Correa-Carmona, Vélez-Bravo, & Echeverri (2015) y Lemaire (1980, 1988, 2002a, 2002b, 2002c).

En cuanto a trabajos de composición y actividad neotropicales de Sphingidae y Saturniidae, se han realizado en Venezuela, Perú, Brasil, Guyana Francesa, Costa rica y México (Garcia, 1978; Hawes et al., 2009; Ignatov et al., 2011; Janzen, 1984; Lamarre et al., 2015; Narváez & Soriano, 1996; Pescador Rubio, 1994; Primo, Duarte, & Machado, 2013), donde se habla de diferentes aspectos como lo es el comportamiento durante la noche y las fases lunares, también si los factores ambientales afectan la actividad de los esfíngidos, así como, si existe estacionalidad en la presencia de adultos. Igualmente, algunos de estos trabajos hablan de la variación de especies altitudinalmente (comparando tierras altas, medias y bajas) y de su biología y ecología en general. En Colombia el único trabajo de patrones de actividad fue realizado por Amarillo (1997) en Ñambí, Nariño para Saturniidae.

Saturniidae y Sphingidae, al ser un grupo tan diverso con diferentes hábitos, diurnos y nocturnos, presenta diferentes patrones de actividad que pueden estar dados por condiciones atmosféricas (lluvia, sol, viento y temperatura) así como por la fenología de plantas y la presencia de flores, frutos y hojas (Janzen, 1984; Pescador Rubio, 1994).

Por otro lado, comparten características, algunas de ellas son: distribución, atracción a la luz y en algunos casos su actividad nocturna. Según Janzen (1984) en Costa Rica estas dos familias comparten riquezas, abundancias y rangos de distribución similares. Ambas familias usualmente dependen de la estacionalidad, siendo la época de lluvias la más apta para su actividad, ya que en

época seca, muchas especies entran en dormancia o migran como es el caso de algunos esfíngidos (Janzen, 1984; Pescador Rubio, 1994). En Saturniidae durante la época de lluvias se presentan picos de mayor abundancia (Janzen, 1984). En cuanto a la atracción a la luz de estas familias, ambas tienen patrones de atracción diferentes (Janzen, 1984; Pescador Rubio, 1994), sin embargo otros autores presentan patrones de atracción a la luz similares (Hawes et al., 2009).

En Colombia, se sabe que los saturnidos están distribuidos entre 0-3300 m de altitud por todo el país, registrando mayores endemismos en tierras altas como es el caso de *Copaxa sapatoza*, especie reportada para Bogotá y sus alrededores (Amarillo, 2000). La región andina al contar con una gran variedad de ecosistemas, es un lugar que brinda abundantes recursos para estos lepidópteros conociéndose alrededor de 200 endemismos para la región Andina, siendo esta región la de mayor diversidad reportada para el grupo (Amarillo, 2000; Wolfe et al., 2003).

De la biología y ecología de Saturniidae se sabe que las larvas pueden ser solitarias o gregarias y que son polífagas (Ceratocampinae y Saturniinae) o monófagas (Arsenurinae y Hemileucinae), es decir, que dependiendo de la especie los inmaduros pueden alimentarse de una o varias familias de plantas. En cuanto al estado adulto estos no se alimentan, por lo cual tienen las partes bucales vestigiales manteniéndose en estado adulto mediante las reservas acumuladas en estado larval (Janzen, 1984; Scoble, 1992).

En cuanto a los patrones de actividad, Saturniidae presenta su mayor actividad antes de las 0:00h (media noche) (Amarillo, 1997; Lamarre et al., 2015). En cuanto a las subfamilias de esta familia, Amarillo (1997) reporta que dichas subfamilias presentan actividad diferenciada durante la noche. Saturniinae tiene mayor actividad entre 00:00-03:00 horas; Hemileucinae y Ceratocampinae 18:00-21:00 horas; y Arsenurinae en las 21:00-00:00 horas, siendo Hemileucinae y Ceratocampinae las subfamilias con mayor número de especies. Otros estudios en el Neotrópico revelan que dependiendo del género se dan diferentes picos de actividad, sin embargo se puede decir que en general para la familia está dado para antes de la media noche (Lamarre et al., 2015).

Sphingidae es otra familia importante dentro de Bombycoidea. Esta es de distribución mundial contando con aproximadamente 1500 especies con hábitos diurnos, crepusculares y nocturnos (Correa-Carmona et al., 2015; Janzen, 1984; Scoble, 1992). En cuanto a la morfología tienen características que los diferencian de otros lepidópteros como lo es una probóscide igual o más larga que el cuerpo, aunque algunas veces puede ser vestigial y las alas son más largas que anchas.

Los esfíngidos son reconocidos por su gran tamaño, volar rápido y tener vuelos migratorios, así mismo, algunas especies tienen hábitos de vuelo similares a los colibrís, es por esto que entre sus nombres comunes se les conoce como polillas colibrí (Scoble, 1992). Los adultos tienen la capacidad de volar rápido, recorrer grandes distancias, y al poseer una probóscide larga y músculos torácicos muy desarrollados que permiten el vuelo en un punto fijo. Estas dinámicas de vuelo posibilitan el transporte de polen a diferentes plantas y paralelo a esto, se dan procesos de polinización. Debido a la morfología de estas polillas algunas plantas han coevolucionado con este grupo permitiendo que haya flores esfíngofilas, es decir, que tienen relaciones estrechas con los esfíngidos. Sin embargo, esto no restringe a los esfíngidos visitar plantas de flores morfológicamente muy variadas (Correa-Carmona et al., 2015; Duarte et al., 2012; Grimaldi & Engel, 2005; Percival, 1965; Pescador Rubio, 1994; Scoble, 1992).

Los hábitos de vuelo de Sphingidae suelen ser influenciados por el tamaño y peso de los individuos, así como de los recursos disponibles en el bosque. La actividad es mayor en épocas de lluvias, sin embargo, en países como Costa Rica la actividad no presenta estacionalidad, es decir, los patrones de actividad no se ven afectados por las lluvias. Otros factores que afectan a los esfíngidos durante su actividad nocturna son los atrayentes químicos que generan las flores, estos atrayentes se caracterizan por ser volátiles y dependiendo de la planta pueden ser liberados de día o de noche y a diferentes horas generando un cambio en la actividad de los organismos asociados como en los esfíngidos (Balao, Herrera, Talavera, & Dötterl, 2011; Duarte et al., 2012; Percival, 1965; Pescador Rubio, 1994).

Diferentes autores reportan que algunos esfíngidos tienen relaciones estrechas con algunas familias de plantas (Duarte et al., 2012). Un ejemplo de esto es la orquídea *Angraecum sesquipedale*, ya que, posee el néctar a una distancia difícil de alcanzar para cualquier animal, por eso Darwin propuso que dicha orquídea debía ser polinizada por un insecto de lengua larga y 40 años después se encontró que la polinización de esta planta estaba a cargo de un esfíngido (Grimaldi & Engel, 2005). Otro ejemplo de esto, *Citharexylum myrianthum* una planta de la familia Verbenaceae polinizada por cinco especies diferentes de esfíngidos, esta planta produce compuestos químicos atrayentes (volátiles florales) y abundante néctar para asegurar la polinización (Raguso, 1996, 2008; Steenhuisen, Raguso, Jürgens, & Johnson, 2010). En general, alrededor del mundo se han reportados varios casos de especies de plantas que tienen relaciones estrechas con esfíngidos (Balao et al., 2011; Razanamano et al., 2015; Walter, 2010).

METODOLOGÍA:

Área de estudio:

El Parque Natural Chicaque se localiza al sur-occidente de la sabana de Bogotá en el departamento de Cundinamarca entre los 2000-2700 m de elevación con cerca de 300ha de superficie en las coordenadas geográficas 74°18'25.109" y 74°19'25.187" E y 4° 36'21.215" a 4°37'42.907" N (Colparques, 2016; Parque Natural Chicaque, 2016; PNNC, 2016b). Se compone en su mayoría de Bosque montano bajo húmedo subtropical según la clasificación de las zonas de vida (Holdridge, 1967). Su vegetación varía dependiendo de la altitud presentando bosque de niebla y robledales (PNNC, 2016b; Rivera & Cordoba, 1998). Presenta especies gran utilidad para las personas de la región, una de estas especies es el roble (*Quercus humboldtii*), la cual se encuentra amenazada en poblaciones naturales dado que es un especie maderable (Colparques, 2016; Galindo et al., 2003; PNNC, 2016a; Rivera & Cordoba, 1998).

Por otro lado, es un lugar heterogéneo donde se pueden encontrar variedad de plantas como los *Weinmannia tomentosa*, *Croton* spp., *Clusia* spp., *Cecropia* spp., *Montanoa lehmannii* y *Ficus* spp. entre otras (Rivera & Cordoba, 1998). También debido a la alta humedad del ambiente es común la presencia de musgos, líquenes, hongos, y epifitas en general (Colparques, 2016; OpEPA, 2016; PNNC, 2016a; Rivera & Cordoba, 1998), siendo un hábitat adecuado para aves, mamíferos e insectos.

El primer sitio se ubicó en la quebrada La Playa, con coordenadas 4.61191°N 74.30944°W con una elevación de 2200m. Esta zona es abierta con vegetación herbácea circundante al cuerpo de agua con algunos arbolocos (*Montanoa* sp.), urticáceas, y en menor cantidad yarumos (*Cecropia* sp.) entre otros, siendo una zona heterogénea en cuanto a vegetación. El dosel del bosque es abierto en el punto de muestreo, con una altura de 10m aprox. Presenta un camino real transitado por turistas y caballos a diario y el terreno es quebrado (Diazgranados Cadelo, 1999; Rivera & Cordoba, 1998).

El segundo sitio se ubicó junto a la quebrada El Carmen, con coordenadas 4.617°N 74.3124°W con una elevación de 2250m. En esta zona el cuerpo de agua se encuentra en un valle pequeño con laderas más inclinadas y cerradas respecto al primer sitio, la quebrada es lenta, el dosel cerrado con más de 15m de altura. Presenta gran cantidad de helechos arborescentes, y en cuanto a arboles predominan los robles (*Quercus humboldtii*) y yarumos (*Cecropia* sp.). Presenta un camino menos transitado respecto al primer sitio (Diazgranados Cadelo, 1999; Rivera & Cordoba, 1998).

El tercer sitio se ubicó en la zona de Camping Alto en el borde del bosque en las coordenadas 4.60783°N 74.30461°W con una elevación de 2400m. En esta zona la vegetación es más heterogénea que los dos sitios descritos anteriormente, presenta arboles como tuno (*Miconia* sp), gaque (*Clusia* sp.), encenillo (*Weinmannia tomentosa*), moras silvestres (*Rubus bogotensis* y *R. floridunbus*) y pasto quicuyo (*Pennisetum clandestinum*) entre otras plantas, las epifitas y musgos son más abundantes y el dosel del bosque no supera los 8m de altura (Diazgranados Cadelo, 1999; Rivera & Cordoba, 1998).

Fase de campo:

Se realizaron tres salidas de campo, con un esfuerzo de muestreo diario de 12 horas de 18:00 a 06:00h entre Julio y Octubre de 2016 en tres sitios del parque: en la quebrada la Playa, quebrada el Carmen y la zona de Camping Alto. En estos sitios se colectaron especímenes de Saturniidae y Sphingidae (Lepidoptera: Bombycoidea) por medio de recolecta activa empleando una trampa de luz y una sábana blanca, siendo las recolectas dos noches por sitio de muestreo. En la quebrada La Playa se muestreó durante seis noches, mientras que en los otros dos sitios (El Carmen y Camping Alto) por condiciones atmosféricas adversas solo se pudieron realizar cinco noches por cada sitio. Las recolectas se realizaron durante la fase de luna nueva, para evitar la competencia por luz y la trampa fue dispuesta en un claro de bosque o una zona abierta cercana a este (Amarillo, 1997; Hawes et al., 2009; Janzen, 1984; Muñoz & Amarillo, 2010; Pescador Rubio, 1994).

Durante la recolecta se determinaron morfoespecies en campo, de las cuales se colectaron máximo 4 individuos por morfoespecie durante un rango de dos horas en la colecta, pero contabilizando la cantidad total de individuos observados por morfoespecie. Para los morfotipos colectados se empleó una cámara letal. Todos los especímenes colectados se guardaron con fecha, hora y lugar, en cajas herméticas (Amarillo, 1997; Muñoz & Amarillo, 2010). Para el conteo de las morfoespecies, estas se contabilizaron en campo considerando todos los individuos aparentemente iguales (mediante caracteres externos como coloración) como una sola entidad. Los que llegaron a la trampa de luz más de cuatro veces en un rango de dos horas no se sacrificaron sino se contaron para ser incluidos en los análisis de abundancia y patrones de actividad nocturnos.

Para poder tratar de explicar los patrones de actividad nocturnos de Sphingidae y Saturniidae se tomaron varios datos sobre la condición atmosférica en cada uno de los sitios muestreados. Estos

datos atmosféricos se tomaron cada media hora midiendo la humedad relativa, temperatura, velocidad del viento y anotando si había llovizna, lluvia, niebla o estaba despejado.

Procesamiento de material:

El material fue procesado en el laboratorio de Entomología de la Pontificia Universidad Javeriana, donde se realizaron labores de curaduría (montaje, identificación, etiquetado y almacenamiento) (Lemaire, 2002; Correa-Carmona; Vélez-Bravo, & Wolff Echeverri, 2015 Duarte et al., 2012).

Análisis de datos:

Se elaboraron matrices de las morfoespecies encontradas en cada sitio teniendo en cuenta la hora de arribo de cada espécimen a la trampa. Partiendo de esas matrices con el objetivo de observar los patrones de actividad nocturnos y las condiciones atmosféricas de cada noche, se graficó la abundancia de cada familia obtenida en campo por sitio de muestreo relacionando: el día de toma de la muestra, rangos de horas, abundancia y temperatura.

Una vez obtenido y procesado el material de las tres salidas de campo se realizaron los análisis de los datos obtenidos. Para el procesamiento de los datos se empleó Excel 2016 y Past 3.x (Hammer, 2005). Para entender como es la composición de los tres sitios implementaron índices ecológicos de diversidad, de Margalef en Past 3.x, y el índice de similitud de Jaccard empleando la siguiente formula $I_j = \frac{c}{a+b-c}$ donde a = número de especies de ambas familias en el sitio A; b = número de especies en el sitio B; c = número de especies presentes en los sitios A y B, es decir, las especies compartidas (Álvarez et al., 2004; Halffter, Moreno, & Pineda, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Composición de Saturniidae y Sphingidae:

En las tres salidas de campo se registraron para las dos familias un total de 252 especímenes, 165 especímenes colectados y 87 contabilizados (marcaje y liberación). Estos especímenes representaron un total de 40 morfotipos. Para Sphingidae se encontraron un total de 22 morfoespecies y para Saturniidae se obtuvieron 18 morfoespecies (Tabla 1).

Tabla 1: Morfoespecies de Bombycoidea (Saturniidae y Sphingidae) encontradas en Chicaque para cada sitio de muestreo. “sp” hace referencia a la familia Sphingidae y “sa” a la familia Saturniidae

Taxón	Localidad		
	La Playa	El Carmen	Camping Alto
SPHINGIDAE:			
Morfoespecie 1sp	-	X	X
Morfoespecie 2sp-15sp; 18sp-21sp	-	-	X
Morfoespecie 16sp	X	-	-
Morfoespecie 17sp	X	X	X
Morfoespecie 22sp	-	X	-
SATURNIIDAE:			
Morfoespecie 1sa,2sa,5sa, 17sa	X	X	X
Morfoespecie 3sa	X	-	-
Morfoespecie 4sa	-	X	X
Morfoespecie 6sa	-	-	X
Morfoespecie 7sa	X	-	X
Morfoespecie 8sa-11sa	-	-	X
Morfoespecie 12sa	-	X	-
Morfoespecie 13sa	X	X	-
Morfoespecie 14sa	-	X	X
Morfoespecie 15sa	X	-	-
Morfoespecie 16sa	X	X	-
Morfoespecie 18sa	X	-	-

Se encontraron varias morfoespecies que incidieron a la trampa en un solo sitio de muestreo, en La Playa o en El Carmen o en Camping Alto, con abundancia de uno o dos individuos, las cuales se nombraron como especies raras. Esto se observó principalmente en Sphingidae donde se registraron 12 morfoespecies raras repartidas en los tres sitios: en la quebrada La Playa y El Carmen se registró una morfoespecie con un sólo individuo para cada sitio. Las 10 morfoespecies raras restantes de Sphingidae se encontraron sólo en Camping alto, siendo el lugar con más morfoespecies raras de esfíngidos. En cuanto a Saturniidae se encontraron 8 morfoespecies raras repartidas para cada sitio de la siguiente forma: tres para la quebrada La Playa, una para la quebrada El Carmen y cuatro para Camping Alto. Es decir, que para ambas familias el Camping alto fue el lugar con mayor incidencia de morfoespecies raras.

Comparando la abundancia y riqueza de las morfoespecies de Sphingidae y Saturniidae por sitio (Fig.1) se puede analizar que Camping Alto tuvo una mayor riqueza de morfoespecies y las otras dos zonas (La Playa y El Carmen) tienden a ser más similares en su composición, porque comparten

morfoespecies como la morfoespecie 13sa y la morfoespecie 16sa y en cuanto a esfíngidos estos lugares tuvieron cada uno una especie rara para cada sitio a diferencia del Camping alto donde hubo varias especies raras como ya se mencionó antes. En general, comparten abundancias similares en los especímenes encontrados en esto dos sitios. Esto puede deberse a que son zonas de similar altura y asociadas a un cuerpo de agua (quebrada La Playa y quebrada El Carmen) y tal vez a algunas familias o especies de plantas, explicando porque la similaridad entre las zonas (Diazgranados Cadelo, 1999). Esto también se evidenció mediante el índice de similitud de Jaccard, el cual mostró con un 38,8% de similitud en las zonas bajas (La Playa y El Carmen) siendo las más similares entre sí en cuanto a composición de especies. Por otro lado, El Carmen-Camping Alto presentaron una similitud de 22,2% y La Playa-Camping Alto un 15,38% siendo estos últimos los lugares de composición más diferente.

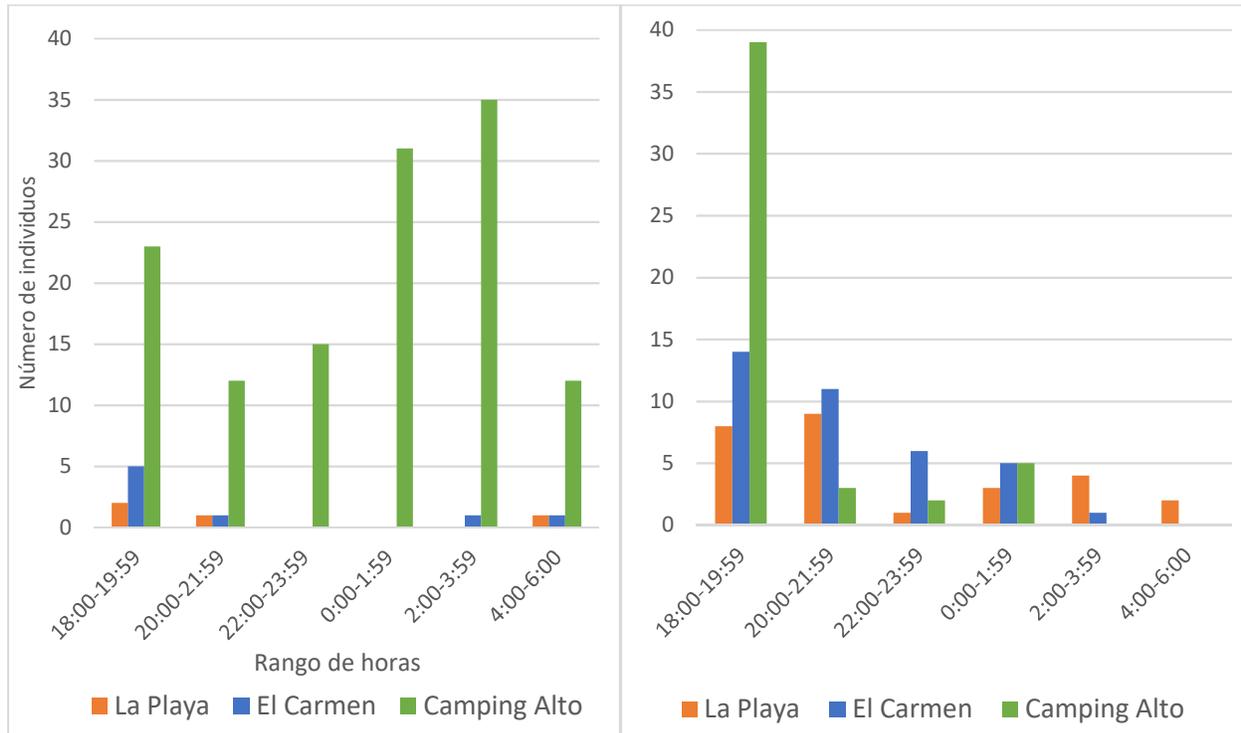


Figura 1: Patrones de actividad de las familias Sphingidae y Saturniidae.

Entre las especies más abundantes para cada sitio se encontró que para la quebrada La Playa y el Carmen son especies que pertenecen a la familia Saturniidae Morfoespecies 1sa y Morfoespecie 17sa. En la zona de Camping Alto la especie más abundante fue de la familia Sphingidae, siendo la especie con mayor abundancia Morfoespecies 5sp colectada en el primer muestreo bajo condiciones atmosféricas de neblina y llovizna.

El índice de diversidad de Margalef se calculó para cada zona de muestreo y permitió establecer que la zona con mayor diversidad es el Camping Alto dado que fue el lugar que obtuvo un valor mayor siendo este de 5,98 respecto a los otros dos sitios. Esto pudo deberse a un evento atmosférico (llovizna y niebla al tiempo) el cual solo se dio en este sitio durante una noche, donde hubo una mayor incidencia de individuos de Sphingidae. Por otro lado, La Playa obtuvo un índice de 3,28, y la quebrada El Carmen obtuvo un índice de 2,91 siendo este último, el lugar con menor diversidad entre los tres sitios de muestreo.

Patrones de actividad nocturnos:

Patrones en la riqueza y abundancia de Saturniidae y Sphingidae para Chicaque:

Al observar los patrones de actividad nocturnos según la hora de arribo a la trampa de luz teniendo en cuenta la abundancia y riqueza de morfoespecies (Tab. 3), se evidenció que el rango de hora para los tres sitios con mayor actividad para ambas familias es de 18:00-20:00, considerando esto como actividad crepuscular. Sin embargo, Sphingidae en la zona de Camping Alto presentó dos picos de actividad entre las 00:00-1:59 y 2:00-03:59, especialmente las noches en las que hubo niebla y llovizna.

Para Sphingidae los momentos donde más abundancia y riqueza se registraron se dio en dos picos entre las 18:00-20:00 y 00:00-04:00 (Tab. 3). Comparando los tres sitios, los picos fueron similares para La Playa y El Carmen, pero para el Camping Alto la riqueza aumentó bastante respecto a los otros dos sitios dadas las condiciones de neblina y llovizna. En otros trabajos sobre patrones de actividad para el Neotrópico, se reporta que la actividad tanto en abundancia como en riqueza de especies para Sphingidae está dada antes de la media noche, en especial en las primeras tres horas luego del anochecer (Lamarre et al., 2015; Narváez & Soriano, 1996). Lo cual se cumple para La Playa y El Carmen, pero no para la zona de Camping Alto, ya que allí se dio un gran pico entre las 0:00-2:00 el cual fue disminuyendo al transcurrir las horas. Además, hay que tener en cuenta que este sitio fue donde mayor cantidad de esfíngidos hubo.

Por otro lado, Saturniidae presentó una mayor riqueza de especies para los tres sitios entre las 18:00-20:00 presentando el mismo patrón que la abundancia (Tab. 3). Adicional a esto, esta familia presentó otro pico de riqueza entre las 00:00-2:00 el cual fue disminuyendo al transcurrir las horas, este pico se dio por la presencia de especies raras como lo fueron la Morfoespecie 3sa y Morfoespecie 18sa en la quebrada La Playa. Esto se explica por la actividad de las subfamilias de Saturniidae, las cuales tienen picos de actividad diferente a lo largo de la noche. En el caso de

Hemileucinae (Saturniidae) presenta picos de actividad entre las 18:00-20:00, subfamilia a la cual pertenecen todos los saturnidos colectados a excepción de Morfoespecie 3sa y Morfoespecie 18sa (Amarillo, 1997; Janzen, 1984). Estas dos especies pertenecen a la subfamilia Saturniinae, la cual presenta picos de actividad entre las 0:00-3:00 según Amarillo (1997).

En cuanto a Sphingidae, esta familia está representada por tres subfamilias Macroglossinae, Smerinthinae y Sphinginae, las cuales presentaron patrones de actividad, crepuscular hasta la media noche para el caso de Smerinthinae y durante toda la noche para Macroglossinae y Sphinginae en los diferentes sitios de muestreo.

Sphingidae	Riqueza			Abundancia		
	La Playa	El Carmen	Camping Alto	La Playa	El Carmen	Camping Alto
18:00-19:59	2	2	10	2	5	23
20:00-21:59	1	1	6	1	1	12
22:00-23:59	0	0	8	0	0	15
0:00-1:59	0	1	10	0	0	31
2:00-3:59	0	1	7	0	1	35
4:00-6:00	1	1	6	1	1	12

Saturniidae	Riqueza			Abundancia		
	La Playa	El Carmen	Camping Alto	La Playa	El Carmen	Camping Alto
18:00-19:59	5	5	6	8	14	39
20:00-21:59	3	4	3	9	11	3
22:00-23:59	1	3	2	1	6	2
0:00-1:59	2	4	4	3	5	5
2:00-3:59	3	1	0	4	1	0
4:00-6:00	2	0	0	2	0	0

Tabla 3: Patrones de actividad de las familias Sphingidae y Saturniidae para el Parque Natural Chicaque para las tres salidas de campo en términos de abundancia y riqueza. Los recuadros señalan los periodos de mayor abundancia y riqueza.

Factores relacionados en los patrones de actividad para cada zona:

En cuanto a la actividad de las familias se observó que algunos factores ambientales influyeron en la incidencia a la trampa de luz para cada sitio. Esto se evidencia en cada noche dado que durante el muestreo se dieron diferentes eventos atmosféricos. Esto mostró que factores ambientales como el viento con velocidad mayor a 2 Km/h en los tres sitios generó una menor incidencia, o incluso ausencia, de individuos de ambas familias. Lo cual, concuerda con lo propuesto por Janzen (1984) para Saturniidae, donde menciona que la aparición de individuos de esta familia se ve una disminución en la incidencia cuando no hay brisa (viento suave) o el viento es fuerte.

Para las zonas bajas, se evidenció que Macroglossinae (Sphingidae) tiene actividad crepuscular y matinal (antes del amanecer), dado que estos aparecen antes de las 21:00 y después de las 04:00. Por otro lado, en la zona alta la actividad tanto para Macroglossinae como para Smerinthinae estuvo dada durante toda la noche con picos de mayor abundancia y riqueza en las noches con niebla y llovizna, por lo que se podría inferirse que es por las condiciones atmosféricas diferentes a las de los otros dos sitios.

Las observaciones realizadas por Narváez & Soriano (1996) y Pescador Rubio (1994) son congruentes en parte con los datos presentados para las zonas bajas (La Playa y El Carmen), ya que plantean que durante luna nueva y bajo condiciones de neblina y brisas suaves aumenta la abundancia y riqueza de especies de Sphingidae. Sin embargo, en cuanto a los patrones de actividad para la zona de Camping Alto, estos son diferentes a los planteados por Lamarre et al. (2015), quienes plantean que Macroglossinae, Smerinthinae y Sphinginae presentan patrones de actividad antes de la media noche, mientras que para este sitio los periodos de actividad se dieron durante toda la noche, por lo cual y según lo observado en las diferentes noches de colecta se podría decir que fue un evento anormal.

La playa:

En esta quebrada la actividad nocturna estuvo dada para ambas familias principalmente entre las 18:00-22:00, a pesar de tener una baja abundancia. En cuanto a Saturniidae se observa que para la mayoría de los días se observó un patrón de incidencia antes de las 22:00, esto debe en su mayoría a ser especímenes de la subfamilia Hemileucinae y como ya se mencionó antes si actividad está dada principalmente antes de las 22:00. Sin embargo, hubo incidencia de hemileucinos con poca abundancia entre las 22:00-6:00 con aparición de uno o dos individuos. En cuanto a Saturniinae su pico de actividad fue entre las 2:00-4:00, esta subfamilia estuvo representada por la Morfoespecie 3sa y morfoespecies 18sa, siendo esta actividad similar a la reportada por Amarillo (1997) y Janzen (1984) como ya se discutió antes.

El Carmen:

En esta quebrada se observó que condiciones como lluvia y viento fuerte en un mismo rango de hora también reduce la incidencia de especímenes. Durante el muestreo en este lugar hubo diferentes condiciones atmosféricas que afectaron considerablemente la incidencia de individuos. Una de ellas fue durante el segundo muestreo en el cual hubo una tormenta con vientos muy fuertes los cuales causaron disturbios en el bosque como caída de árboles y piedras. Dado que estos eventos

atmosféricos se presentaron durante dos de los tres muestreos podría decirse que hubo una baja abundancia en general para esta zona ligado a estos eventos. Según Janzen (1984) y Pescador Rubio (1994) los vientos fuertes y la lluvia intensa disminuyen la incidencia dado que son condiciones que dificultan el vuelo.

Camping Alto:

Para la zona de Camping Alto, la combinación de llovizna y neblina mostró un evento raro en el primer muestreo (noches 1 y 2), dado que hubo una baja incidencia de saturnidos y una alta incidencia de esfíngidos a la trampa. En el caso de Saturniidae se esperaba encontrar más especímenes en los momentos de niebla y llovizna, dado que Amarillo (1997) mostró que esta es la condición atmosférica es favorable para esta Saturniidae. Sin embargo, Janzen (1984) describe que condiciones como neblina y lluvia hace que los saturnidos se inactiven y no salgan, lo cual es congruente con los datos aquí presentados. En cuanto al viento con velocidad mayor a 2 Km/h se observó que no hubo una incidencia de saturnidos, dado que puede ser un gasto energético mayor para los individuos porque el vuelo bajo estas condiciones (viento fuerte) genera resistencia en las alas necesitando más energía para poder emprender el vuelo, y ya que, esta familia no sé alimenta en estado adulto deben hacer un uso eficiente de su energía para reproducirse (Janzen, 1984). Es decir, necesitan emplear diferentes estrategias de búsqueda pareja (Amarillo, 1997; Janzen, 1984).

En la noche 5 hubo condiciones ambientales de niebla y llovizna, como sucedió el día 1 y 2. Lo cual generó reincidencia de solo algunas morfoespecies y aparición de otras nuevas para Sphingidae. Por esto podría decirse que la neblina y la llovizna es un factor para la aparición de individuos diferentes a los de las noches despejadas, con viento o con lluvia en Sphingidae. Los eventos atmosféricos anteriores y la actividad de Sphingidae concuerdan con Pescador Rubio (1994), el cual plantea que las mejores colectas para esta familia se dan en noches con niebla, luna nueva y sin vientos fuertes. Además Yela & Holyoak (1997) argumentan que en noches nubladas, se favorecen las colectas generando menos competencia de luz y haciendo la colecta más eficiente. Esto podría explicar porque se dio un aumento en la incidencia de individuos bajo estas condiciones en Sphingidae. Dadas las condiciones ambientales que se obtuvieron durante los muestreos se hace evidente que los especímenes son más activos y aparecen especies raras bajo estas condiciones.

CONCLUSIÓN:

Se registraron 40 morfoespecies de las cuales 22 son de Sphingidae y 18 Saturniidae, mostrando una gran diversidad para un área reducida. Teniendo en cuenta lo anterior se puede considerar Chicaque como un lugar de gran diversidad para estas dos familias. Adicionalmente, cada una de las zonas de muestreo posee varias especies raras, haciendo que cada zona tenga una importancia ecológica única. Es por esto que la conservación de estos ecosistemas favorecería la conservación de estas especies en especial las poco abundantes.

Se encontró que los patrones de actividad nocturnos de Sphingidae y Saturniidae son diferentes, aún si se comparan las subfamilias de cada una de ellas. Sphingidae presentó patrones de actividad durante toda la noche siendo estos diferentes dependiendo de la subfamilia, en cambio, Saturniidae presentó patrones de actividad principalmente crepusculares, en su mayoría por especies de Hemileucinae. Estos datos encontrados en el bosque alto-andino de Chicaque son congruentes con la propuesta de Amarillo (1997) para Saturniidae en Colombia. En cuanto a Sphingidae algunos patrones son congruentes con estudios realizados en alta montaña en otros países como Venezuela, Brasil y Guyana francesa, sin embargo, los patrones matinales y los que duraron toda la noche no fueron congruentes con estos estudios (Ignatov et al., 2011; Lamarre et al., 2015; Narváez & Soriano, 1996).

Finalmente, este es el primer trabajo de patrones de actividad de Sphingidae para el país y segundo que se realiza para Saturniidae, siendo este el único trabajo realizados en un bosque alto-andino de patrones de actividad nocturnos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Aliniaze, M. T. (1983). Influence of Environmental factors on daily activity of the filbertworm, *melissopus latiferreanus* (Lepidoptera, Olethreutidae). *Ecological Entomology*, 8, 241–248. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2007.02351.x>
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., ... Villarreal, H. (2004). Manual De Métodos Para El Desarrollo De Inventarios De Biodiversidad. *Programa Inventarios de Biodiversidad; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*, 236.
- Amarillo, A. (1997). Actividad de saturnidos en la reserva natural rio Ñambi, Nariño, Colombia.
- Amarillo, A. (2000). Polillas Saturnidas (Lepidoptera: Saturniidae) de Colombia. *Biota Colombiana*, (September).
- Amarillo, A. (2008). Diversidad y composición de Macroheterocea (Lepidoptera) en ecosistemas con diferente grado de perturbación. (pp. 1–13).
- Amarillo, A. (2015). *Hylesia continua* (walker , 1865) (lepidoptera: Saturniidae) en una localidad del norte de Colombia, (September).
- Amarillo, A., & Wolfe, K. L. (1997). Descripción del ciclo de vida y ampliación de ámbito de *rothschildia zacateca*, 8(2), 71–74.

- Amat-García, G., & Andrade-C, G. (2007). *Libro rojo de los invertebrados terrestres de Colombia. ... Nacional de Colombia,* Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Libro+Rojo+de+los+Invertebrados+Terrestres+de+Colombia#1>
- Andrade-C, G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Revista de La Académica Colombiana de Ciencias*, 35(137), 491–507.
- Balao, F., Herrera, J., Talavera, S., & Dötterl, S. (2011). Phytochemistry Spatial and temporal patterns of floral scent emission in *Dianthus inoxianus* and electroantennographic responses of its hawkmoth pollinator. *Phytochemistry*, 72(7), 601–609. <http://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.02.001>
- Calero-Mejía, H., Armbrrecht, I., & Montoya-Lerma, J. (2014). Mariposas diurnas y nocturnas (Lepidoptera: Papilionoidea, Saturniidae, Sphingidae) del Parque Nacional Natural Gorgona, Pacífico Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 62(Febrero), 317–328.
- Camero, É., & Calderón C, A. M. (2007). Comunidad De Mariposas Diurnas (Lepidoptera:Rhopalocera) En Un Gradiente Altitudinal Del Cañon Del Río Combeima-Tolima, Colombia Butterflies Community (Lepidoptera:Rhopalocera) Along An Altitudinal Gradient In Combeima River Canyon Tolima, Colombia. *Acta Biol. Colomb*, 12(2), 95–110.
- Castroviejo, S., & Ibáñez, A. (2005). *Estudios sobre la diversidad de la region de Bahía Honda (Veraguas, Panamá)*.
- Chang, R. (2002). Química General. *McGrawHill*. Retrieved from <http://en.scientificcommons.org/48774967>
- Colparques. (2016). Parque Chicaque. Retrieved from <http://www.colparques.net/CHICAQUE.htm>
- Correa-Carmona, Y., Vélez-Bravo, A. H., & Echeverri, M. I. W. (2015). *Current status of knowledge of sphingidae latreille, 1802 (Lepidoptera: Bombycoidea) in Colombia*. *Zootaxa* (Vol. 3987). <http://doi.org/10.11646/zootaxa.3987.1.1>
- Decaens, T., Ramiez, D. B., Amarillo, A., Wolfe, K., Brosh, U., & Naumann, S. (2003). Diversidad de Saturniidae (Lepidoptera) en la selva andina de San José del Palmar (Alto Chocó, Colombia).
- Diazgranados Cadelo, M. (1999). *Estructura de la vegetacion del Parque Natural Chicaque (Cundinamarca - Colombia)*.
- Duarte, M., Marconato, G., Specht, A., & Casagrande, M. M. (2012). Lepidoptera Linnaeus, 1758. In J. A. Rafael, G. Melo, C. Carvalho, S. Casari, & R. Constantino (Eds.), *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia* (Holos). Ribeirao Preto.
- Estay, P. (2007). 2. Polilla Del Tomate. *IniaTierra Adentro*, (página 36).
- Etter, A., & Arévalo, P. (2014). Escenarios futuros de la cobertura forestal en Colombia. *Biodiversidad*, 210.
- Fagua, G., Amarillo, A. R., & Andrade-C, G. (1999). Mariposas (Lepidoptera) como bioindicadores del grado de intervencion de la cuenca del rio Pato (Caquetá). *Insectos de Colombia. Estudios Escogidos*, 3(JANUARY 1999), 433.
- Galindo, T., Betancur, J., & Cadena, M. (2003). Estructura y composicion floristica de cuatro bosques andinos del Santuario de Flora y Fauna Guanenta-Alto Rio Fonce, Cordillera Oriental colombiana. *Caldasia*, 25(2), 313–335. Retrieved from <http://kdb.kew.org/kdb/detailedresult.do?id=366224>
- García, J. L. (1978). Influencia de los factores ambientales sobre la captura nocturna de Sphingidae (Lepidoptera) en Rancho Grande, Estado de Aragua, Venezuela. *Revista de La*

- Facultad de Agronomía (Maracay)*, 63–107.
- Grimaldi, D., & Engel, M. S. (2005). *Evolution of the Insects*. Cambridge University Press. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Halffter, G., Moreno, C. E., & Pineda, E. O. (2001). Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. *Director*, 79.
- Hawes, J., da Silva Motta, C., Overal, W. L., Barlow, J., Gardner, T. A., & Peres, C. A. (2009). Diversity and composition of Amazonian moths in primary, secondary and plantation forests. *Journal of Tropical Ecology*, 25(3), 281–300. <http://doi.org/doi:10.1017/S0266467409006038>
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology, 206. <http://doi.org/Via 10.1046/j.1365-2699.1999.00329.x>
- Ignatov, I. I., Janovec, J. P., Centeno, P., Tobler, M. W., Grados, J., Lamas, G., & Kitching, I. J. (2011). Patterns of Richness, Composition, and Distribution of Sphingid Moths Along an Elevational Gradient in the Andes-Amazon Region of Southeastern Peru. *Annals of the Entomological Society of America*, 104(1), 68–76. <http://doi.org/10.1603/AN09083>
- Janzen, D. H. (1984). Two ways to be a tropical big moth : Santa Rosa saturniids and sphingids by Two ways to be a tropical big moth : Santa Rosa saturniids and sphingids. *Oxford Surveys in Evolutionary Biology*, 1, 85–144.
- Kristensen, N. P. (1999). *Handbook of zoology*.
- Lamarre, G. P. A., Mendoza, I., Rougerie, R., Decaëns, T., Hérault, B., & Bénéluz, F. (2015). Stay Out (Almost) All Night: Contrasting Responses in Flight Activity Among Tropical Moth Assemblages. *Neotropical Entomology*, 44(2), 109–115. <http://doi.org/10.1007/s13744-014-0264-3>
- Lemaire, C. (1980). The Attacidae of America (=Saturniidae) - Attacini.
- Lemaire, C. (1988). *The Saturniidae of America (=Attacidae)*.
- Lemaire, C. (2002a). *The Saturniidae of America Part A*.
- Lemaire, C. (2002b). *The Saturniidae of America Part B*.
- Lemaire, C. (2002c). *The Saturniidae of America Part C*.
- Mills, A. M. (1986). The influence of moonlight on the behavior of goatsuckers (Caprimulgidae). *The Auk*, 103(April), 370–378. <http://doi.org/10.2307/4087090>
- Muñoz, A., & Amarillo, A. (2010). Variación altitudinal en diversidad de Arctiidae y Saturniidae (Lepidoptera) en un bosque de niebla Colombiano. *Revista Colombiana de Entomología*, 36.
- Narváez, Z., & Soriano, P. J. (1996). Composición y estructura de la comunidad de Sphingidae (Insecta: Lepidoptera) de una selva nublada andina. *Sociedad Venezolana de Ecología*, 9(1), 9–20.
- OpEPA. (2016). Bosque de niebla. Retrieved from http://www.opempa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=198&Itemid=31
- Parque Natural Chicaque. (2016). Parque Natural Chicaque. Retrieved from <http://www.chicaque.com/senderismo/bosque-de-robles/>
- Percival, M. (1965). Pollination by insects (Entomophily). In *Floral Biology* (pp. 124–157). <http://doi.org/10.1016/B978-0-08-010609-0.50015-7>
- Pérez-Contreras, T. (1999). La especialización en los insectos fitófagos: una regla más que una excepción. *Boletín de La SEA*. Retrieved from http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=31&SID=N10I38eAuchn91Hm3j7&page=1&doc=4
- Pescador Rubio, A. (1994). *Manual de identificación para las mariposas de la familia Sphingidae (Lepidoptera) de la estación de biología “Chamela” Jalisco, México*. México

- D.F. Retrieved from
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7gzXrHK2ilwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Manual+de+identificacion+para+las+mariposas+de+la+familia+Sphingidae+\(Lepidoptera\)+de+la+estaci3n+de+biolog3a+Chamela+Jalisco&ots=-2W4dr4BNT&sig=6q-kobIzrglfjIMmKkI3n](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7gzXrHK2ilwC&oi=fnd&pg=PA9&dq=Manual+de+identificacion+para+las+mariposas+de+la+familia+Sphingidae+(Lepidoptera)+de+la+estaci3n+de+biolog3a+Chamela+Jalisco&ots=-2W4dr4BNT&sig=6q-kobIzrglfjIMmKkI3n)
- PNNC. (2016a). Bosque andino o niebla. Retrieved from
<https://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/decide.php?patron=01.201203>
- PNNC. (2016b). Chicaque. Retrieved from
http://www.parquesnacionales.gov.co/PNN/portel/libreria/php/frame_detalle.php?h_id=566
- Primo, L. M., Duarte, J. A., & Machado, I. C. (2013). Hawkmoth fauna (Sphingidae, Lepidoptera) in a semi-deciduous rainforest remnant: Composition, temporal fluctuations, and new records for northeastern Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 85(3), 1177–1188. <http://doi.org/10.1590/S0001-37652013000300017>
- Raguso, R. A. (1996). Electroantennogram Responses Of Hyles Lineata (Sphingidae : Lepidoptera) To Volatile Compounds From Clarkia Breweri (Onagraceae). *Journal of Chemical Ecology*, 22(10), 1735–1766. <http://doi.org/10.1007/BF02028502>
- Raguso, R. A. (2008). Start making scents: The challenge of integrating chemistry into pollination ecology. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 128(1), 196–207. <http://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2008.00683.x>
- Ramírez, G. A., & Pardo, M. Y. (2010). Capitulo VIII: Composicion, dieta y estructura trofica de la comunidad de murcielagos presentes en el area de influencia del parque. 2010.
- Razanamano, O., Rasoamanana, E., Rakouth, B., Ramarolanonana Randriamalala, J., Rabakonadrianina, E., Clément-Vidal, A., ... Danthu, P. (2015). Chemical characterization of floral scents in the six endemic baobab species (Adansonia sp .) of Madagascar. *Biochemical Systematics and Ecology*, 60, 238–248. <http://doi.org/10.1016/j.bse.2015.04.005>
- Rivera, D., & Cordoba, C. (1998). Guía ecológica Parque Natural Chicaque.
- Ruiz, A., Santos, M., Cavelier, J., & Soriano, P. J. (2000). Estudio Fenologico de Cactaceas en el Enclave Seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotropica*, 32(3), 397–407. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00486.x>
- Sato, Hiroaki; Higashi, Seigo; Fukuda, H. (1986). Nocturnal flight activity of moths.
- Scoble, M. J. (1992). *The Lepidoptera*.
- Speakman, J. R., Rydell, J., Webb, P. I., Hayes, J. P., Hays, G. C., Hulbert, I. A. R., & Mcdevitt, R. M. (2000). Activity Patterns of Insectivorous Bats and Birds in Northern Scandinavia (69° N), during Continuous Midsummer Daylight. *Oikos*, 88(Speakman 1995), 75–86. <http://doi.org/doi:10.1034/j.1600-0706.2000.880109.x>
- Steenhuisen, S., Raguso, R. A., Jürgens, A., & Johnson, S. D. (2010). Variation in scent emission among floral parts and inflorescence developmental stages in beetle-pollinated Protea species (Proteaceae). *South African Journal of Botany*, 76(4), 779–787. <http://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.08.008>
- Sther, F. (1987). *Inmature Insects Tomo I*.
- Tobón, C. (2008). Los bosques andinos y el agua. *Publicación de ECOBONA*, 68. Retrieved from http://www.bosquesandinos.info/ECOBONA/Bosques_final-web.pdf
- Van Nieuwerkerken, E. J., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N. P., Lees, D. C., Minet, J., ... Regier, J. C. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.), *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*.

- Zootaxa*, 1758, 212–221.
<http://doi.org/http://www.mapress.com/zootaxa/2011/f/zt03148p221.pdf>
- Velásquez-Tibatá, J., Etter, A., & Arévalo, P. (2014). Efectos proyectados de la transformación de coberturas boscosas sobre la biodiversidad. *Biodiversidad*, 211.
- Walter, H. E. (2010). Floral biology of *Echinopsis chiloensis* ssp. *chiloensis* (Cactaceae): Evidence for a mixed pollination syndrome. *Flora*, 205(11), 757–763.
<http://doi.org/10.1016/j.flora.2009.12.038>
- Winiwarter, W., Puxbaum, H., Fuzzi, S., Facchini, M. C., Orsi, G., Beltz, N., ... Jaeschke, W. (1988). Organic acid gas and liquid-phase measurements in Po Valley fall-winter conditions in the presence of fog. *Tellus B*, 40B(5), 348–357. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0889.1988.tb00109.x>
- Wolfe, K. L., Bonilla, D., Ramírez, L. D., & Decaëns, T. (2003). Rediscovery of *Copaxa sapatoza* (Lepidoptera: saturniidae: saturniinae) and revealing of its immature stages.
- Yela, J. L., & Holyoak, M. (1997). Effects of moonlight and meteorological factors on light and bait trap catches of Noctuid moths (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology*, 26(6), 1283–1290. <http://doi.org/10.1093/ee/26.6.1283>