

Relación de mariposas (Lepidoptera) diurnas y fenología reproductiva de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia

Relationship of diurnal butterflies (Lepidoptera) with reproductive phenology of a tropical dry forest in the Atlántico department, Colombia

Cristian J. Guzmán-Soto ^{1,2*}  y Luis Carlos Gutiérrez-Moreno ^{2†} 

1. Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología Aplicada (GIBEA). Universidad del Magdalena

2. Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe colombiano. Universidad del Atlántico

Resumen

Diversas especies de mariposas han demostrado sensibilidad a transformaciones de ecosistemas debido a sus asociaciones de alimentación con plantas, razón que ha permitido proponerlas como bioindicadores del estado del hábitat. El objetivo del presente estudio fue evaluar las relaciones entre la fenología reproductiva del bosque seco tropical y la estructura de mariposas diurnas en cinco sitios del departamento del Atlántico-Colombia. En cada sitio las mariposas fueron capturadas con redes entomológicas y con trampas Van Someren-Rydon cebadas con una mezcla de frutas en descomposición. Simultáneamente, se estimó la fructificación y la floración aplicando el método de cuantificación de la cobertura que ocupó cada fenofase. Se registraron 261 mariposas, distribuidas en 28 especies, siendo la más abundante *Hamadryas amphichloe* con 89 individuos aportando con más del 30 % de la abundancia total. La fenología en 89 individuos de 19 especies de plantas estuvo caracterizada por cuatro fenofases: brotes de frutos, frutos verdes, frutos maduros y flores abiertas. Se observó que la riqueza de mariposas abundantes y dominantes se correlacionaron positivamente con brotes de frutos ($p < 0,05$). Adicionalmente, con el Análisis de Correspondencia Canónica se determinó que las mayores abundancias de mariposas como *Hermeuptychia hermes*, *Callicore pitheas*, *Hamadryas feronia* y *H. amphichloe* se relacionaron principalmente con altas proporciones de las fenofases frutos maduros y flor; mientras que *Historis acheronta*, *Hypna clytemnestra* y *Myscelia leucozyana*, mostraron una relación negativa con las dos fenofases mencionadas. Para las mariposas no frugívoras como *Agraulis vanillae*, *Junonia evarete* e *Isapis agyrtus*, se relacionaron principalmente con las mayores proporciones de la fenofase flores abiertas. Los resultados evidencian la posibilidad de una respuesta sincrónica (por ejemplo, coincidencia de eclosiones de mariposas con eventos de floración), por parte de ciertas mariposas a la disponibilidad de algunos recursos, como los frutos en los hábitats estudiados.

Palabras clave: fructificación; floración, fenofases; mariposas frugívoras; mariposas no frugívoras

Abstract

Several species of butterflies have shown sensitivity to ecosystem transformations because they are feeding associated with plants, a reason that has allowed them to be proposed as bioindicators of the state of the habitat. The objective was to determine the relationships between reproductive phenology of the tropical dry forest and the structure of diurnal butterflies in the department of Atlántico-Colombia. Butterflies were captured each site with entomological nets and Van Someren-Rydon traps baited with fruit mix. Simultaneously, fructification and flowering were estimated by quantification method of coverage occupied by each phenophase. 261 butterflies were recorded, distributed in 28 species, the most abundant was *Hamadryas amphichloe* with 89 individuals contributing more than 30 % of total abundance. Plant phenology was characterized by four phenophases; fruit buds, green fruits, mature fruits and open flowers, monitored in 89 plants of 19 species. The number of abundant and dominant butterfly species showed positive correlations with fruit buds ($p < 0.05$). Additionally, the Canonical Correspondence Analysis indicated that higher abundances of butterflies such as *Hermeuptychia hermes*, *Callicore pitheas*, *Hamadryas feronia* and *H. amphichloe* were mainly related to the higher proportions of the mature fruits and open flowers phenophases. Contrary to *Historis acheronta*, *Hypna clytemnestra* and *Myscelia leucozyana*, whose relationship with these same two phenophases were negative. Non-frugivorous butterflies *Agraulis vanillae*, *Junonia evarete* and *Isapis agyrtus* were mainly related to the higher proportions of the open flowers phenophase. Results show the possibility of a synchronous (example: coincidence of butterfly hatching with flowering events) response by certain butterflies to the availability of some resources, such as fruits in studied habitats.

Key words: fructification; flowering, phenophases; frugivorous butterflies; non-frugivorous butterflies.

*Autor de correspondencia: joseguzman@mail.uniatlantico.edu.co

Editor: Cesar Tamaris- Turizo

Recibido: 24 de abril de 2022

Aceptado: 04 de noviembre de 2022

Publicación en línea: 18 de noviembre de 2022

Citar como: Guzmán-Soto, C.J. y. Gutiérrez-Moreno, L.C. 2022. Relación de mariposas (Lepidoptera) diurnas y fenología reproductiva de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Intropica* 17(2): 251-261. <https://doi.org/10.21676/23897864.4599>.



Introducción

El Bosque Seco Tropical (BST) del Caribe colombiano presenta uno o dos periodos de lluvias con una variabilidad de precipitación entre los 1000 y 1400 mm relacionada con el arreglo fisionómico de composición florística caducifolia (Rangel *et al.*, 1997; Rangel, 2015). En el departamento del Atlántico hay presencia de fragmentos de bosques altamente perturbados por el hombre, donde la deforestación indiscriminada y la transformación de hábitats: de bosque a rastrojos o a ambientes de cultivos transitorios son las más observadas en ellos (CRA, 2007). Lo anterior ha ocasionado una simplificación en la composición vegetal propia del BST, especialmente de las especies de árboles de gran altura, de importancia maderable, adaptadas a las condiciones del suelo y clima predominante (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), 1998; Corporación Autónoma Regional del Caribe (CRA), 2007). Las consecuencias de estas modificaciones en los fragmentos del BST pueden llegar a ser detectadas mediante el uso de indicadores biológicos sensibles a las perturbaciones, como los insectos del orden Lepidoptera, mediante estudios rigurosos y de inventarios de las especies asociadas a la vegetación del área (Brown, 1991; Kremen, 1992; Fagua, 1996; Leingärtner *et al.*, 2014), incluyendo nuevos registros de especies en áreas conservadas (Ahumada-C. *et al.*, 2020).

Los lepidópteros están extensamente representados en zonas tropicales por un gran número de especies (DeVries, 1987; 1997; Chacón y Montero, 2007), con diferentes agrupaciones según su alimentación entre las cuales se pueden clasificar como mariposas frugívoras, no frugívoras o nectarívoras (DeVries, 1987; Heppner, 1991; DeVries *et al.*, 2012). Especies como *Altinote eresia* C. Felder y R. Felder, 1862, *Consul fabius* Cramer, 1776, entre otras; han mostrado sensibilidad a la transformación de ecosistemas debido a sus asociaciones con las plantas, tanto en la etapa larval como en la etapa adulta, por lo que se proponen como bioindicadores del estado del hábitat, (Andrade, 1998; Fahrig, 2003; Wheatley *et al.*, 2017).

En los ecosistemas terrestres, los árboles desarrollan una parte vegetativa como las hojas y otra parte reproductiva de las que se distinguen fenofases como las flores y los frutos que pueden ser cuantificadas (Boyle y Bronstein, 2012) a través de monitoreos de ciclos fenológicos, altamente estudiados por ecólogos ya que generan: 1) interacciones entre plantas y animales, 2) dinámica de poblaciones, 3) productividad y 4)

organización de comunidades (Mooney *et al.*, 1980; Huxley, 1983; Williams y Meave, 2002; Berdugo y Rangel, 2015; Leingärtner *et al.*, 2014). En el departamento del Atlántico se ha demostrado que la estructura de la vegetación es considerada como un factor que puede determinar tanto la distribución como la abundancia de mariposas, siendo que muchos de los frutos de los fragmentos del BST son de tipo seco o producen fermentos de utilidad alimenticia (Vargas-Zapata *et al.*, 2015).

En este sentido, el uso del recurso que ofrece la planta a sus consumidores sugiere la existencia de una sincronía entre las apariciones de alguna característica vegetal (e.g. hojas), o reproductiva (e.g. flores) con la riqueza y abundancia de insectos, aspectos poco abordados simultáneamente (Henderson *et al.*, 2000). Por ello, esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar la relación entre la estructura de mariposas diurnas adultas y los eventos de fructificación y floración en fragmentos de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico. Se plantea como hipótesis que tanto la abundancia como la riqueza de las mariposas diurnas en estado adulto son directamente proporcionales con la presencia de la fructificación y floración de las plantas de fragmentos de bosque seco tropical.

Materiales y métodos

Área de estudio

El departamento del Atlántico está localizado al norte de Colombia. Presenta una temperatura media anual de 27 °C; con medias máximas registradas de 29,9 °C, y mínimas de 25 °C. El régimen anual de precipitaciones es bimodal, con dos periodos de lluvias, que van desde mayo hasta junio y de agosto hasta noviembre, alternados con dos periodos secos, de diciembre hasta abril y de junio hasta julio. Las precipitaciones aumentan de norte a sur, mientras hacia el norte alcanza unos 700 mm, en el sur es de 1300 mm. Asimismo, la humedad del aire es mayor en el sur que en el norte del departamento, debido a la evaporación del agua de las ciénagas y el embalse del Guájaro (CRA, 2012). Para la captura de los organismos se seleccionaron cinco sitios: Santa Cruz (SC), ubicado a los 10°36'33,67"N y 75°10'0,08"O; El mirador (LT), ubicado a los 10°37'1,52"N y 75°09'34,44"O; Arroyo Mateo (AM); 10°35'31,85"N y 75°10'39,45"O El Obispo (EOB) 10°28'2,26"N y 75°02'28,88"O; Los Mamones (LM) 10° 28'10,73"N y 75°02'28,88"O (figura 1). Los primeros tres sitios se ubican en cercanías a la ciénaga de Luruaco, mientras que los dos restantes en cercanías al embalse el Guájaro.

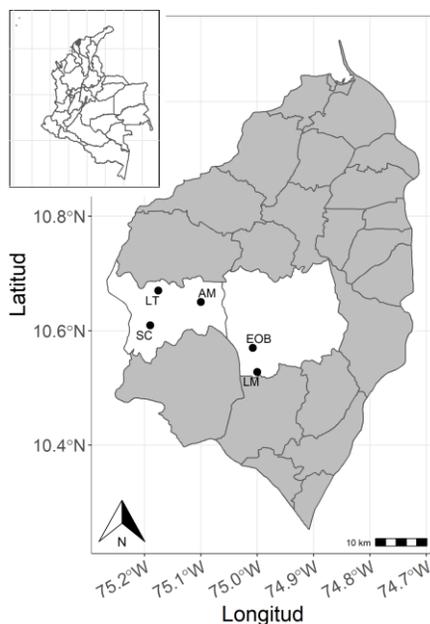


Figura 1. Ubicación de los cinco sitios de muestreo. Abreviaturas: Santa Cruz (SC); El mirador (LT); El Obispo (EOB); Los Mamonos (LM) y Arroyo Mateo (AM). Departamento del Atlántico, Colombia.

Captura e identificación de las mariposas

En cada localidad se realizaron cuatro muestreos. El primero fue en agosto de 2014 y los restantes en mayo, junio y julio de 2015. En cada sitio se instaló un transecto lineal de 450 m, en los que se ubicaron diez trampas Van Someren Raydon (VSR) separadas 50 m aproximadamente una de la otra y se colgaron en la rama de los árboles entre 3 y 7 m de altura. En cada trampa se colocó un atrayente, que correspondió a un macerado de frutas fermentadas (papaya, mango, banano y plátano), a las cuales se les adicionó esencia de vainilla y cerveza (Wolff, 2006; Vargas-Zapata *et al.*, 2015), con el fin de capturar mariposas frugívoras. Por otro lado, con la red entomológica (Jama) se realizaron capturas de mariposas no frugívoras, entre las 08:00 hasta las 17:00 horas cubriendo diferentes hábitos de vuelo, recorriendo de manera continua los 450 m, durante cuatro horas luz en cada transecto.

Algunos organismos capturados fueron liberados previa identificación en campo, los restantes fueron almacenados en sobres para insectos y se transportaron en cajas plásticas, para su posterior identificación mediante el uso de claves propuestas por DeVries (1987, 1997), Vélez y Salazar (1991), Neild (1991), Le Crom *et al.* (2004) y Chacón y Montero (2007).

Medición de la fenología reproductiva de los árboles

Se cuantificó porcentualmente por inspección visual la fenología reproductiva de uno a cinco árboles de cada especie en cada transecto, teniendo en cuenta el estado del fruto (verde,

maduro o brote), y de las flores (abierta o en desarrollo). Esta medición se realizó teniendo en cuenta la metodología propuesta y detallada por Fournier (1974).

Análisis de datos

Se estimó la abundancia como el número de individuos de las especies capturadas de los dos gremios de mariposas valuados por transecto en cada sitio. Posteriormente, se realizaron gráficos de rango abundancia para describir la estructura de la comunidad y la distribución de abundancia de las especies según el gremio en cada sitio. Asimismo, para la diversidad de cada sitio se estimaron los tres números efectivos de especies teniendo en cuenta los órdenes $q=0$, $q=1$ y $q=2$. En este caso $q=0$ es igual a la riqueza total registrada, $q=1$: corresponde al número de especies comunes y $q=2$: al número de especies dominantes (Jost, 2006). Por otro lado, para describir la asociación de la estructura de los dos gremios de mariposas con la fenología se estimaron valores de correlación de Spearman (r_s) y sus respectivos niveles de significancias, entre las fenofases con la abundancia y números efectivos de especie. Finalmente, se realizó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) para observar simultáneamente las relaciones entre las abundancias de las mariposas y las fenofases de las plantas. Teniendo en cuenta la fenología reproductiva, se cuantificaron cuatro características reproductivas. Tres correspondieron a fenofases de los frutos: brote de fruto (BrF), fruto verde (FV) y fruto maduro (FM) y una de flores abiertas (Flor), perteneciente a la fenofase de floración. Estas fenofases fueron observadas en 89

plantas de 19 especies ([anexo 1](#)). Las plantas estuvieron distribuidas en 11 familias e identificadas entre los cinco sitios de muestreo, las especies representativas de los fragmentos fueron *Guazuma ulmifolia* Lam. 1789, *Crescentia cujete* L. 1753, *Albizia nipoides* Burkart y *Platymiscium pinnatum* Jacq.

Los únicos lugares donde se encontraron las cuatro fenofases conjuntamente fueron Arroyo Mateo (AM) y El Obispo (EOB), mientras que en El Mirador (LT), Los mamones (LM) y Santa Cruz

(SC) solo se observaron tres. La mayor proporción de FM se observó en AM y LM, con valores de $18,18 \pm 6,1$ % y $18,26 \pm 2,4$ %, respectivamente. Asimismo, se observaron las mayores proporciones de fruto verde en EOB ($17,36 \pm 3,7$ %), seguido por AM y SC con $9,48 \pm 1,6$ % y $7,69 \pm 5,5$ %, respectivamente. Finalmente, la fenofase Flor fue la que presentó mayores proporciones en la mayoría de los sitios, entre los cuales LM con $28,31 \pm 4,9$ %, AM con $24,53 \pm 3,4$ % y EOB con $18,17 \pm 3,7$ % (figura 2).

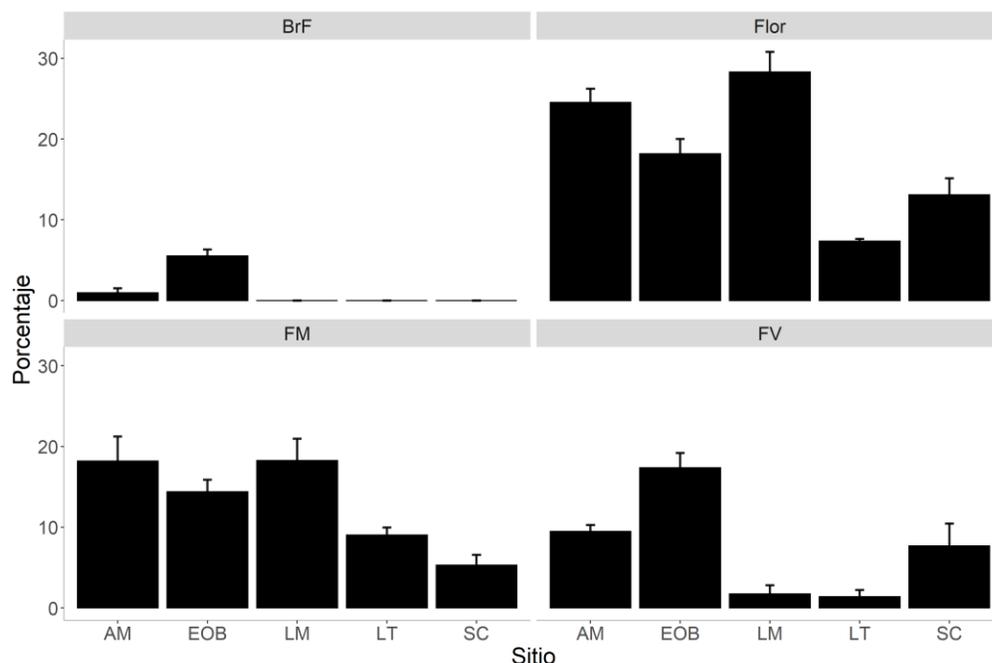


Figura 2. Variación espacial de las proporciones promedio y errores estándar de cuatro fenofases reproductivas de plantas del bosque seco tropical en cinco sitios en el departamento del Atlántico. Abreviaturas: Arroyo Mateo (AM), El mirador (LT), El Obispo (EOB); Los mamones (LM), Santa Cruz (SC), brotes de fruto (BrF), frutos verdes (FV), frutos maduros (FM) y flores (Flor).

Con relación a las mariposas, se registraron 261 individuos distribuidos en 28 especies, 26 géneros y seis familias. De esta abundancia, 155 correspondieron a mariposas frugívoras (10 especies) y 106 a mariposas no frugívoras con 18 especies ([anexo 2](#)). En general, la familia con mayor riqueza fue Nymphalidae, con 19 especies, representando el 67,9 % de la totalidad de la riqueza. La especie más representativa fue *Hamadryas amphichloe* Boisduval, 1870 con 89 individuos, seguida de *Junonia evarete* Cramer, 1779 y *Myscelia leucozyana* Doubleday, 1848 con 17 y 15 individuos, respectivamente. Por otro lado, se registraron cuatro especies de la familia Pieridae, correspondiendo al 14,2 % de la riqueza, representada principalmente por la especie *Phoebis sennae* Linnaeus, 1758, con 30 organismos.

La riqueza y la abundancia de Lycaenidae, fueron muy bajas con

solo tres especies (10,65 % de la riqueza total) y cuatro organismos, de los cuales se observó dos de *Arawacus lincoides* Draudt, 1917 y uno tanto de *Calycopis* sp. como de *Hemiargus* sp. Por último, las familias Riodinidae y Papilionidae presentaron dos y una especie respectivamente, representando en conjunto el 10,8 % de la riqueza. Las especies observadas, respectivamente fueron *Isapis agyrtus* Cramer, 1777 con cuatro organismos, *Calephelis laverna* Godman y Salvin, 1886 y *Battus polydamas* Linnaeus, 1758, ambas con un individuo.

Teniendo en cuenta $q=0$ para las mariposas frugívoras, en el único sitio donde se encontraron dos especies fue en LM, en los cuatro restantes se encontraron siete. La diversidad del orden $q=1$ presentó los mayores valores en AM (3,42 especies efectivas) y EOB (3,34 especies efectivas), seguidas por LT y SC con 2,66 y 2,07 respectivamente. En LM también registró el

menor valor de esta diversidad (0,98). Por otra parte, según la diversidad $q=2$ AM y LT registraron valores superiores a 2,2 especies efectivas, seguidos por EOB (1,46 especies efectivas), SC (1,23 especies efectivas) y por último LM con 0,89 especies efectivas.

Teniendo en cuenta $q=0$ para las mariposas frugívoras, en el único sitio donde se encontraron dos especies fue en LM, en los cuatro restantes se encontraron siete. La diversidad del orden $q=1$ presentó los mayores valores en AM (3,42 especies efectivas) y EOB (3,34 especies efectivas), seguidas por LT y SC con 2,66 y 2,07 respectivamente. En LM también registró el menor valor de esta diversidad (0,98). Por otra parte, según la diversidad $q=2$ AM y LT registraron valores superiores a 2,2 especies efectivas, seguidos por EOB (1,46 especies efectivas), SC (1,23 especies efectivas) y por último LM con 0,89 especies efectivas.

Para las mariposas no frugívoras, la diversidad $q=0$ presentó su mayor valor en EOB con 11 especies. Posteriormente, tanto LM y SC este valor fue de seis especies en ambos sitios, seguidos por AM y LT con 5 especies. En relación con la diversidad $q=1$ el mayor número de especies efectivas fue en EOB, seguido por SC

con 5,30 especies efectivas, LM con 3,80 especies efectivas, AM con 3,68 especies efectivas y por último LT con 3,13 especies efectivas. Para la diversidad $q=2$, SC y EOB fueron los sitios que presentaron los mayores valores con 4,57 y 4,43 especies efectivas, respectivamente. Seguidos por LM, AM y LT con 2,81, 2.79 y 2,49 especies efectivas, respectivamente.

La curva de abundancia para mariposas frugívoras evidenció que *Hamadryas amphichloe* fue la más abundante en los cinco sitios, también indicó que estos sitios difieren parcialmente en la estructura y el aporte de las especies restantes. En AM y en SC, *H. feronia* fue otra de las especies que más aportó a la abundancia. Mientras que en LT fue *M. leucocyana* la segunda que más aportó a la abundancia (figura 3). Teniendo en cuenta las mariposas no frugívoras, las curvas evidencian que los sitios difieren en la estructura y en los aportes de las mariposas en las proporciones de abundancias. En EOB, AM y SC la especie más abundante fue *P. sennae*, mientras que en LT fue la segunda más abundante, precedida por *J. evarete*. En LM fue *Ascia monuste* Linnaeus, 1764 la especie que mayor aporte hizo a la abundancia (figura 4).

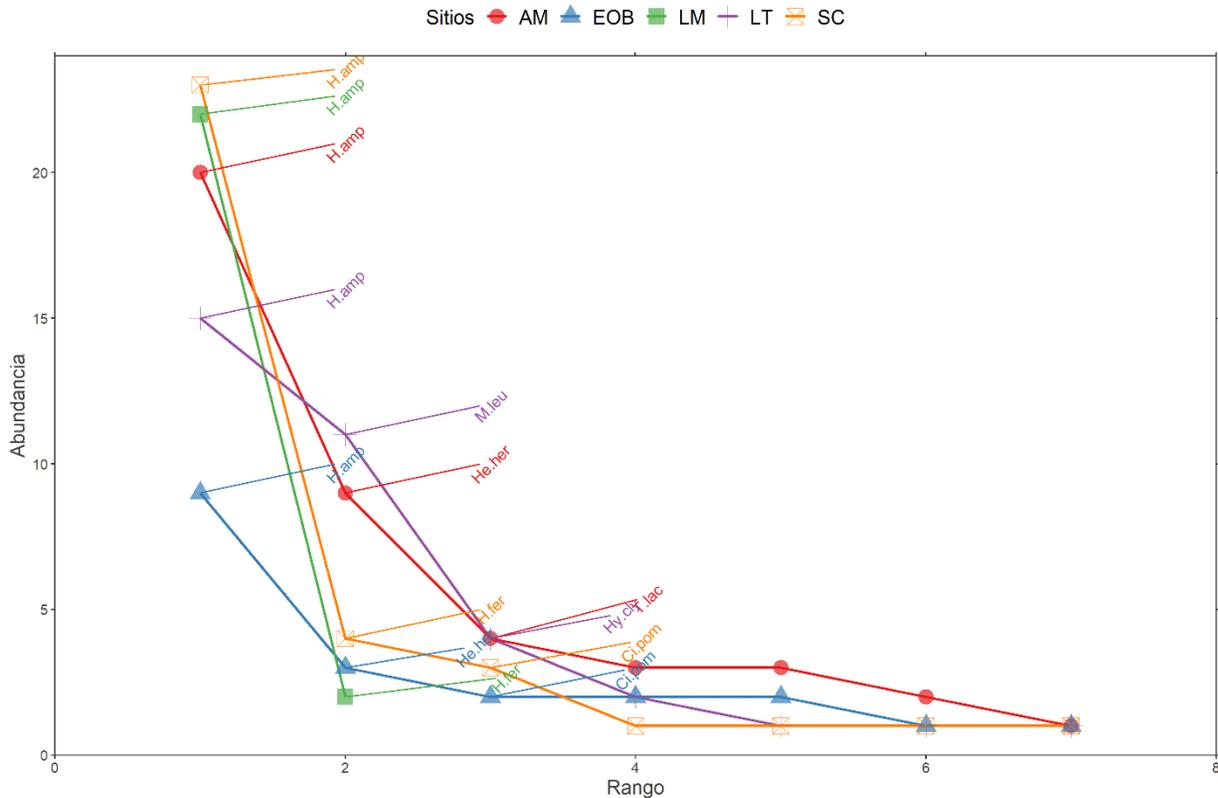


Figura 3. Curvas de abundancia de mariposas frugívoras para cinco sitios en el sur del departamento del Atlántico. Abreviaturas: Arroyo Mateo (AM), El mirador (LT), El Obispo (EOB); Los mamonos (LM), Santa Cruz (SC), *Hamadryas amphichloe* (H. amp), *Myscelia leucocyana* (M. leu), *Hermeuptychia hermes* (He. her), *Hamadryas feronia* (H. fer), *Hypna clytemnestra* (Hy. cly), *Taygetis laches* (T. lac) y *Cissia pompilia* (Ci. pom).

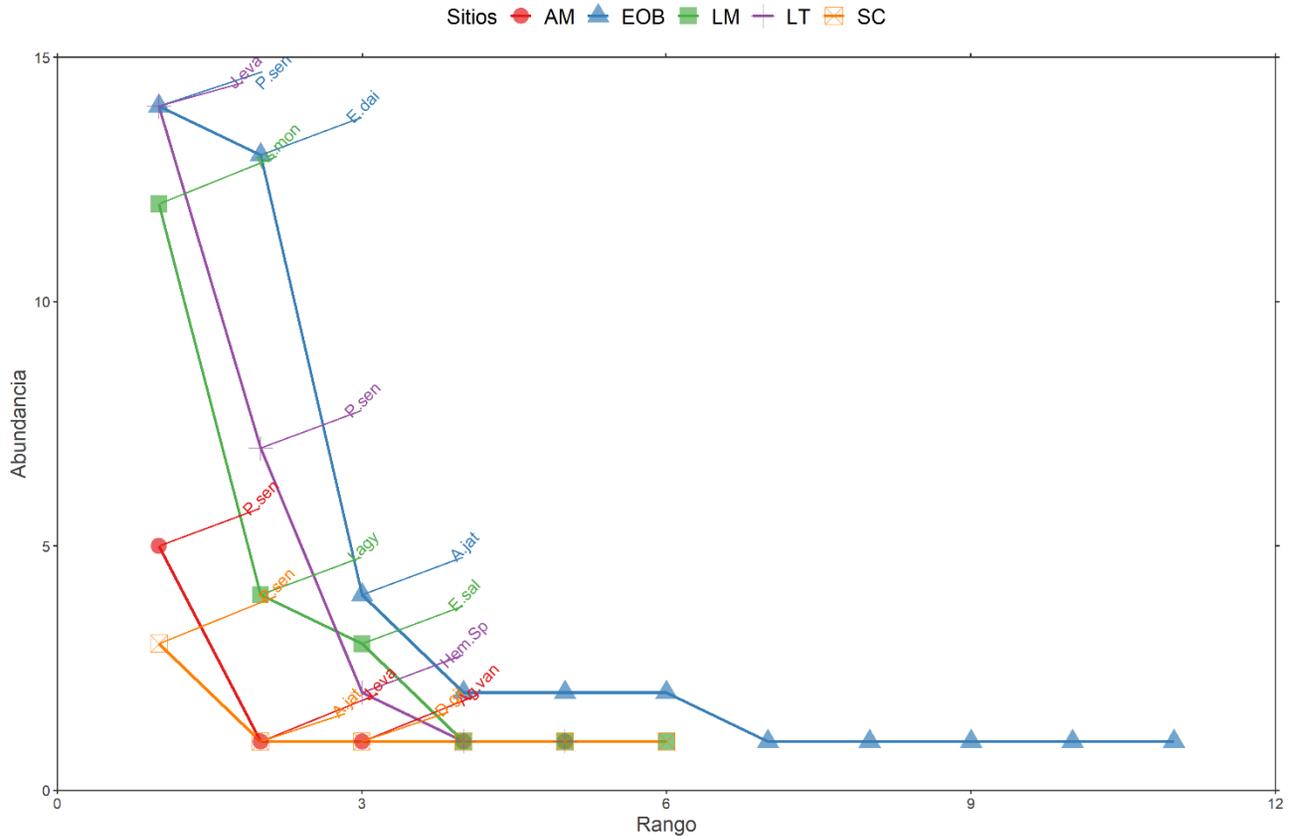


Figura 4. Curvas de abundancia de mariposas no frugívoras para cinco sitios en el sur del departamento del Atlántico. Abreviaturas: Arroyo Mateo (AM), El mirador (LT), El Obispo (EOB); Los mamonos (LM), Santa Cruz (SC). *Junonia evarete* (J. eva), *Phoebis sennae* (P. sen), *Anartia jatrophae* (A. jat), *Eurema daira* (E. dai), *E. salome* (E. sal), *Ascia monuste* (As. mon), *Isapis agyrtus* (I. agy), *Agraulis vanillae* (Ag. van), *Hemiargus* sp. (Hem sp) y *Danaus gilippus* (D. gil).

No se evidenciaron correlaciones significativas entre las abundancias y riqueza de mariposas frugívoras y no frugívoras con las cuatro fenofases evaluadas. Sin embargo, las diversidades $q=1$ y $q=2$ de las mariposas no frugívoras presentaron las mismas correlaciones positivas y significativas con la fenofase BrF (Correlación de Spearman, $rs=0,89$; $p < 0,05$). Adicionalmente, a nivel de especie fueron *Opsiphanes tamarindi* Felder y Felder, 1861, (Correlación de Spearman, $rs=0,57$; $p < 0,05$) y *H. clytemnestra* (Correlación de Spearman, $rs=-0,61$; $p < 0,05$) quienes evidenciaron correlaciones significativas con BrF y Flor, respectivamente. Las ocho mariposas frugívoras restantes no evidenciaron correlaciones significativas con las fenofases (Correlación de Spearman, $rs < 0,35$; $p > 0,05$).

Por otro lado, entre las mariposas no frugívoras, *Anartia jatrophae* Linnaeus, 1763, (Correlación de Spearman, $rs=0,60$; $p < 0,05$) y *Danaus gilippus* Felder y Felder, 1926, (Correlación de

Spearman, $rs=0,60$; valor $p < 0,05$) presentaron correlaciones significativas con la fenofase FV. El resto de las mariposas no evidenciaron correlaciones significativas con las fenofases.

En el ACC para las mariposas frugívoras la varianza explicada entre los dos primeros ejes fue del 72,38 %, el eje 1 con 38,84 % y el eje 2 con 32,54 %. La fenofase BrF fue la que más aportó a la importancia del primer eje, mientras Flor y FM aportaron más en el segundo (tabla 1). Este análisis evidenció que las mayores abundancias de mariposas como *Hermeuptychia hermes* Fabricius, 1775, *Callicore pitheas* Latreille, 1813, *Hamadryas feronia* Linnaeus, 1758 y *H. amphichloe* se relacionaron principalmente con las mayores proporciones de las fenofases FM y Flor. Contrario a *Historis acheronta*, *Hypna clytemnestra* y *M. leucocyana*. Asimismo, *O. tamarindi* y *Cissia pompilia* C. Felder y R. Felder, 1867 que se relacionaron positivamente con las fenofases BrF y FV (figura 5).

Tabla 1. Puntajes de cada variable y porcentaje de varianza explicada en los dos primeros ejes de los Análisis de Correspondencias Canónica (ACC)

aplicados a mariposas frugívoras y no frugívoras. BrF: brotes de fruto, FV: frutos verdes, FM: frutos maduros, Flor: flores abiertas. En negrita las variables con mayores puntajes en cada eje canónico.

Variables	Mariposas frugívoras		Mariposas no frugívoras	
	CCA1	CCA2	CCA1	CCA2
BrF	0,711	-0,328	0,242	0,872
FV	0,450	-0,478	-0,200	0,920
FM	-0,191	-0,739	0,013	-0,270
Flor	0,041	-0,948	-0,553	-0,056
% Varianza explicada	38,84	32,54	33,86	30,54

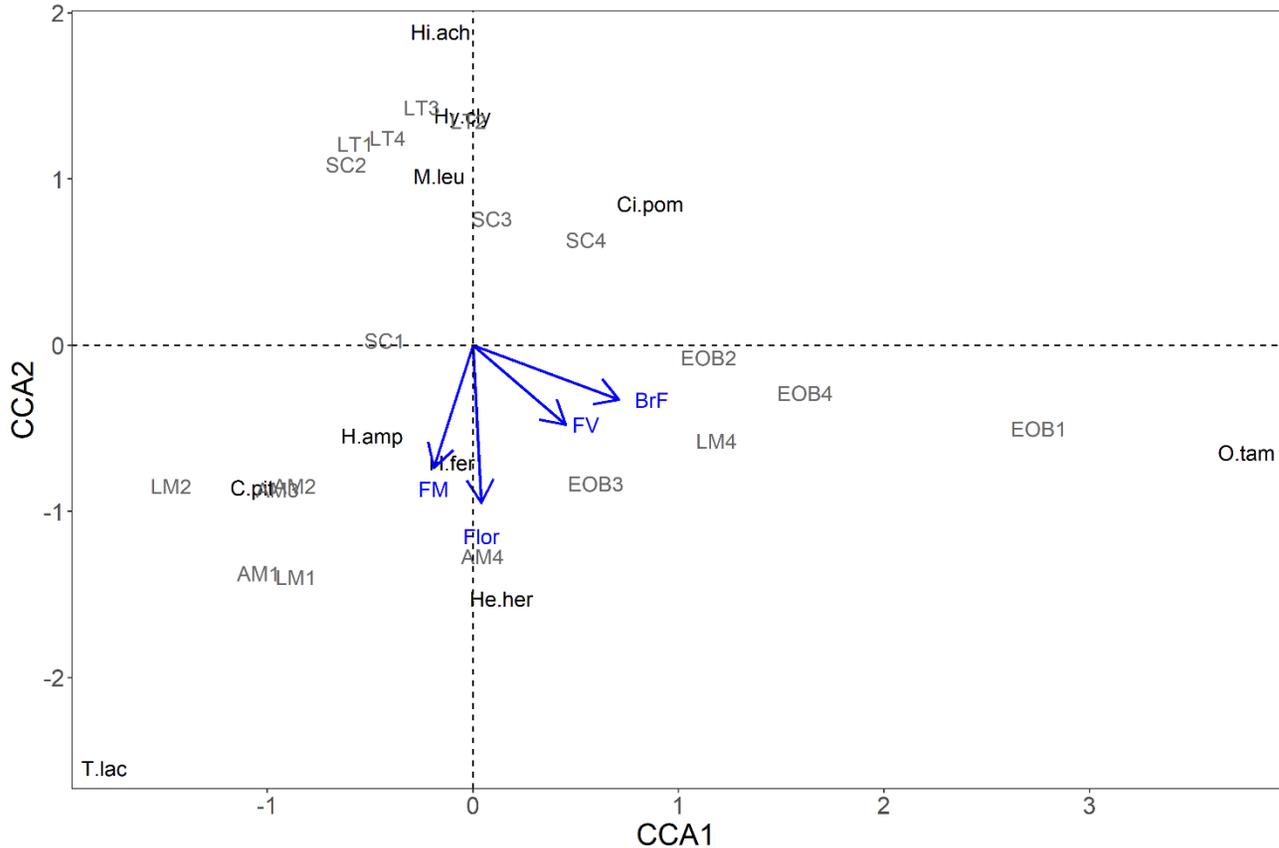


Figura 5. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) realizado entre las abundancias de especies de mariposas frugívoras y las fenofases medidas en cinco sitios en el sur del departamento del Atlántico. Abreviaturas: Arroyo Mateo (AM), El mirador (LT), El Obispo (EOB); Los mamones (LM), Santa Cruz (SC), brotes de fruto (BrF), frutos verdes (FV), frutos maduros (FM), flores (Flor), *Hamadryas amphichloe* (H. amp), *Myscelia leucozyana* (M. leu), *Hermeuptychia hermes* (He. her), *Hamadryas feronia* (H. fer), *Hypna clytemnestra* (Hy. cly), *Taygetis laches* (T. lac), *Cissia pompilia* (Ci. pom), *Callicore pitheas* (C. pit), *Historis acheronta* (Hi. ach) y *Opsiphanes tamarindi* (O. tam).

Para las mariposas no frugívoras, en el ACC la varianza explicada entre los dos primeros ejes fue del 64,4 % (la cual fue relativamente baja), el eje 1 con 33,86 % y el eje 2 con 30,54 %. En este caso, la fenofase Flor fue la que más aportó a la importancia del primer eje. Mientras que FV y BrF, fueron las que más aportaron al segundo eje (tabla 1). Este ACC mostró que *Agraulis vanillae* Linnaeus, 1758, *J. evarete* e *I. agyrtus* se relacionaron principalmente con las mayores proporciones de

la fenofase Flor. A diferencia de las especies *Hemiargus* sp., *Battus polydamas* y *Ascia monuste* que se relacionaron con los menores valores de esta fenofase.

Por otro lado, también indicó que las especies *Calycopis* sp., *Eurema daira* Godart, 1819, *Heliconius erato* Linnaeus, 1758, *Anartia jatrophae*, *Calephelis laverna*, *Danaus gilippus* y *Arawacus lincoides* se relacionaron con altas proporciones de FV y BrF (figura 6).

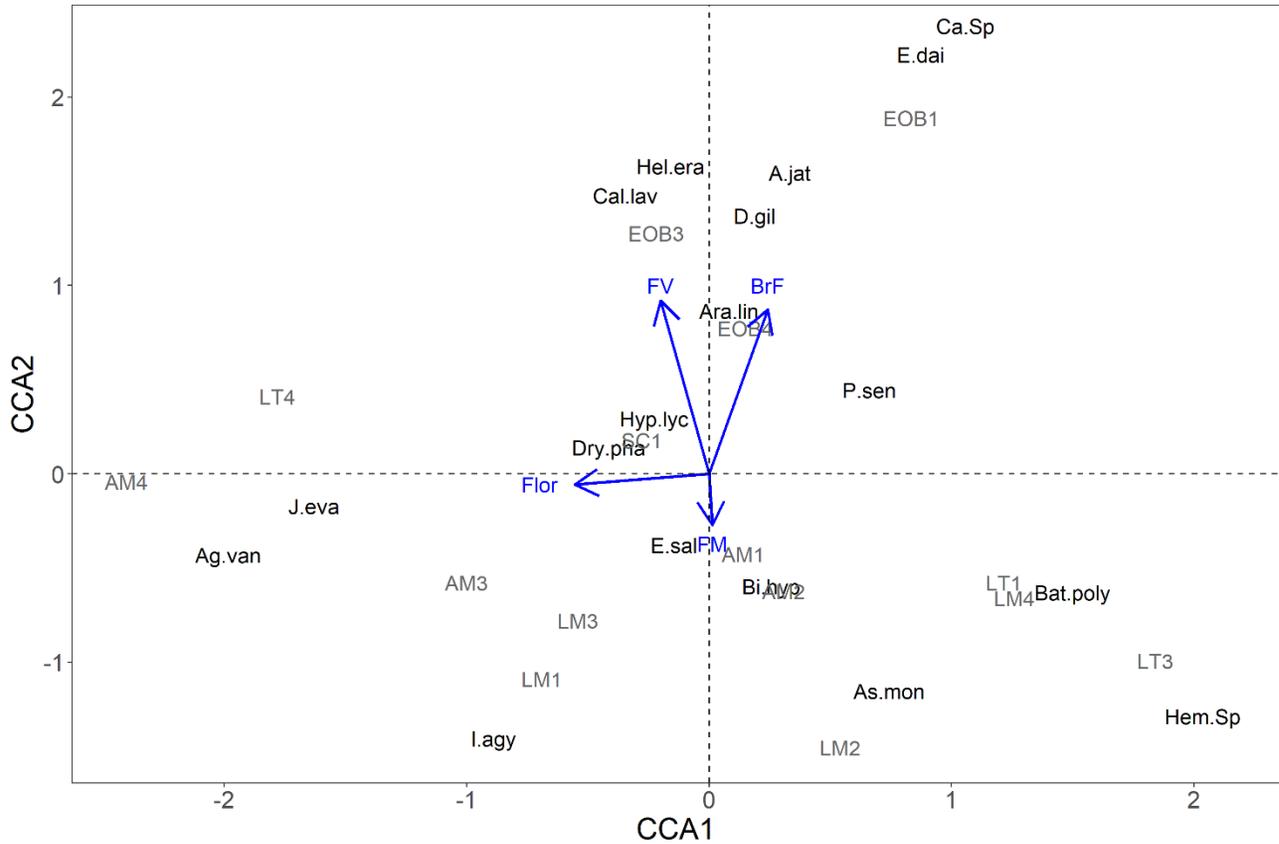


Figura 6. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) realizado entre las abundancias de especies de mariposas no frugívoras y las fenofases medidas en cinco sitios en el sur del departamento del Atlántico. Abreviaturas: Arroyo Mateo (AM), El mirador (LT), El Obispo (EOB); Los mamones (LM), Santa Cruz (SC), brotes de fruto (BrF), frutos verdes (FV), frutos maduros (FM), flores (Flor), *Junonia evarete* (J. eva), *Phoebis sennae* (P. sen), *Anartia jatrophae* (A. jat), *Eurema daira* (E. dai), *E. salome* (E. sal), *Ascia monuste* (As. mon), *Isapis agyrtus* (I. agy), *Agraulis vanillae* (Ag. van), *Hemiargus* sp. (Hem sp), *Danaus gilippus* (D. gil), *Arawacus lincoides* (Ara. lin), *Calycopis* sp. (Ca. Sp), *Heliconius erato* (Hel. era), *Dryadula phaetusa* (Dry. pha), *Hypothesis lycaste* (Hyp. lyc), *Biblis hyperia* (Bi. hyp), *Battus polydamas* (Bat. poly) y *Calephelis laverna* (Cal. lav).

Discusión

La especie *Hamadryas amphichloe* presentó la mayor abundancia de individuos, cuyos hábitos de alimentación son frugívoros, hallazgo que contrasta con trabajos anteriores según la zona del departamento, en los que otras especies de la misma familia corresponden a las más abundantes; hacia el noreste, la especie *C. similis* es registrada como la más abundante (Casis y Charris, 2013), hacia el centro del departamento la especie *M. lysimnia* (Boom-Ureta *et al.*, 2013), hacia el este la especie *H. februa*, correspondiendo al mismo género aquí evaluado, aunque en este último estudio solo se hizo énfasis en la subfamilia Biblidinae, lo que excluye al resto de mariposas (Vargas-Zapata *et al.*, 2015).

Lo anterior evidencia como generalidad que especies de la familia Nymphalidae son las más abundantes. Sin embargo, *P.*

anchises (Papilionidae) fue reportada como la más abundante, cuya área de estudio corresponde a zonas del sur del departamento del Atlántico (Montero *et al.*, 2009), siendo muy cercanas a las áreas del presente trabajo, lo que puede estar relacionado con el uso del suelo, según las especies de mariposas que se encuentren, y es que esta mariposa es considerada común en sitios pocos conservados (Pereira *et al.*, 2017).

La riqueza de especies y las especies comunes y dominantes evidenciaron sus mayores valores en EOB, sitio que dispone de agua corriente y la más alta cobertura vegetal entre los sitios evaluados, características con las que se asocia un alto número de especies en la región (Vargas-Zapata *et al.*, 2011), indicando que las mariposas se pueden movilizar hacia lugares donde se encuentren los recursos que necesiten (Molina-Martínez y León-

Cortés, 2006; Pereira *et al.*, 2017). Los hábitats donde se crean condiciones microclimáticas ideales para especies de mariposas que se albergan en lugares con alta cobertura vegetal, como el caso de sitios los EOB y LM, son de gran utilidad para aquellas mariposas que no toleran la luz solar en grandes cantidades, de manera directa o porque tienen una alta asociación con las especies florísticas arbóreas, arbustivas y palmas, que son fuentes hospederas y alimenticias de larvas y adultos de mariposas (DeVries, 1987; DeVries *et al.*, 2014).

Los sitios en los que se observó menor riqueza o abundancia pueden ser considerados lugares de paso para las mariposas (Pérez, 2008) o es resultado del mayor impacto antrópico observado, como ha sido registrado en otras áreas del departamento (Montero *et al.*, 2009), Un ejemplo es la presencia de *Hermeuptichya hermes*, mayormente representada en AM, cuya presencia es indicadora de perturbación (Pérez, 2008), sitio caracterizado por la presencia de potreros y cultivos. Por su parte, el género *Hypothyris*, que es un grupo que contiene especies típicas de bosques neotropicales, puede alcanzar su máxima diversidad entre los 600 y 1500 msnm (DeVries, 1987), en el presente estudio solo se encontró la especie *H. lycaste* asociada al sitio SC, cuya altitud en la zona municipal no supera los 500 m, lo que explica su baja abundancia, porque en otras zonas ha sido registrada a mayores alturas (Muriel *et al.*, 2011), por lo que cabe resaltar que especies que se encuentran en un solo lugar, representan un grupo valioso de monitoreo específico, o es indicio que estas mariposas están siendo desplazadas (González-Valdivia *et al.*, 2016).

La cantidad de frutos y flores presentaron variaciones entre sitios, aunque solo algunas de las plantas evaluadas evidenciaron las cuatro fenofases registradas. Esto se debe a que algunas plantas pueden disponer frutos y/o flores gran parte del año como respuestas fisiológicas según la estacionalidad temporal (Rangel *et al.*, 1997; Berdugo y Rangel, 2015).

En general, la abundancia de especies de mariposas no frugívoras tuvo una relación directamente proporcional con la disponibilidad de las cuatro fenofases evaluadas. Pero, la abundancia de las mariposas frugívoras solo fue directamente proporcional a la fenofase FV, lo que implica una respuesta potencialmente sincrónica por parte de las mariposas a la disponibilidad de algunos recursos (Henderson *et al.*, 2000), suceso que genera la pregunta ¿qué especies de mariposas tienen sincronía y con cuáles plantas? Se ha registrado que las mariposas muestran tendencia al incremento de su diversidad a mayor calidad de frutos, pero también a la variabilidad de

factores ambientales (Marín-Gómez *et al.*, 2011; Muniz *et al.*, 2012; Peña y Reinoso, 2016), aspectos que pueden ser abordados conjuntamente en trabajos futuros.

Las asociaciones entre la abundancia de las mariposas diurnas con la fenología reproductiva del BST en el departamento del Atlántico presentaron relaciones no lineales, evidenciando que hay fluctuaciones en la diversidad de las mariposas por efecto del comportamiento de la fenología reproductiva de las plantas (Uehara-Prado *et al.*, 2005) Lo anterior implica que especies de mariposas pueden responder a la disponibilidad de los recursos ofrecidos por las plantas, (Ramírez, 2009; Marín-Gómez *et al.*, 2011), lo que lleva a realizar estudios a futuro en los que se pueda evaluar la calidad de los nutrientes tanto de frutos como de flores y cuantificar la disponibilidad de estos recursos en el suelo en los que se incluyan sitios con diversos tipos de hábitats.

Agradecimientos

Este documento es realizado en memoria a Luis Carlos Gutiérrez Moreno, por todo su apoyo de investigación que en vida brindó para que naciera este estudio. A la gobernación del Atlántico por ser parte de la financiación en marco del proyecto regalías: "Estado actual de los recursos hidrobiológicos de las ciénagas del Sur del Atlántico y subregión canal del Dique" código 0103*2013*000009.

Referencias

- Ahumada-C. D., Segovia-Paccini, A., Ortega-Echeverría, C., Andrade-C, M.G. y Navas-S. G. 2019. Extension of geographical distribution of three common species of diurnal butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) from the Colombian Caribbean. *Intropica* 15(1): 55-58. Doi: <https://doi.org/10.21676/23897864.3422>.
- Andrade-C, M.G. 1998. Utilización de las mariposas como bioindicadoras del tipo de hábitat y su biodiversidad en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales* 22(84):407-421.
- Berdugo-L, M.L y Rangel-Ch, J.O. 2015. Composición florística del bosque tropical seco del santuario "Los Besotes" y fenología de especies arbóreas dominantes (Valledupar, Cesar, Colombia). *Colombia Forestal* 18(1):87-103.
- Boom-Ureta, C., Seña-Ramos, L., Vargas-Zapata, M. y Martínez-Hernández, N. 2013. Mariposas Hesperioidea y Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) en un fragmento de bosque seco tropical, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Historia Natural* 17 (1):149-167.

- Boyle, W.A. y Bronstein, J.L. 2012. Phenology of tropical understory trees: patterns and correlates. *Revista de Biología Tropical* 60 (4): 1415-1430. Doi: <https://doi.org/10.15517/rbt.v60i4.2050>.
- Brown, K.S. 1991. Conservation of Neotropical environments: insects as indicators: 349-404. En N.M. Collins Thomas, y J.A. (Editor). *The conservation of insects and their habitats. Royal Entomological Society Symposium XV*. Academic Press, London.
- Casis, A. y Charris, A. 2013. Ensamblajes de lepidopteros (Superfamilia Papilionoidea) Asociados a eventos fenológicos de la vegetación y aspectos climáticos en dos localidades de la ribera del Rio Magdalena, departamento del Atlántico (Colombia). Tesis de Pregrado. Atlántico: Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Atlántico. Barranquilla, Colombia.
- Chacón, I. y Montero, J. 2007. *Mariposas de Costa Rica*. Editorial INBIO, San José de Costa Rica.
- Corporación Autónoma Regional del Caribe, CRA. 2007. *Documentación del estado de las cuencas hidrográficas en el Departamento del Atlántico*. Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Caribe, CRA. 2012. *Diagnóstico ambiental y estrategias de rehabilitación de la ciénaga Luruaco, Atlántico*. Colombia.
- DeVries, P.J. 1987. *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae*. Princeton: University Press, San José de Costa Rica.
- Devries, P.J. 1997. *The Butterflies of Costa Rica and their Natural History Vol II: Riodinidae*. Princeton: Princeton University Press.
- DeVries, P.J., Alexander, L.G., Chacon I.A. y Fordyce, J.A. 2012. Similarity and difference among rainforest fruit-feeding butterfly communities in Central and South America. *Journal of Animal Ecology* 81: 472-482. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2011.01922.x>.
- Fagua, G. 1996. Comunidad de mariposas y artropofauna asociada con el suelo de tres tipos de vegetación de la Serranía de Taraira (Vaupés, Colombia). Una prueba del uso de mariposas como bioindicadores. *Revista Colombiana de Entomología* 22(3): 143-152. Doi: <https://doi.org/10.25100/socolen.v22i3.9941>.
- Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34:487-515. Doi: <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24(4):422-423.
- González-Valdivia, N.A., Pozo, C., Ochoa-Gaona, S., Gordon-Ferguson, B., Cambranis, E. Lara, O., Pérez-Hernández, I., Ponce-Mendoza A. y Kampichler, C. 2016. Nymphalidae frugívoras (Lepidoptera: Papilionoidea) asociadas a un ecosistema agropecuario y de bosque tropical lluvioso en un paisaje del sureste de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:451-464. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.04.003>.
- Henderson, A., Fischer, B., Scariot, A., Whitaker Pacheco M.A. y Pardini R. 2000. Flowering phenology of a palm community in a central Amazon Forest. *Brittonia* 52(2):149-159. Doi: <https://doi.org/10.2307/2666506>.
- Heppner, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera* 2(1):1-85.
- Huxley, P.A. 1983. Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry systems. En: Huxley P.A. Editores. *Plant research and agroforestry*. ICRAF, Nairobi.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, IAvH. 1998. El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia. Colombia.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113(2):363-375. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. Butterflies as indicators. *Ecological Applications* 2:203-217. Doi: <https://doi.org/10.2307/1941776>.
- Le Crom, J. F., Constantino, L.M. y Salazar-E., J.A. 2004. Pieridae. Colombia. En: Martín-Piera, F.J.J. y Melic, A. Editores. *Mariposas de Colombia. Tomo II*. Monografías Tercer Milenio SEA, Zaragoza.
- Leingärtner, A., KraussIngolf, J. y Dewenter, I. 2014. Species richness and trait composition of butterfly assemblages change along an altitudinal gradient. *Oecologia* 175(2):613-23. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00442-014-2917-7>.
- Marín-Gómez, O.H., García, C.R., Gómez, M.W. y Pinzon, L.W. 2011. Diversidad de mariposas y su relación con la fenología reproductiva de *Inga ornata* kunth (Mimosoidae) en un agroecosistema ganadero del Quindío, Colombia. *Boletín Científico del Museo De Historia Natural* 15(2):105-108.

- Molina-Martínez, A. y León-Cortés, J.L. 2006. Movilidad y especialización ecológica como variables que afectan la abundancia y distribución de lepidópteros papilionidos en el Sumidero, Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana* 22(3):29-52. Doi: <https://doi.org/10.21829/azm.2006.2232022>.
- Montero, A.F., Moreno, P.M. y Gutiérrez, L.C. 2009. Mariposas (Lepidoptera Hesperioidea y Papilionoidea) Asociadas a fragmentos de Bosque Seco Tropical en el Departamento del Atlántico, Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural, Universidad de Caldas* 13(2):157-173.
- Mooney, H.A., Bjorkman, O., Hall, A.E., Medina E. y Tomlinson, P.B. 1980. The study of physiological ecology of tropical-current status and needs. *Bioscience* 30:22-26. Doi: <https://doi.org/10.2307/1308067>.
- Muniz, D.G., Freitas, A.V. y Oliveira, P.S. 2012. Phenological relationships of *Eunica bechina* (Lepidoptera: Nymphalidae) and its host plant, *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae), in a Neotropical savanna. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 47(2): 111-118. Doi: <https://doi.org/10.1080/01650521.2012.698932>.
- Muriel, S.B., Montoya, J., Restrepo, A. y Muñoz J. 2011. Nuevos registros de plantas hospederas y disponibilidad de recursos para mariposas *Ithomiini* (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae), en agroecosistemas de café colombianos. *Actualidades Biológicas* 33(95): 275-285.
- Neild, F.E. 1991. *The butterflies of Venezuela, Part 1: Nymphalidae* (Limenitidae, Apaturidae, Charaxinae) Greenwich. London.
- Peña, J.M y Reinoso, G. 2016. Mariposas diurnas de tres fragmentos de bosque seco tropical del alto valle del Magdalena. Tolima-Colombia. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias* 28:57-66.
- Pereira-Martins, L., Araujo-Junior, E., Pereira-Martins, A.R., Duarte, M. y Garcia-Azevedo, G. 2017. Species fruit diversity and community structure of -feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) in an eastern amazonian forest. *Papéis Avulsos de Zoologia* 57(38): 481-489. Doi: <https://doi.org/10.11606/0031-1049.2017.57.38>.
- Pérez, G.O. 2008. Evaluación de la biodiversidad de mariposas diurnas presentes en sistemas agroforestales modernos con café en el Corredor Biológico Volcánica Central-Talamanca, Costa Rica. Tesis de Maestría. Turrialba-Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, San José de Costa Rica.
- Ramírez, N. 2009. Correlaciones entre la fenología reproductiva de la vegetación y variables climáticas en los altos Llanos Centrales Venezolanos. *Acta botánica de Venezuela* 32(2):333-362.
- Rangel-Ch, J.O. 2015. La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias. Exactas, Físicas y Naturales* 39(151):176-200. Doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.136>.
- Rangel-Ch, J.O., Lowy-C, P.D. y Aguilar-P, M. 1997. Distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. Aproximación inicial. En: Rangel-Ch, J.O., Lowy-C, P.D. y Aguilar-P, M. Editores. *Diversidad Biótica* II. Tipos de Vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de hidrología, Meteorología y estudios Ambientales (IDEAM)-Ministerio del Medio Ambiente, Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico-CINDEC.U.N, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá D.C.
- Uehara-Prado, M., Brown Jr, S.K. y Lucci-Freitas. A.V. 2005. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the South Brazilian Atlantic Forest. *Journal of the Lepidopterists' Society* 59(2):96-106.
- Vargas-Zapata, M.A., Martínez, N.J., Gutiérrez, L. y Prince, S. 2011. Riqueza y abundancia de Hesperoidea y Papilionoidea (Lepidoptera) en la Reserva Natural Las Delicias, Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 16(1):43-60.
- Vargas-Zapata, M.A, Boom-Urueta, C.J., Señal-Ramos, L.I., Echeverry-Iglesias, A.L. y Martínez-Hernández, N.J. 2015. Composición vegetal, preferencias alimenticias y abundancia de Biblidinae (Lepidoptera: Nymphalidae) en un fragmento de bosque seco tropical en el departamento del Atlántico, Colombia. *Acta biológica colombiana* 20(3):79-92. Doi: <https://doi.org/10.15446/abc.v20n3.42545>.
- Vélez, J. y Salazar-E., J.A. 1991. *Mariposas de Colombia*. Editorial Villegas, Bogotá D.C.
- Wheatley, C.J., Beale, C.M., Bradbury, R.B., Pearce-Higgins, J.W. Critchlow, R. y Thomas, C.D. 2017. Climate change vulnerability for species-Assessing the assessments. *Global Change Biology* 23: 3704-3715. Doi: <https://doi.org/10.1111/gcb.13759>.
- Williams, L. y Meave, J. 2002. Patrones Fenológicos. En: Guariguata, M. y G. Kattan. Editores. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Cartago.
- Wolff, M.E. 2006. *Insectos de Colombia; guía básica de familias*. Editorial Multitempos, Medellín.