



**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA**  
**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**



**“Polillas Geometridae de la isla Barro Colorado: 15 años de monitoreo,  
diversidad y estado poblacional.”**

**Elaborado por:**

**Eduardo Alonso Navarro Valencia    C. I. P.: 9-752-1133**

**Trabajo de grado para optar por el título  
de Licenciatura en Biología con  
Orientación en Biología Ambiental**

**II Semestre , 2024**

TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

***"Polillas Geometridae de la isla Barro Colorado: 15 años de monitoreo, diversidad y estado poblacional."***

Por:

**Eduardo Navarro C.I.P: 9-752-1133:** \_\_\_\_\_

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Biología Ambiental.

**Dr. Yves Basset** \_\_\_\_\_

**Dr. Enrique Medianero** \_\_\_\_\_

**M.Sc. Profesor Roberto A. Cambra** \_\_\_\_\_

## Dedicatoria

Le dedico este trabajo a; mis papas, Alonso y Carolina; a mis hermanos, Alonso, Carolina y Vicente; a mi novia Yamileth, que siempre estuvieron para mí y me apoyaron incondicionalmente.

## Agradecimientos

Primero que todo agradezco el invaluable e incondicional apoyo del Dr. Yves Basset durante toda mi carrera de biología y durante la elaboración de esta tesis.

Agradezco también el apoyo del Profesor Enrique Medianero y el Profesor Roberto Cambra por la asesoría y correcciones en el trabajo. Agradezco también al Dr. Greg Lamarre como asesor externo y que me ayudo a plantear la idea inicial de que produjo esta tesis. Igualmente agradezco muchísimo al Dr. Daniel Souto-Vilaros que brindo apoyo para los análisis, interpretaciones y diseño del proyecto.

Agradezco a todos mis compañeros de la universidad que estuvieron conmigo todos estos años, principalmente a Braulio, Carlos, Carlos, Isabel Y Kiosay. E igualmente a los muchos profesores que me tope en la carrera y me ayudaron a formarme como biólogo.

Agradezco a mis queridos amigos, aquellos que conocí en la escuela, el colegio o por la vida, que me ofrecieron momentos de alegría, distracción y sus buenos oídos para escucharme hablar de la universidad.

Y agradezco mucho al antiguo programa de pasantías STRI-SENACYT, que sin su apoyo no hubiera podido realizar la pasantía que me abrió muchas oportunidades, entre ellas las de desarrollar este proyecto de tesis.

## Índice General

Capítulo 1:Marco Teórico. ....	1
Introducción .....	1
Justificación del trabajo:.....	5
Objetivo general:.....	5
Objetivos específicos: .....	6
Alcance del trabajo:.....	6
Marco Teórico.....	7
Polillas .....	7
Geometridae .....	7
Diversidad de Geometridae en Panamá. ....	8
Listado de Especies .....	9
Monitoreo de Insectos tropicales .....	9
Capítulo 2: Marco Metodológico.....	11
Área de colecta.....	11
Metodología de colección .....	11
Identificación de muestras .....	13
Obtención de material genético .....	16
Medidas morfométricas .....	17
Manejo y análisis de datos. ....	17
Modelos Poblacionales .....	18
Capítulo 3: Resultados. ....	20

Resultados de 15 años de monitoreo .....	20
Diversidad.....	20
Listado de especies.....	21
Modelos poblacionales de 53 especies .....	23
Capítulo 4: Discusión. ....	34
La diversidad de polillas Geometridae en Barro Colorado.....	34
Dinámicas poblacionales.....	35
Conclusiones .....	38
Recomendaciones.....	40
Referencias bibliográficas .....	41

### Índice de Cuadros

Tabla 1 Nombre, localización y coordenadas geográficas de los 10 sitios de captura de las trampas de luz del PASTRI .....	14
Tabla 2 Fuentes para la identificación de polillas Geometridae, usadas por cercanía geográfica y disposición de placas o imágenes.....	15
Tabla 3 Influencia de las variables ambientales sobre las poblaciones de polillas Geometridae .....	25
Tabla 4 Listado sinóptico de las especies de polillas Geometridae registradas durante 15 años de monitoreo de artrópodos en la isla de Barro Colorado. Especies con (*) en la casilla de abundancia fueron seleccionadas para los análisis de dinámica poblacional (53 especies) .....	55

## Índice de Figuras

Figura 1 Ejemplo de la trampa de luz encendida en la parcela de 50ha de la isla de Barro Colorado.....	12
Figura 2 Localización de las 10 trampas de luz. ....	13
Figura 3 Ilustración del proceso de la preparación de los platos para la colocación del material biológico.....	16
Figura 4 Rarefacción según <i>iNEXT</i> , estimando la diversidad de especies para el monitoreo del PASTRI en 320 especies. ....	21
Figura 5 Distribución de la riqueza de especies en cada tribu. Se aprecia como la tribu Ennomini y Cyllopodni en compensan la mayoría de la abundancia.....	22
Figura 6 Ejemplo de tendencias poblacionales en decrecimiento( <i>Cimicodes</i> sp1YB near albicosta), estables ( <i>Eusarca</i> YB06Pn) e incremento ( <i>Semaepopus caparonensis</i> ). .....	23
Figura 7 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el modelo de año y meses de colecta .....	26
Figura 8 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el modelo de año y lluvia (mm) .....	27
Figura 9 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el modelo del año y temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial (SST).....	28
Figura 10 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura máxima en el bosque a 1 metro de altura .....	29
Figura 11 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura mínima en el bosque a 1 metro de altura .....	30

Figura 12 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura máxima en el claro.....	31
Figura 13 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura mínima en el claro.....	32
Figura 14 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y la radiación solar total. ....	33
Figura 15 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Betulodes matharma</i> YB01Pn.....	72
Figura 16 Modelo poblacional de año y mes de <i>Epimecis conjugaria</i> .....	72
Figura 17 Modelo poblacional de año y mes de <i>Eusarca nemora</i> .....	72
Figura 18 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Glena</i> Janzen05 ...	72
Figura 19 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Hymenomima memor</i> DHJ01 .....	72
Figura 20 Modelo poblacional de año y mes de <i>Leucula festiva</i> .....	72
Figura 21 Modelo poblacional de año y mes de <i>Macaria approximaria</i> .....	72
Figura 22 Modelo poblacional de año y mes de <i>Macaria perpendiculata</i> .....	72
Figura 23 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Opisthoxia</i> sp1YB.	73
Figura 24 Modelo poblacional de año y mes de <i>Oxydia vesulia</i> .....	73
Figura 25 Modelo poblacional de año y mes de <i>Oxydia apidania</i> .....	73
Figura 26 Modelo poblacional de año y mes de <i>Palyas pallicosta</i> .....	73
Figura 27 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Paragonia cruraria</i> DHJ02 .....	73
Figura 28 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie de <i>Paragonia cruraria</i> DHJ06.....	73
Figura 29 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Parilexia</i> sp5YB ....	73

Figura 30 Modelo poblacional de año y mes de <i>Patalene hamulata</i> .....	73
Figura 31 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Patalene</i> YB04Pn .	74
Figura 32 Modelo poblacional de año y mes de <i>Patalene aenetusaria</i> .....	74
Figura 33 Modelo poblacional de año y mes de <i>Perigramma repetita</i> .....	74
Figura 34 Modelo poblacional de año y mes de <i>Physocleora pauper</i> .....	74
Figura 35 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Physocleora</i> YB36Pn .....	74
Figura 36 Modelo poblacional de año y mes de <i>Pyrinia helvaria</i> .....	74
Figura 37 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Pyrinia</i> sp4YBnearbutnotitunaria.....	74
Figura 38 Modelo poblacional de año y mes de <i>Rhomboptila brantsiata</i> .....	74
Figura 39 Modelo poblacional de año y mes de <i>Sphacelodes vulneraria</i> .....	75
Figura 40 Modelo poblacional de año y mes de <i>Thysanopyga amarantha</i> .....	75
Figura 41 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Trotopera</i> oliviferaYB01Pa .....	75
Figura 42 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Chloropteryx</i> BioLep03 .....	75
Figura 43 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Dyspteris</i> Janzen02 .....	75
Figura 44 Modelo poblacional de año y mes de <i>Nemoria scriptaria</i> .....	75
Figura 45 Modelo poblacional de año y mes de <i>Oospila confluaria</i> .....	75
Figura 46 Modelo poblacional de año y mes de <i>Oospila confundaria</i> .....	75
Figura 47 Modelo poblacional de año y mes de <i>Phrudocentra pupillata</i> .....	76
Figura 48 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Phrudocentra</i> sp10YB .....	76

Figura 49 Modelo poblacional de año y mes de <i>Synchlora gerularia</i> .....	76
Figura 50 Modelo poblacional de año y mes de <i>Synchlora pulchrifimbria</i> .....	76
Figura 51 Modelo poblacional de año y mes de <i>Eois undulosata</i> .....	76
Figura 52 Modelo poblacional de año y mes de <i>Eubaphe conformis</i> .....	76
Figura 53 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Eupithecia</i> sp1YB .	76
Figura 54 Modelo poblacional de año y mes de <i>Cyclophora urcearia</i> .....	76
Figura 55 Modelo poblacional de año y mes de <i>Hemipterodes rotundata</i> .....	77
Figura 56 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Idaea</i> subfervensDHJ01.....	77
Figura 57 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Semaeopus</i> sp2YBnearfulvescens .....	77
Figura 58 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Semaeopus</i> fulvescensDHJ01 .....	77
Figura 59 Modelo poblacional de año y mes de <i>Semaeopus peplumaria</i> .....	77
Figura 60 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Semaeopus</i> sp9YB77	
Figura 61 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Semaeopus</i> sp17YB .....	77
Figura 62 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Semaeopus</i> sp20YB .....	77
Figura 63 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie Sterrhinae unknown genus sp1YB.....	78
Figura 64 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie <i>Tricentra</i> sp1YB....	78

## Resumen

Las polillas de la familia Geometridae son increíblemente diversas en biodiversidad y en ecología, que mundialmente presenta más de 25000 especies, desde defoliadores hasta polinizadores. Sin embargo, la diversidad de estas polillas y sus poblaciones son realmente desconocidas para el neotrópico, y en específico para Panamá, donde hasta el momento no hay listados de especies nacionales o parciales de la diversidad de Geometridae. Utilizando los datos de trampas de luz, colocadas 4 veces al año en la isla de Barro Colorado por el programa de artrópodos del STRI, este estudio tiene como objetivo entender la dinámica poblacional de estas polillas. Para este fin, se analizaron datos de 15 años de colecta para 53 morfoespecies monitoreadas usando modelos bayesianos. Así mismo, se utilizaron algoritmos de rarefacción para determinar la diversidad estimada junto a revisiones taxonómicas para la región. Se han encontrado en la isla de Barro Colorado 270 morfoespecies de polillas Geometridae, estas fueron listadas por subfamilia y tribu, siendo el primer listado de estas para el país. Según la rarefacción se estiman 320 especies, pero con una cobertura de muestreo de 98% se conoce muy bien la diversidad de este grupo en la isla. Los análisis poblacionales nos muestran poblaciones en crecimiento para la gran mayoría de las polillas, excepto tres especies, estos resultados son similares si incluimos covariables ambientales. Es posible que las poblaciones estén mayormente en crecimiento debido al aislamiento de factores negativos y un pequeño efecto positivo del aumento de lluvias y temperaturas pero se necesita más investigación al respecto.

# Capítulo 1:Marco Teórico.

## Introducción

De todos los grupos taxonómicos de animales que existen, los insectos son sin lugar a duda el más numeroso (Stork, 2018). Se puede incluso debatir que son de los grupos con una mayor diversidad morfológica y ecológica, manifestando así su larga historia evolutiva, plagada de procesos adaptativos reflejados en formas, comportamientos e incluso su distribución cosmopolita.

Los lepidópteros, polillas y mariposas, están entre los grupos más numerosos y vistosos (Nieukerken et al., 2011); con mayor interés, social y económico (Duffus et al., 2021); o de interés científico y académico (Rajaei et al., 2022). Estos insectos cuentan con alrededor del 15.52% especies descritas por la ciencia, estando entre los 4 órdenes de insectos más grandes incluyendo: dípteros con el 15.34% de especies, himenópteros con 11.53% de especies y coleópteros con 38.12% especies, este último siendo el grupo taxonómico más diverso del planeta (Stork, 2018).

Para Panamá, sin embargo, la cantidad total de especies de lepidópteros presentes no se conoce en su totalidad, esto debido principalmente a diferentes dificultades entre las cuales se puede mencionar; gran nivel de biodiversidad del país; la falta de presupuesto para ciencia básica incluyendo falta de colecciones de muestras, pocos fondos para museos y colecciones, poco personal capacitado para cubrir la gran diversidad de especies, entre otros (Marquínez, 2024).

A pesar de esto, hay diferentes grupos taxonómicos de lepidópteros que son conocidos tanto para el país, como para la región, como son por ejemplo las mariposas (Rhopalocera) (Valdés et al., 2023), las polillas de la seda (Saturniidae) (Basset et al., 2017) y las micro polillas Helechiidae (Chang et al., 2021), pero estas son un porcentaje bajo de las más de 120 familias (Nieukerken et al., 2011) que hay en el orden Lepidoptera.

El conocimiento de la diversidad de especies, en especial de insectos, actualmente es de una importancia mucho mayor que en la era de Humboldt, Darwin o Wallace, esto debido a los efectos causados por el desarrollo humano en los últimos años y en gran parte causando lo que se conoce hoy en día como la sexta gran extinción de especies, el proceso de extinción del Holoceno (Wagner et al., 2021). Esta extinción se atribuye a un gran número de factores como: el cambio climático acelerado, el desarrollo humano, pérdida de hábitats, uso de insecticidas, caza y tala ilegal, la contaminación lumínica, entre muchos otros (Wagner et al. 2021b). Todos estos procesos están causando que los ritmos de extinción sean tan acelerados que, en este momento, se extinguen especies sin siquiera ser reconocidas por la ciencia (Liu et al., 2022). Estos riesgos sumados a que los insectos son un grupo de organismos proporcionalmente poco estudiados por la ciencia, hacen que el estudio de su diversidad y sus poblaciones sea de suma importancia, ya que se desconocen los efectos de las múltiples amenazas (como el cambio climático) que enfrentan.

En 2009 surge dentro del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales (STRI) El Programa de Artrópodos del STRI (PASTRI) (Lamarre et al., 2020), que dentro de sus diversos objetivos está el estudiar poblaciones de especies focales de artrópodos, para explorar como estas se estarían viendo afectadas por los efectos del cambio climático (Basset et al., 2017).

Entre las familias de lepidópteros estudiadas por el PASTRI, se encuentra la familia Geometridae, descrita por William Elford Leach en 1815, conocida generalmente por el movimiento curioso de sus orugas que se asemeja a la medición por medio de palmos (extendiendo la mano y luego juntando el dedo pulgar con el meñique). Esta familia cuenta con una altísima diversidad de especies, con más de 25,000 especies descritas a la fecha (Rajaei et al., 2022).

La presente investigación busca fungir como una base fundamental para conocer la diversidad de polillas Geometridae de la isla Barro Colorado; ser un punto de partida para el estudio de estas polillas dentro del país; y finalmente explorar los datos

poblaciones colectados por el PASTRI en los últimos 15 años para esta familia y explorar el efecto de diversos factores climáticos sobre su dinámica poblacional.

En Panamá, aún hay un considerable número de grupos taxonómicos de insectos cuyo listado es inexistente o debe ser actualizado, salvo algunas excepciones a nivel familia, orden o regiones específicas (Cambra et al., 2018, 2023; González Chavarria & Hernández Sanjur, 2020; Chang et al., 2021; Garay et al., 2022;; Cornejo et al., 2024), y algunos libros y monografías (Quintero & Aiello, 1992; Ratcliffe, 2003; Roubik & Hanson, 2004) que trabajaron diversos grupos. Aún hay considerables grupos taxonómicos de insectos en Panamá de los cuales el listado de especie debe ser actualizado o debe ser publicado por primera vez, al igual que regiones de estudio que deberían contar con un listado de especies. Para la isla de Barro Colorado, uno de los bosques tropicales más estudiados del mundo, listados de especies podrían servir de mucha ayuda, pero aún no hay ninguna publicación o listado para la familia Geometridae.

Para añadir una dimensión más de complejidad y valor a la lista de especies, es posible usar las herramientas genéticas para la identificación de especies. Con el surgimiento de tecnologías genéticas más accesibles, y de tecnologías como el código de barras (DNA Barcode) (Hebert et al., 2003; Ratnasingham & Hebert, 2007), el uso de métodos genéticos pueden ayudar a la determinación e identificación de especies o especies crípticas, apoyándose en la creación de códigos interinos tipo el "BIN" (Barcode Index Number (Ratnasingham & Hebert, 2013)). Estos códigos permiten la delimitación interina de especies hasta su eventual descripción (Nadler & León, 2011; Struck et al., 2018).

El paso final para entender las poblaciones de polillas Geometridae, sería elaborar líneas de tiempo de las poblaciones de especies. Las líneas de tiempo de poblaciones son útiles para estudiar la dinámica poblacional de la fauna, usadas abundantemente para el estudio de insectos en el norte global (Forister et al., 2023). Sin embargo, para los trópicos son más escasas, debido a la alta diversidad de insectos y el esfuerzo de colección de datos a largo plazo. El PASTRI luego de 15 años cuenta con una cantidad

considerable de datos temporales para realizar líneas de tiempo de sus grupos focales. Hasta este momento, algunos datos relativos a estas líneas de tiempo ya han sido publicados (Basset et al., 2017, 2023; Lamarre et al., 2022).

## Justificación del trabajo:

Conocer la diversidad de especies de insectos, más durante este “insectoapocalipsis”, es de primera importancia para saber cuáles y en qué cantidad, estas especies se están viendo afectadas por los efectos del cambio climático, pérdida de hábitat u otros factores que influyan sus poblaciones (Wagner et al., 2021). Este primer paso de reconocer la biodiversidad ya sea por listado de especies o por uso de morfoespecies, puede entonces dar paso a un estudio de las dinámicas de poblaciones en el tiempo. Estos análisis son vitales para poder comprender, primero el estado de las poblaciones y su dinámica actual, y segundo como estas pueden estar afectadas por su ambiente directo.

Por medio de listado de especies para reconocer la diversidad directa de un área, el uso de filogenias para tener una idea más profunda de las relaciones genéticas y evolutivas, y análisis estadísticos para investigar las dinámicas poblacionales de Geometridae en la isla Barro Colorado a través del tiempo que nos permite explorar como estas especies se han visto afectadas a nivel poblacional, filogenético o de grupos funcionales y sus posibles implicaciones ecológicas.

Pregunta de Investigación: Cómo ha influido el cambio climático en la diversidad y abundancia de las poblaciones de polillas de la familia Geometridae en la isla de Barro Colorado a lo largo de los últimos 15 años?

Hipótesis: Después de 15 años (2009–2023) de monitoreo de polillas Geometridae en la isla de Barro Colorado, se espera que una proporción significativa de la riqueza de especies presentes y su relación filogenética están adecuadamente representadas en las muestras recolectadas, por lo cual es posible evaluar el estado de sus poblaciones y los efectos del cambio climático sobre estas.

## Objetivo general:

Desarrollar una lista de especies y un análisis estadístico poblacional de las polillas de la familia Geometridae en la isla de Barro Colorado.

## Objetivos específicos:

- Identificar las especies y morfoespecies de polillas Geometridae de la isla de Barro Colorado.
- Analizar los patrones de las poblaciones de Geometridae de la isla de Barro Colorado usando datos poblacionales y ambientales.

## Alcance del trabajo:

Para este proyecto de tesis se espera hacer una revisión de los especímenes de polillas Geometridae pertenecientes a la colección de artrópodos del PASTRI. Realizar una comprobación de la taxonomía para especies presentes e identificación de especímenes usando tanto herramientas en la literatura como datos genéticos. Para la realización de los modelos poblacionales, e incrementar la fidelidad de estos, se usarán los datos de abundancia para aquellas especies que registren una cantidad igual o mayor al número de replicas temporales del muestreo (abundancia mayor a 60, ver métodos) y se usarán los datos publicados por el Instituto Smithsonian de las condiciones ambientales en la isla Barro Colorado.

## Marco Teórico

### Polillas

Las polillas o mariposas nocturnas son un grupo artificial parafilético (un grupo filogénico que no incluye todos los descendientes de un ancestro común) dentro del orden Lepidoptera, denominando Heterocero, que engloba a todos los lepidópteros nocturnos. Dentro de este grupo se encuentran más de 135000 especies descritas (Heppner, 2008) y se caracterizan por ser lepidópteros que, como el nombre indica, tienen hábitos nocturnos (con ciertas excepciones). La diversidad en morfología es extremadamente alta; los tamaños varían de un par de milímetros a incluso más de 25 centímetros de largo de ala a ala (Beck et al., 2017); las formas y tamaños de las antenas también varían mucho dentro de este grupo. Generalmente presentan patrones de colores opacos, que contrastan con los brillantes patrones de colores de las mariposas.

Los lepidópteros son holometábolos, es decir pasan por un proceso completo de metamorfosis caracterizado por cuatro estadios: huevo, larva, pupa y adulto. Las polillas son de gran interés desde el punto de vista ecológico, económico y social. Las larvas, también denominadas orugas, pueden ser generalistas o especialistas, estas estrategias varían de especie a especie. De igual forma las larvas de polillas juegan un papel crucial en la dieta de muchos animales insectívoros (Wagner & Hoyt, 2022). Muchos adultos son polinizadores, siendo incluso considerados parte importante de la redes de transferencia de polen (Singh et al., 2022)

### Geometridae

Es una familia lepidópteros nocturnos cuyo nombre deriva del griego *geo* y *metron* que significan respectivamente tierra y medida, esto debido al movimiento característico de las larvas de Geometridae en forma de contracción como si se midiera por palmos. Son polillas de tamaño pequeño a mediano, distribuidas de forma cosmopolita por todo el mundo excluyendo el continente de Antártica. Los adultos se distinguen por la

forma de reposar sus alas, extendidas, a diferencia de otras polillas nocturnas que las doblan sobre su abdomen o contraen las alas anteriores sobre las posteriores. Además de esto sus alas tienen una forma triangular que las distingue de otras polillas con alas más ovaladas u oblicuas (McLeod, 2004).

Las Geometridae son altamente diversas, calculándose más de 24000 especies descritas hasta la fecha (Murillo-Ramos et al., 2019). Son un grupo considerado monofilético, es decir que todos los descendientes de un ancestro común están incluidos dentro de mismo árbol filogénico, esto se valida por ciertos caracteres morfológicos como lo son la presencia de un par de órganos timpánicos en el abdomen que se abren hacia la parte delantera del esternito 1 y 2 (Cook & Scoble, 1992).

La taxonomía y sistemática dentro del grupo es aún un caso en proceso, pero que está siendo activamente trabajado y estudiado, especialmente en el neotrópico (Abraham et al., 2001; Sihvonen et al., 2011; Murillo-Ramos et al., 2019; Brehm, Murillo-Ramos, et al., 2019; Murillo-Ramos, Friedrich, et al., 2021; Murillo-Ramos et al., 2023), para los fines de este trabajo, la publicación de Rajaei et al., (2022) será usada como marco de referencia taxonómica debido a que reconoce principalmente nueve subfamilias, 93 tribus y 11 subtribus, siendo considerado un avance significativo en el área debido a la inclusión de muchísimas especies y en esfuerzo a nivel mundial para catalogar, indexar y referenciar las diversas especies de Geometridae que existen.

## Diversidad de Geometridae en Panamá.

Para el neotrópico hay más de 6500 especies de Geometridae descritas (Rajaei et al., 2022), sin embargo, el número de especies presente en Panamá es incierto por el momento ya que no existe una recopilación de las especies presentes. Si bien hay una diversidad de publicaciones científicas llevadas a cabo en Panamá que contribuyen a la lista de registros (González Chavarria & Hernández Sanjur, 2020; Garay et al., 2022), falta mucho camino por recorrer ya que los listados de especies para el país son pocos,

y no existe todavía uno para Geometridae en específico tanto a nivel nacional como regional.

Siendo diferente el caso de nuestros países vecinos, Costa Rica (Brehm & Axmacher, 2006) y Colombia (Murillo-Ramos et al., 2021), donde publicaciones de registros, descripciones y listados de especies para la familia Geometridae son comunes, sumando más de 1000 especies en cada país.

Este estudio busca brindar el primer listado de especies para la familia Geometridae para una región del país, y así funcionar como un punto de partida para futuras compilaciones y listados de las especies de la familia.

## Listado de Especies

Los listados de especies son herramientas útiles para la determinación de la diversidad y como fuente de referencia para futuros estudios de diversas índoles, ya sea taxonómico, ecológico, analítico entre otros.

Para países como Panamá, los listados de especies son realmente útiles ya que muchísimos grupos, especialmente de insectos, no cuentan con algún tipo de registro o listado formal.

Listados como el de Chang et al. (2021) que sacan a la luz la increíble diversidad de una familia de polillas poco estudiadas en Panamá son de suma importancia, tanto para el desarrollo de la ciencia, como para cumplir con diferentes objetivos adquiridos a nivel nacional (Ministerio de Ambiente, 2018).

## Monitoreo de Insectos tropicales

Los efectos del cambio climático y la situación actual de las poblaciones de insectos, es de cierta forma incierta. Los pocos estudios basados en datos de monitoreo a largo plazo indican que algunos grupos están enfrentando grandes declives poblacionales (Forister et al., 2020, 2023; Wagner et al., 2021), sin embargo la mayoría de estos estudios fueron realizados en zonas templadas o altamente afectadas por estresores antropogénicos.

Para las zonas tropicales, debido a la alta biodiversidad y poco reconocimiento de las especies presentes, el establecimiento de monitoreos de insectos es extremadamente difícil, pero extremadamente necesario, ya que es considerado que los insectos tropicales son ampliamente más sensibles a los efectos prolongados del cambio climático debido a que evolucionaron en clima con poca estacionalidad (Deutsch et al., 2008).

Dentro de la isla de Barro Colorado en Panamá, se lleva a cabo uno de los pocos monitoreos de insectos tropicales a largo plazo que existen a la fecha. Este monitoreo se encarga de registrar, capturar, cuantificar y estudiar las poblaciones de diferentes especies focales de diferentes grupos tanto taxonómicos como ecológicos y funcionales (Basset et al., 2017, 2023; Lamarre et al., 2022). El sitio de estudio aísla los principales factores de riesgos identificados para los insectos como son la disminución y fragmentación de hábitats, uso de insecticidas, contaminación lumínica y ambiental, entre otros, permitiendo el estudio exclusivo del efecto de los cambios globales en patrones climáticos sobre las poblaciones de insectos. Un estudio reciente para las polillas tigre (Erebidae: Arctiinae; Lamarre et al., 2022) encontró que luego de 12 años de monitoreo de estos insectos, había más poblaciones de polillas tigres con un aumento poblacional que aquellas que no.

Analizar los estados poblacionales de los otros grupos focales en el monitoreo de insectos de Barro Colorado ayudará a entender los posibles efectos del cambio climático sobre las poblaciones de insectos. En el caso del monitoreo de insectos del PASTRI los datos principales colectados son riqueza de especie, abundancia de individuos por especie, localización, junto con la colecta de datos morfométricos y demás características funcionales.

## Capítulo 2: Marco Metodológico.

### Área de colecta

El PASTRI realiza desde hace 15 años un monitoreo de insectos, abarcando diferentes órdenes de insectos. El monitoreo es llevado dentro del monumento natural isla Barro Colorado (9.15°N, 79.85°W; 120–160 msnm), la isla recibe un promedio de 2662 milímetros de lluvia, las temperaturas anuales máximas y mínimas son 31.0°C y 23.9°C respectivamente. El área de estudio del monitoreo está localizado en la parcela permanente de 50 hectáreas del proyecto ForestGeo (Anderson-Teixeira et al., 2015) donde se monitorean dentro de esta parcela cada cinco años los árboles con un diámetro a la altura del pecho mayor a 1cm (Figura 1 Ejemplo de la trampa de luz encendida en la parcela de 50ha de la isla de Barro Colorado)

### Metodología de colección

Dentro de esta parcela, el PASTRI tiene 10 sitios de muestreos con trampa de luz. La trampa usa bombillos de luz negra de 10W, con un sistema automático tipo tanque, con paneles interceptores y un techo como protección para lluvia. Las trampas están llenas con papel arrugado para evitar el desgaste de las polillas, además de cartones para huevos para separar insectos grandes de los chicos (Kitching et al., 2001). Las trampas están colocadas a lo largo del sistema de senderos de la isla Barro Colorado y están espaciadas entre ellas por lo menos unos 500 metros lineales, previniendo autocorrelación espacial (Basset et al., 2013). Las trampas son colocadas en la misma línea de soporte cada año, que está anclada a 2 árboles, a una altura aproximada de 2 metros sobre el suelo.

Los 10 sitios de colección están separados entre ellos por al menos 500 metros lineales tomando como referencia los senderos, esto para tener una distancia adecuada para transectos estilo Pollard, que es uno de los otros protocolos del monitoreo del PASTRI. En la Figura 2 se aprecia la distribución espacial de los 10 sitios

y además en la Tabla 1 se encuentra una lista detallada de la posición, coordenadas geográficas y códigos utilizados para estas.



*Figura 1 Ejemplo de la trampa de luz encendida en la parcela de 50ha de la isla de Barro Colorado*

Las trampas son colocadas 4 veces al año, 1 vez en la temporada seca (marzo), y 3 veces en la temporada lluviosa (mayo, septiembre, noviembre), durante los periodos de luna nueva. En cada uno de los 10 sitios son realizadas 2 réplicas en noches no consecutivas por cada muestreo, totalizando 20 noches de colecta por cada muestreo, y 80 noches de colecta por cada año. Las trampas funcionan aproximadamente entre las 18:00 horas hasta las 06:00 horas del día siguiente reguladas por un sistema de automatización incluido en la trampa. Las trampas son retiradas por la mañana, donde el contenido es almacenado en recipientes debidamente identificados para su posterior clasificación e identificación. Para este proyecto, se analizarán los especímenes de 15 años de colecta, entre 2009 y 2023, que equivalen a 60 muestreos o replicas, que dan un total de 1200 noches de muestreo.

## Localización de las trampas de luz en la Isla de Barro Colorado

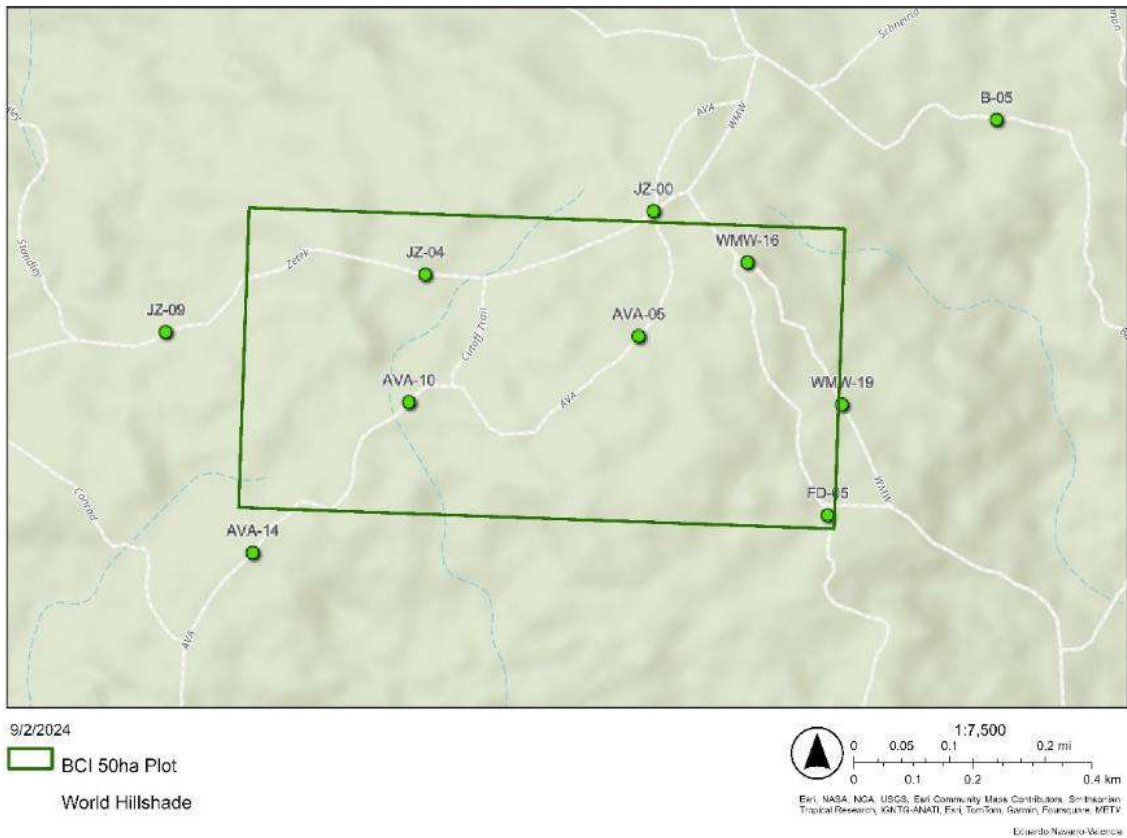


Figura 2 Localización de las 10 trampas de luz.

## Identificación de muestras

El material colectado es llevado al laboratorio del PASTRI, donde es identificado, cuantificado y cuando los especímenes son de interés; ya sea por ser un espécimen en excelente estado, una especie nueva, o poco abundante, son montados, secados y guardados en la colección de referencia. Los especímenes identificados para cada especie son contados, y registrados según la ubicación de la trampa de procedencia, estos datos son guardados en la base de datos del PASTRI (<https://fgeoarthropods.si.edu>). Entre los datos incluidos en estas observaciones están: la abundancia por especie por cada sitio de captura, la fecha de colecta, el identificador, la especie, código de barras genético si la especie tiene, y algún comentario adicional.

Tabla 1 Nombre, localización y coordenadas geográficas de los 10 sitios de captura de las trampas de luz del PASTRI

Sitio	Localización geográfica	Placa con numero de sendero
Armour-1	Lat.: 9.155734, Lon: -79.848962	JZ-00
Armour -2	Lat.: 9.153848, Lon: -79.849190	AVA-05
Armour -3	Lat.: 9.152852, Lon: -79.852696	AVA-10
Armour -4	Lat.: 9.149980, Lon: -79.855678	AVA-14
Balboa-1	Lat.: 9.157266, Lon: -79.84427	B-05
Drayton-1	Lat.: 9.151152, Lon: -79.846305	FD-05
Wheleer-1	Lat.: 9.154962, Lon: -79.847530	WMW-16
Wheleer-2	Lat.: 9.152816, Lon: -79.846083	WMW-19
Zetek-1	Lat.: 9.154779, Lon: -79.852450	JZ-04
Zetek-2	Lat.: 9.153948; Long: -79.856429	JZ-09

Para la identificación de las especies se usaron diferentes guías de identificación, folletos y fuentes (Tabla 2). Las identificaciones manuales son confirmadas por taxónomos expertos ya sea por medio de visitas físicas a la colección de referencia, o por medio de consultas por correo u otras plataformas digitales, al igual que por el uso de datos genéticos. En la Tabla 2 se mencionan algunas fuentes para identificación de Geometridae utilizadas por el PASTRI. Los individuos de cada especie en mejor estado físico son montados y almacenados en la colección entomológica del PASTRI, donde están en un ambiente controlado tanto para temperatura como humedad. Son clasificados siguiendo una jerarquía taxonómica. A cada género de ser posible se le asignó una tribu, que es resultado de un exhaustivo trabajo taxonómico por parte de los diferentes expertos en esta familia que en los últimos años han estado haciendo

una revisión general y comprensiva de esta familia, su taxonomía, evolución y filogenética.

*Tabla 2 Fuentes para la identificación de polillas Geometridae, usadas por cercanía geográfica y disposición de placas o imágenes.*

Nombre de la fuente de identificación	Referencia o sitio web	Autor	Formato
Área de Conservación Guanacaste (ACG), northwestern Costa Rica. Caterpillars, pupae, butterflies & moths	<a href="http://janzen.sas.upenn.edu/caterpillars/database.htm">http://janzen.sas.upenn.edu/caterpillars/database.htm</a>	D H. Janzen, Hallwachs W.	Sitio Web
Mariposas de Costa Rica / Butterflies and moths of Costa Rica	(Montero-Ramírez & Chacon, 2007)	José Joaquín Montero-Ramírez, Isidro Chacón	Libro
Neotropical Emerald moths: a review of the genera (Lepidoptera: Geometridae, Geometrinae)	(Pitkin, 1996)	Linda M. Pitkin	Artículo científico
Neotropical ennomine moths: a review of the genera (Lepidoptera: Geometridae)	(Pitkin, 2002)	Linda M. Pitkin	Artículo científico
Panamabiota: Geometridae	<a href="https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?taxon=Geometridae">https://panamabiota.org/stri/taxa/index.php?taxon=Geometridae</a>	Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales	Sitio Web
PanamaInsects.org	<a href="https://www.panamainsects.org/geometridae-by-subfamily">https://www.panamainsects.org/geometridae-by-subfamily</a>	Frederick Mosher	Sitio web
To the knowledge of geometrid moths of Nicaragua (Lepidoptera: Geometridae).	<a href="http://www.bionica.info/RevNicaEntomo/70-2010-S7-Geometridae.pdf">http://www.bionica.info/RevNicaEntomo/70-2010-S7-Geometridae.pdf</a>	Jaan Viidalepp, Jean-Michel Maes, Toivo Viidalepp.	Artículo científico
Wildlife / Butterflies & Moths of Costa Rica	<a href="https://www.tropicleps.ch/?page=1&amp;fam=geo">https://www.tropicleps.ch/?page=1&amp;fam=geo</a>	Heiner Ziegler	Sitio Web

## Obtención de material genético

Luego de montados, los individuos en mejor estado de las especies más comunes fueron secuenciados genéticamente por medio del estándar y metodología de análisis genético conocido como DNA Barcoding. (Hebert et al., 2003; Ratnasingham & Hebert, 2007). Este método secuencia el gen de la subunidad 1 del citocromo c oxidasa, cuya secuencia genética es usada como un código de barras para identificar las especies, se usa este gen debido a su variabilidad moderada que lo permite funcionar para distinguir entre especies de animales de forma relativamente confiable. A este código se le llama BOLD BIN (BOLD Barcode Index Numbers) que es un código único para cada especie (Ratnasingham & Hebert, 2007).



*Figura 3 Ilustración del proceso de la preparación de los platos para la colocación del material biológico*

Para la secuenciación de los especímenes del PASTRI, cada individuo es fotografiado y se le extrae una pata, el material biológico utilizado de forma general para la extracción de ADN de insectos para este protocolo, que luego son depositadas en una placa con pozos con alcohol. La placa es enviada al Instituto de la Biodiversidad de Ontario en la Universidad de Guelph donde son secuenciados, y las secuencias son archivadas en el proyecto BCIGEO de la base de datos del Barcode of Life Data System

(<https://www.boldsystems.org>). Los datos genéticos fueron usados para confirmar identificaciones y para identificar especies crípticas. A cada especie se le asigna un código de barras BIN (Barcode Index Number), donde se pueden consultar otros individuos agrupados a esta especie dentro de la plataforma de Bold Systems.

## Medidas morfométricas

Como parte de las actividades realizadas durante el trabajo en el laboratorio, para la creación de grupos funcionales para usar en futuros estudios, se procedió a tomar medidas morfométricas de los individuos de aquellas especies que tuvieran por lo menos 1 individuo secuenciado. Estas medidas se usaron para caracterizar a los individuos, reconociendo su tamaño corporal promedio o la coloración del ala. Se tomaron medidas morfométricas del largo del ala delantera, se usó esta medida ya que en las polillas Geometridae está bien entendida como una medida relacionada directamente con la biomasa, tamaño corporal y capacidad de desplazamiento (Brehm, et al., 2019; Holm et al., 2019; Rabl et al., 2020; Heidrich et al., 2021; Araújo Foerster et al., 2024).

## Manejo y análisis de datos.

Todos los datos de con respecto al monitoreo, observaciones y demás datos colectados fueron almacenados en la base de datos del PASTRI. (<https://fgeoarthropods.si.edu>). A la base de datos se registran el número de individuos para un taxon, es decir la abundancia de esa especie, por cada réplica, en cada trampa. Estos datos registrados fueron analizados usando el software R versión 4.4.0 (2024-04-24 ucrt; R Core Team, 2020). Para hacer la curva de acumulación de especies, se usó el paquete *iNEXT* (Hsieh et al., 2016), con la función de *iNEXT*, que crea curvas de acumulación, además de cuantificar y estimar la diversidad de diferentes sitios, además de medir la cobertura de la muestra, un índice que va de 0 a 1, que mide la proporción del número total de individuos que pertenecen a las especies detectadas en la muestra.

## Modelos Poblacionales

Para realizar los modelos poblacionales primero se seleccionaron las especies que tuvieran una abundancia igual o mayor al número de réplicas temporales ( $n = 60$ ) del monitoreo, esto se definió así para tener modelos robustos para tendencias poblacionales. En la Tabla 3 se detallan las especies a utilizar, su subfamilia, género, especie y código usado por el PASTRI. Para detallar, de las 53 especies que fueron escogidas, 28 son de la subfamilia Ennominae, 9 de la Geometrinae, 3 de la Larentiinae y 12 de la Sterrhinae. La metodología usada es similar a la utilizada por Lamarre et al. (2022) y se describe a continuación.

Los datos para este estudio se organizaron con base a las especies y sus respectivos factores climáticos y temporales. Específicamente, las especies se agruparon de acuerdo con su género, subfamilia y año de observación. Los datos se analizaron utilizando el lenguaje de programación R (R Core Team, 2020). Se emplearon análisis de series temporales y técnicas de modelado bayesiano para evaluar las tendencias poblacionales de las especies de polillas desde el año 2009 hasta el año 2023. Estos análisis tenían como objetivo identificar patrones y predecir cambios en la abundancia a lo largo del tiempo. Se consideraron factores ambientales como la precipitación pluvial, temperatura y las influencias climáticas del fenómeno de El Niño para comprender los efectos de las variables ambientales en las poblaciones de polillas Geometridae. Los datos fueron obtenidos principalmente de la página de difusión de datos del programa de monitoreo físico del Smithsonian ([https://biogeodb.stri.si.edu/physical\\_monitoring/research/barrocolorado](https://biogeodb.stri.si.edu/physical_monitoring/research/barrocolorado)). Las variables utilizadas fueron: promedio de temperaturas mínimas y máximas, milímetros de lluvia, temperatura de la superficie del mar en el ecuador (función de medida del fenómeno del niño), y radiación total. En la página web del programa de monitoreo físico del Smithsonian se encuentran detalladamente los protocolos, sitios de muestreos y frecuencias de medidas de cada uno de los sensores. Para la lluvia se usó la medida de milímetros de lluvia detectados por método uso de un balde en el área determinada como el claro "Clearing" que funciona como una buena representación

de la lluvia de la isla. Para la temperatura se usaron las medidas promedio mínimas y máximas en dos sitios, el primero es en el claro, y el segundo es el “bosque” que es cerca de la Lutz Tower, que se encuentra en un bosque cercano a los laboratorios de la isla. Los datos de la radiación solar total también fueron seleccionados de aquellos de la Lutz Tower. Se decidió usar estos 2 valores ya que representan una parte de la estacionalidad de la isla, y otros lugares de monitoreo físico no contaban con datos totales para el periodo completo del monitoreo.

Los datos se procesaron y analizaron utilizando los paquetes *rstanarm* (Gabry et al., 2024) y *brms* (Bürkner et al., 2024) para el modelado bayesiano. Se aplicaron dos modelos estadísticos diferentes a los datos de abundancia para cada especie de polilla: modelos binomiales negativos teniendo en cuenta variables temporales (año y mes) y climáticas (precipitaciones, temperatura, radiación solar). Los resultados se compilaron y evaluaron para cada especie. Se decidió usar un análisis tipo binomial negativo debido a la sobre dispersión de los datos. El primer modelo era solamente de la abundancia con respecto año de muestreo y el mes como un cofactor, el segundo modelo era la abundancia con respecto al año, usando las variables ambientales escogidas como cofactores.

Se realizaron 2 modelos poblacionales para 53 especies de Geometridae (En el Tabla 5 se encuentra la lista detallada de las especies seleccionadas). El primer modelo da como resultado la probabilidad de incremento o decrecimiento de cada especie según el año usando como cofactor el mes, y el segundo modelo da como resultado la probabilidad de incremento o decrecimiento de cada especie según el año usando como cofactor las variables ambientales (temperatura de la superficie del mar en el pacífico ecuatorial (SST), Promedio de la temperatura máxima a 1 metro de altura en el bosque, Promedio de la temperatura mínima a 1 metro de altura en el bosque, Promedio de la temperatura máxima a 1 metro de altura en el claro, Promedio de la temperatura mínima a 1 metro de altura en el claro, Radiación total) registrada. Todos los modelos cumplieron con los supuestos de uniformidad de residuos,

autocorrelación e inflación cero utilizando residuos simulados del paquete *DHARMA* (Hartig, 2018)

Los gráficos de las dinámicas poblacionales resultantes (Figuras 7-14) comparten la misma estructura, donde el eje Y son las morfoespecies usando el género y el código de especie del PASTRI, en el eje X se encuentra la tendencia poblacional para cada una de estas, donde el punto es el valor de la media previsto por el modelo, y el ancho de la línea es los valores mínimos y máximos en el intervalo de confianza, el eje X está centrado en 1 que significa una tendencia poblacional sin cambios/estable. Las morfoespecies están coloreadas por subfamilia para claridad. Las líneas verticales representan la tendencia de la población tomando en cuenta la tendencia y los valores mínimos y máximos del intervalo de confianza, que se leen de la siguiente forma donde todo a la izquierda de la línea rojo vino (decrecimiento) son poblaciones en decrecimiento, lo que está entre la línea rojo vino y azul marino tienen una tendencia relativamente estable a estable, y todo aquello a la derecha de la línea azul marino (incremento) presenta una población en crecimiento. La línea gris representa una población totalmente estable.

## Capítulo 3: Resultados.

### Resultados de 15 años de monitoreo

#### Diversidad

Luego de 15 años de monitoreo de artrópodos en la isla de Barro Colorado se colectaron en total 25727 individuos de polillas Geometridae identificadas al menos hasta familia. Esto representa 270 morfoespecies, de las cuales 241 cuentan con un código de barras (BOLD BIN). Las morfoespecies están agrupadas en 86 morfogéneros distintos, 29 tribus reconocidas y 5 subfamilias válidas, esto no incluye aquellas polillas que solo fueron identificadas a nivel de familia. La cobertura de la muestra en el área presenta un índice de 0.9982

La rarefacción y curvas de acumulación nos muestra, en base a las 270 morfoespecies colectadas estima, lo siguiente: Estima una diversidad de 320 especies, con un índice inferior estimado en 288 y un índice estimado superior de 352 especies. En la Figura 4, se puede observar el número de especies estimado usando el número de individuos como esfuerzo de muestreo (Eje X), se aprecia que el estado actual del monitoreo se acerca a la asíntota.

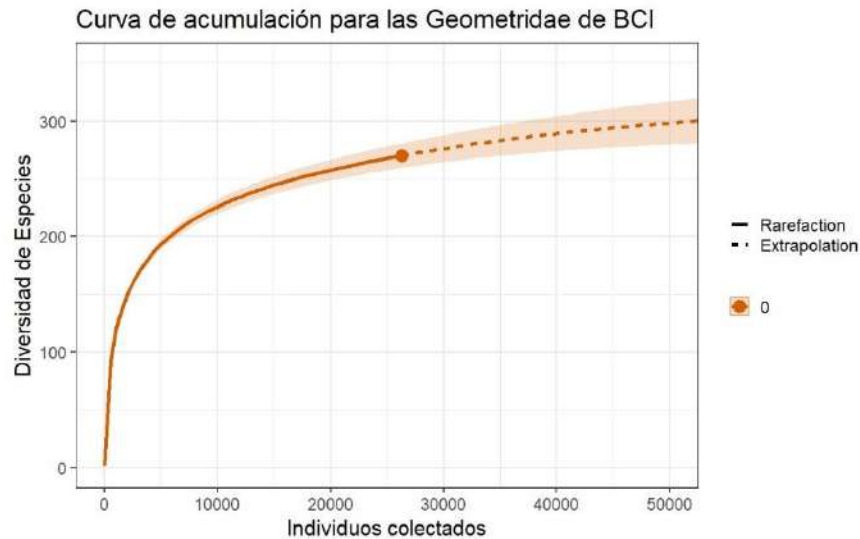


Figura 4 Rarefacción según iNEXT, estimando la diversidad de especies para el monitoreo del PASTRI en 320 especies.

## Listado de especies

La lista de especies registradas se puede encontrar en la sección de anexos, en la Tabla 3, donde se incluye la información de la subfamilia, tribu, género, especie, descriptor de la especie o morfoespecie, el código BOLD BIN que funge como referencia al código genético para ese taxon, y la abundancia total detectada durante los 15 años de monitoreo.



## Modelos poblacionales de 53 especies

En la Figura 6 se ilustran la dinámica poblacional para tres especies siguiendo el modelo de año y mes, la línea de tiempo tomando como base la abundancia (número de individuos, eje Y) en cada fecha de colecta (eje X), adicionalmente la curva punteada ilustra la tendencia poblacional estimada y el margen en color verde los intervalos mínimos y máximos al 95% de credibilidad, donde se representan las poblaciones en decrecimiento, estables e incremento. En el anexo se incluyen las líneas de tiempo para las 50 especies restantes.

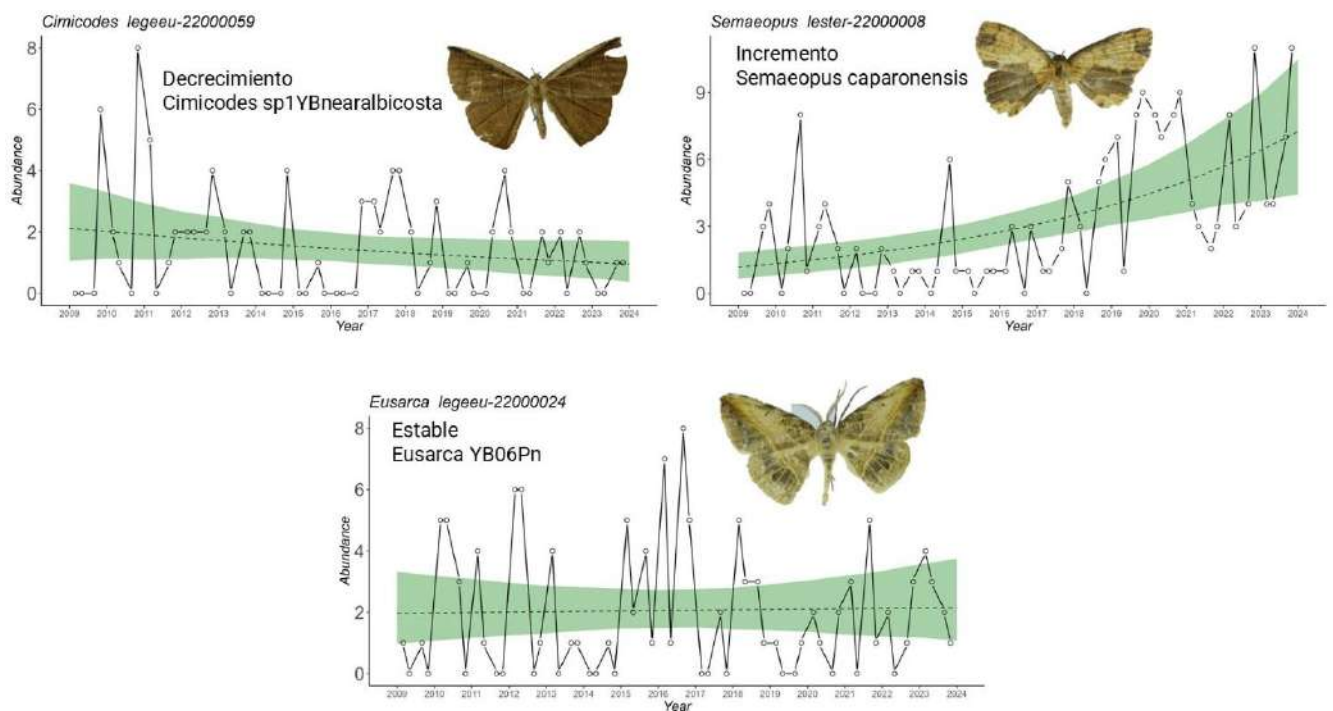


Figura 6 Ejemplo de tendencias poblacionales en decrecimiento(*Cimicodes sp1YB near albicosta*), estables (*Eusarca YB06Pn*) e incremento (*Semaeopus caparonensis*).

Se determinó que una probabilidad mayor a 66% se entiende como un crecimiento de la población, menor a 33% decrecimiento de la población y los valores entre ellos como una población estable, esto siguiendo la metodología de Lamarre et al. (2022), calculando el "grado de creencia" de que el parámetro para "año" era mayor que uno o se encontraba entre valores específicos, contando el número de muestras posteriores

que cumplieran con nuestros criterios y dividiendo ese número por el total de muestras posteriores.

En la Tabla 3 a continuación se presentan de forma compacta los resultados de los modelos desde el punto de vista del número de especies en decrecimiento, estables y en incremento. Entre paréntesis está el porcentaje de especies correspondiente para cada comportamiento poblacional. Para el modelo de año y mes (Figura 7) se puede apreciar como el incremento poblacional es observado en más del 90% de las especies, presentando una parte menor en decrecimiento (menos del 10%). Para el modelo de año junto a las variables climáticas (Figuras 8-14), para todas las variables se puede apreciar por los menos que el 60% de las especies presentan estabilidad o incremento poblacional. Las variables con mayor efecto negativo, es decir que presentan el mayor número de especies con decrecimiento poblacional son: El modelo de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial, la temperatura mínima promedio del bosque y la temperatura máxima promedio en el claro. Los que presentan un mayor efecto positivo, es decir incremento de las poblaciones son las variables de: la lluvia, la temperatura máxima promedio del bosque, la temperatura mínima promedio en el claro y la radiación solar (Figuras 8-14) .

*Tabla 3 Influencia de las variables ambientales sobre las poblaciones de polillas Geometridae*

Modelos poblacionales y resultados

Tendencia	Decrecimiento poblacional	Población estable	Incremento poblacional
Modelo Año y mes	4(7.55%)	1(1.88%)	48(90.57%)
Modelo con variables climáticas: Lluvia (mm)	5(9.43%)	18(33.96%)	30(56.6%)
Modelo con variables climáticas: Niño (3,4)	17(32.08%)	18(33.96%)	18(33.96%)
Modelo con variables climáticas: Max temperatura promedio bosque	7(13.21%)	17(32.08)%	29(54.72%)
Modelo con variables climáticas: Min temperatura promedio bosque	20(37.74%)	19(35.85%)	14(26.42%)
Modelo con variables climáticas: Max temperatura promedio claro	18(33.96%)	22(41.51%)	13(24.53%)
Modelo con variables climáticas: Min temperatura promedio claro	10(18.87%)	15(28.3%)	28(52.83%)
Modelo con variables climáticas: Radiación solar	12(22.64%)	16(30.19%)	25(47.17%)

Tendencia poblacional de polillas Geometridae según el año y el mes

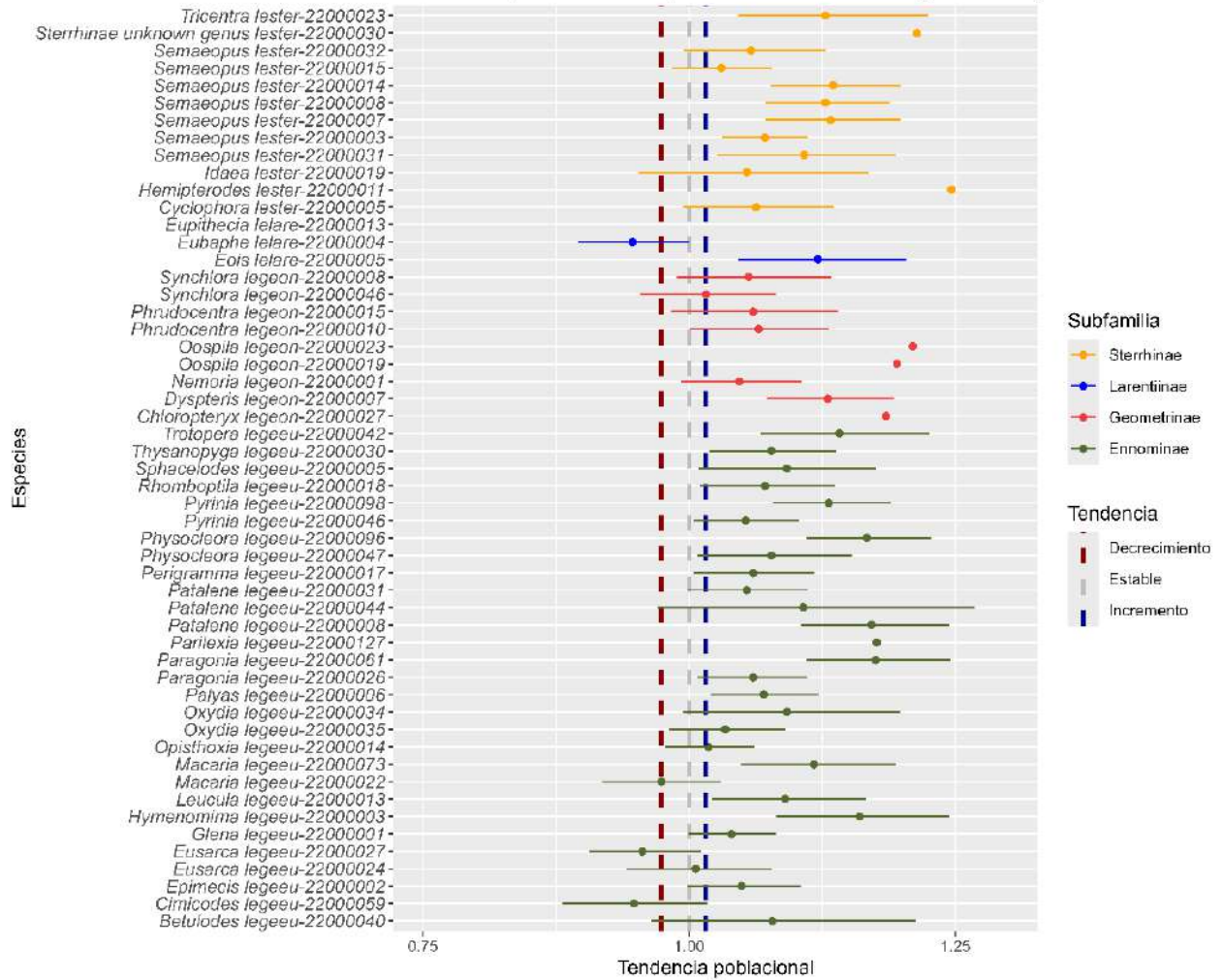


Figura 7 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el modelo de año y meses de colecta

Tendencia poblacional de polillas Geometridae por lluvia (mm)

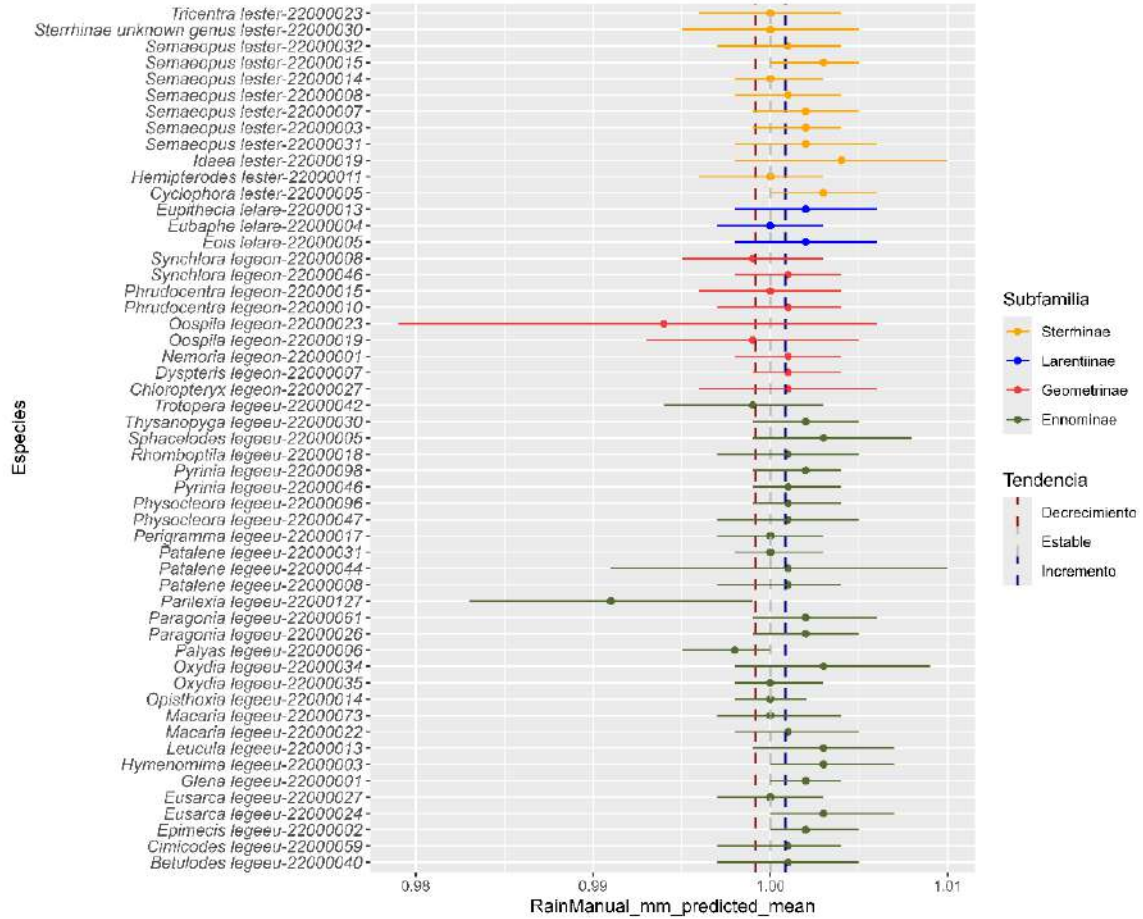


Figura 8 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el modelo de año y lluvia (mm)

Tendencia poblacional de polillas Geometridae por temperatura de la superficie del mar en el pacifico ecuatorial

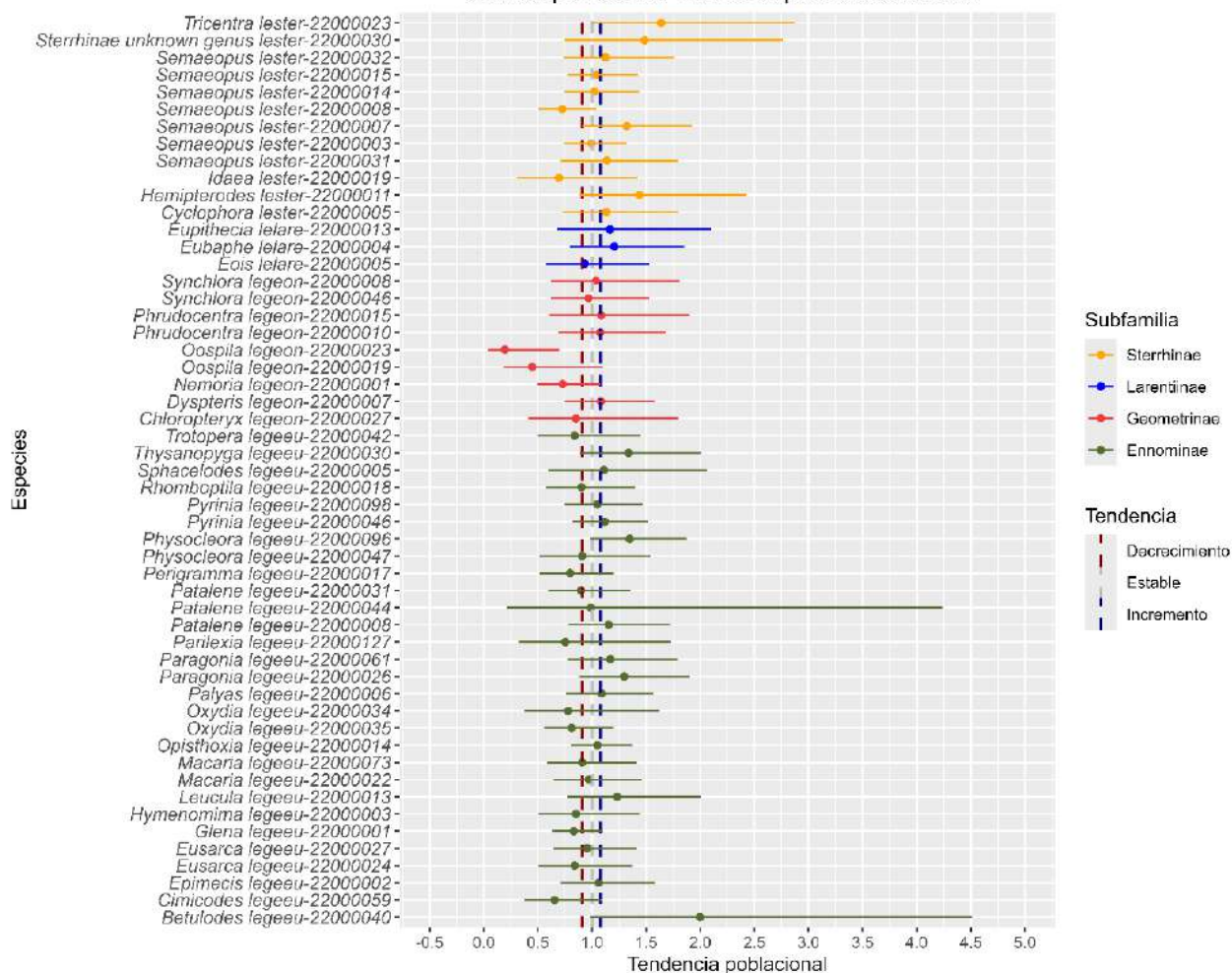


Figura 9 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el modelo del año y temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial (SST)

Tendencia poblacional de polillas Geometridae según promedio de la máxima temperatura en el bosque a 1m de altura

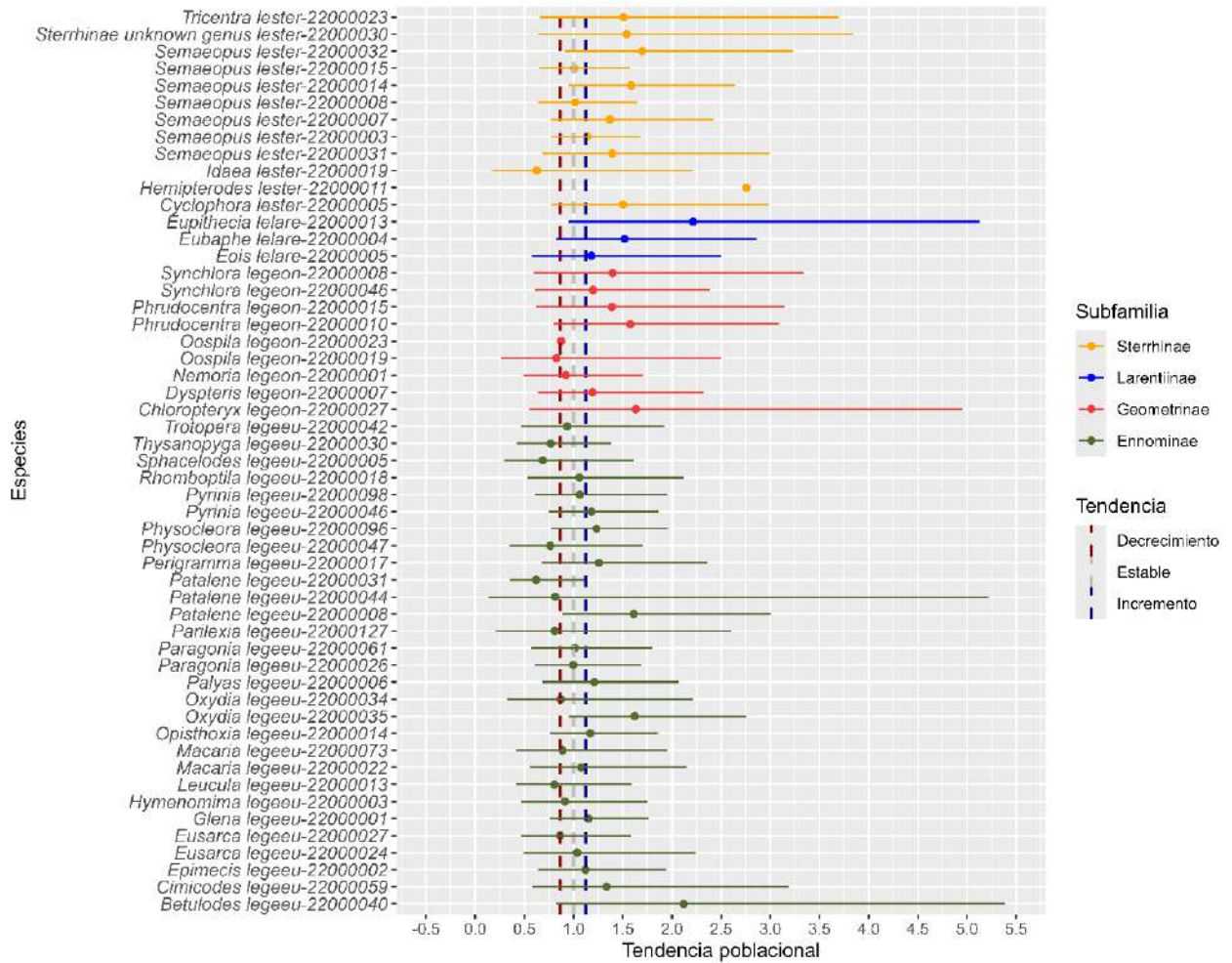


Figura 10 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura máxima en el bosque a 1 metro de altura

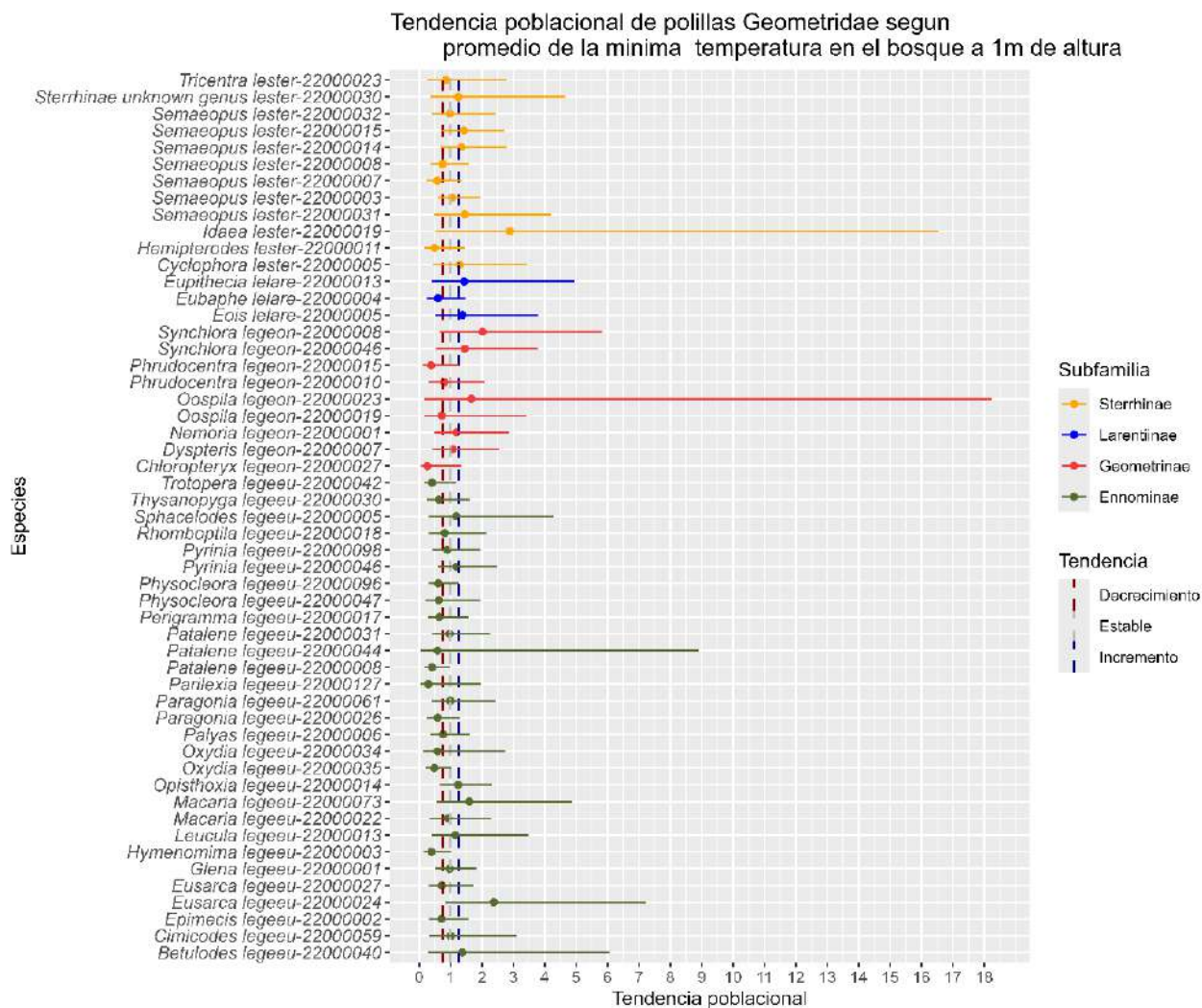


Figura 11 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura mínima en el bosque a 1 metro de altura

Tendencia poblacional de polillas Geometridae según promedio de la máxima temperatura en el claro

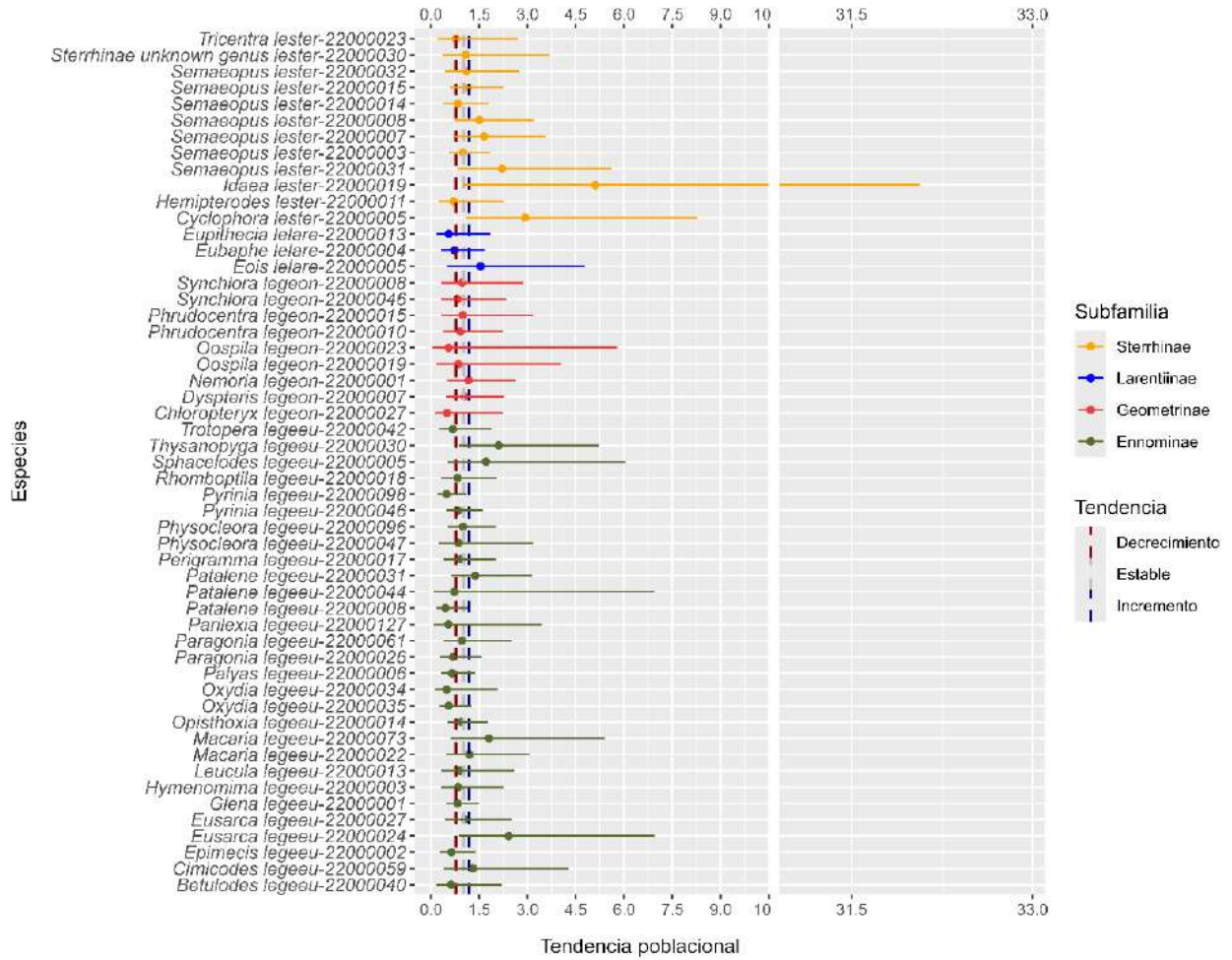


Figura 12 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura máxima en el claro.

Tendencia poblacional de polillas Geometridae según promedio de la mínima temperatura en el claro

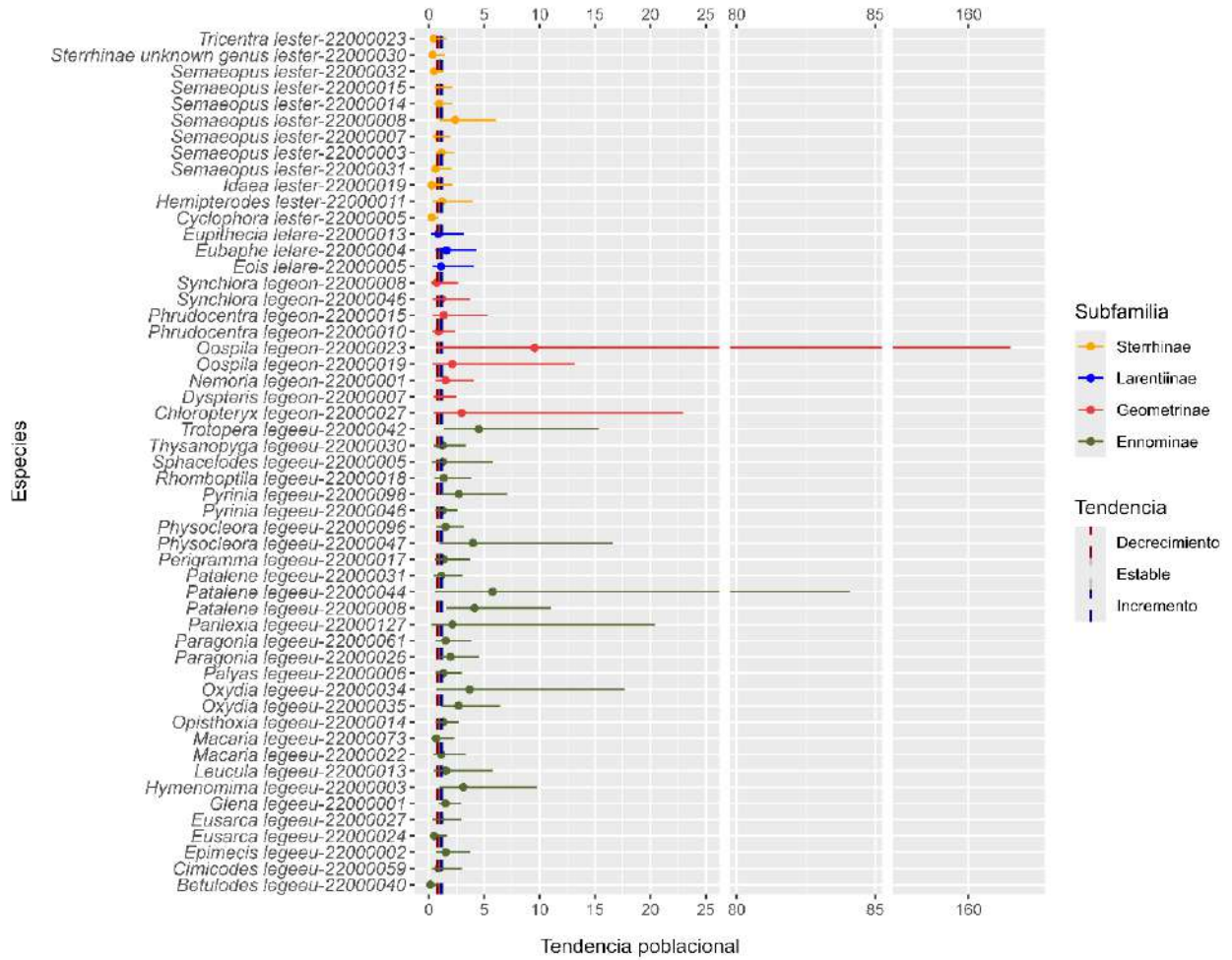


Figura 13 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y el promedio de la temperatura mínima en el claro.

Tendencia poblacional de polillas Geometridae según radiación solar total

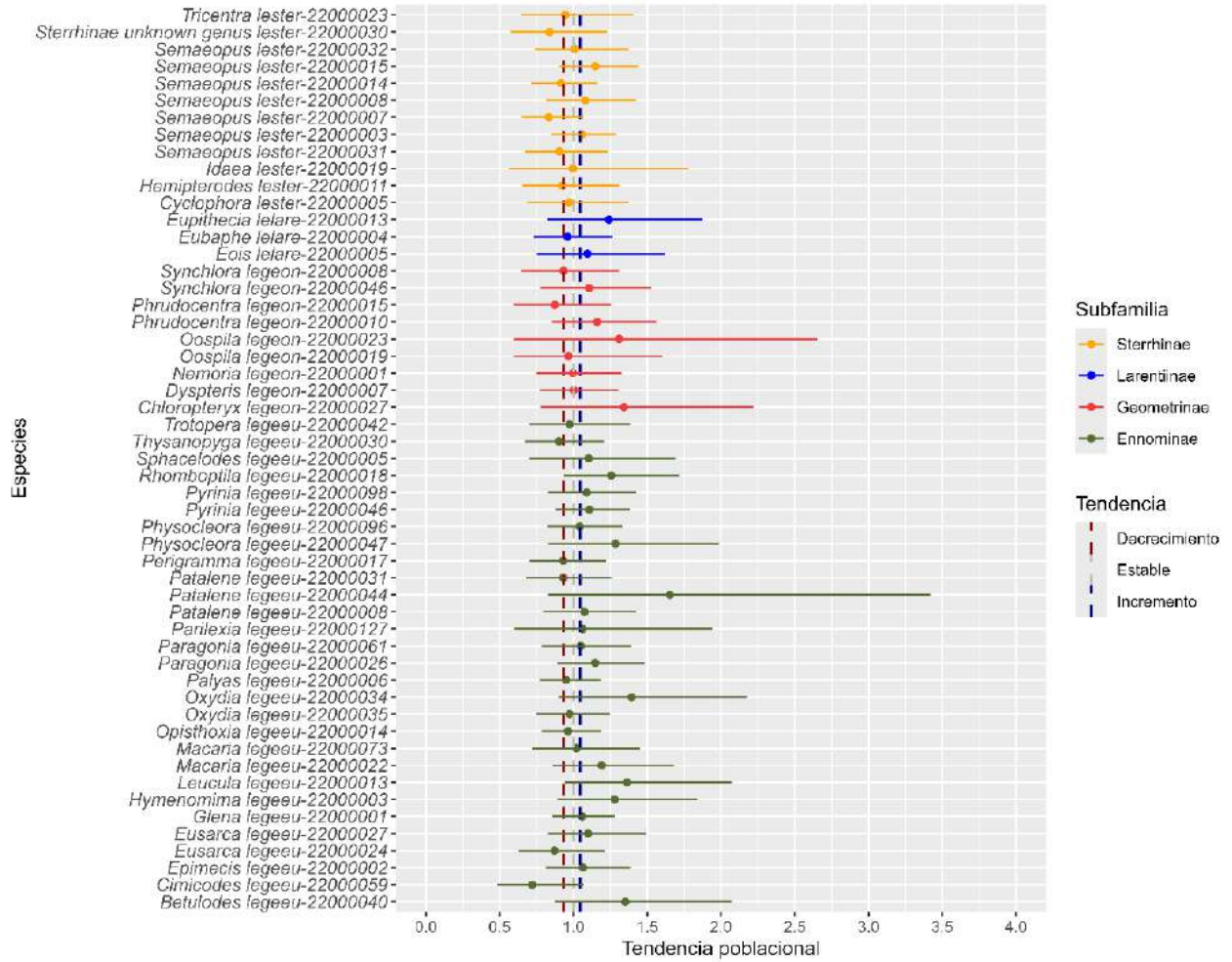


Figura 14 Tendencia poblacional de las polillas Geometridae según el año y la radiación solar total.

## Capítulo 4: Discusión.

### La diversidad de polillas Geometridae en Barro Colorado

En los 15 años de monitoreo se han logrado identificar 270 morfoespecies de polillas Geometridae, que según la revisión de la literatura es la primera lista sinóptica para este grupo en Panamá, en la Tabla 4 se puede encontrar esta lista. De las 270 morfoespecies, 93 cuentan con un nombre binomial válido, las 177 morfoespecies restantes son, o validadas de forma genética por su código BOLD BIN (154 morfoespecies de esta forma), o son una serie de individuos morfológicamente distintos a las otras morfoespecies de la colección o literatura, pero que no se han podido identificar a nivel de especie o extraído material genético (23 morfoespecies). De las especies detectadas 44.07% pertenecen a la subfamilia Ennominae que es un resultado común para los listados de especies de la región (Murillo-Ramos et al., 2021) debido a la gran cantidad de especies que se encuentran, siendo estas más de 3470 especies según las revisiones taxonómicas para este grupo en la región neotropical más recientes para el neotrópico (Pitkin, 2002). El segundo grupo más común fue Sterrhinae con 28.9%, Geometrinae con 18.15%, Larentiinae con 7.4% y 1 especie para la subfamilia Desmobathrinae (0.37%) aparte de 3 morfoespecies de subfamilia indeterminada (1.11%).

Según los análisis realizados usando el software R y el paquete *iNEXT* (Hsieh et al., 2016) contabilizando todos los individuos colectados, este paquete estima una riqueza de 320 especies de Geometridae para el área estudiada, que serían las 50 hectáreas de la parcela del proyecto ForestGeo. Las 270 morfoespecies colectadas representarían, según los análisis realizados, el 84.37% de las especies del área de muestreo.

Es muy probable que las especies restantes sean aquellas muy raras que se presentan fuera de los periodos usuales de muestreo (marzo, mayo, septiembre y noviembre) o especies crípticas que no se pueden distinguir por métodos taxonómicos tradicionales, viéndose necesario el uso de métodos genéticos para su detección

debido a que estas especies crípticas representan una parte considerable de la diversidad y suelen ser subestimadas (Bickford et al., 2007; Li & Wiens, 2023), para el caso de las Geometridae, por ejemplo géneros como *Perigramma*, *Cyclophora* o *Semaecopus* presentan especies crípticas.

Estas 270 morfoespecies representan una línea de base para cuantificar y determinar la diversidad de estas polillas en Panamá. Por ejemplo, en Costa Rica y Colombia, la diversidad de estas polillas es mayor a las 1100 y 1026 especies respectivamente (<http://www.tropicleps.ch/?page=1&fam=geo>; Murillo-Ramos et al., 2021). En Ecuador se registraron más de 2000 especies (Brehm et al., 2016), lo cual indica que para Panamá la diversidad total puede estar rondando esa cantidad, tanto por la presencia de la cordillera central centroamericana y ya que Panamá es parte de la región biogeográfica del Choco.

Usando la base de datos GBIF, que es un compilador de datos biológicos, se encontró que se registran al menos 652 especies de Geometridae para Panamá (GBIF.org, 2024). Debido a que GBIF utiliza bases de datos de libre acceso, se incluye entre los datos los datos almacenados en BOLD Systems generados por el PASTRI, por lo que se demuestra primero, la increíble colaboración de este programa a la contabilización de la diversidad de este grupo, y segundo que los registros de especies para esta familia son muy bajos por lo que queda mucho trabajo por realizar.

## Dinámicas poblacionales

Los resultados de nuestros modelos poblacionales demuestran de forma general (Figuras 7-14) un incremento de las poblaciones de polillas Geometridae. Estos resultados coinciden con los encontrados por Lamarre et al. (2022) donde había una mayoría de especies “ganadoras” que “perdedoras” sin embargo, es importante considerar que aún no es el fin de la partida. De las 3 especies que presentan su dinámica poblacional negativa, una es de la subfamilia Larentiinae (*Eubaphe conformis*) y dos son de la subfamilia Ennominae (*Cimicodes* sp1YB near *albicosta* y *Eusarca nemora*).

Nuestros resultados, usando el modelo de año y mes, complementan la discusión general de que las dinámicas poblacionales de las polillas a nivel global son complejas y heterogéneas (Wagner et al., 2021), siendo el caso de las polillas Geometridae en Barro Colorado, diferente al de las polillas Geometridae en Costa Rica que Wagner et al. (2021b) mencionan en su artículo, donde la población de orugas Geometroidea (superfamilia que incluye a Geometridae que contiene la gran mayoría de especies) presentan una ligera tendencia de decrecimiento poblacional.

Existen muy pocos estudios poblacionales para las polillas Geometridae de los trópicos, los existentes se concentran en comparaciones espaciales (Hilt et al., 2007; Gaona et al., 2021), temporalmente cortos (13 meses) (Machado et al., 2022), por lo que estos datos presentan uno de los primeros vistazos al estado de las poblaciones de las polillas Geometridae en los trópicos, especialmente importante ya que es un área relativamente bien conservada, aislada de factores de riesgo como la disminución de hábitat, tala indiscriminada o uso de pesticidas. Sin embargo, estudios de dinámicas poblacionales para lepidópteros enfocándose en las orugas (a diferencia del PASTRI que es en adultos) en un área protegida en Costa Rica en un periodo de 22 años (Salcido et al., 2020) demuestran una clara pérdida generalizada de las poblaciones de orugas de lepidópteros. Los autores mencionan que los cambios en uso de áreas de suelo en áreas aledañas pudieron tener un efecto en estos resultados.

Los modelos poblacionales que incluyen las covariables ambientales nos ayudan a explorar cuales de nuestras covariables seleccionadas tienen mayor influencia sobre nuestros modelos. Según nuestros modelos la variable ambiental con mayor influencia positiva sobre las poblaciones de Geometridae fue el promedio de la lluvia registrada y el promedio de la temperatura máxima durante los a 1 metro de altura en el bosque durante los meses de muestreo. La variable con la mayor influencia negativa sobre las poblaciones fue el promedio de la temperatura mínima durante cada mes de muestreo a 1 metro de altura en el bosque.

Que la lluvia y el aumento máximo de la temperatura registrada cada mes tengan un efecto positivo sobre la probabilidad de incremento en las poblaciones puede verse

primero debido a que el incremento de la lluvia en la isla Barro Colorado tuvo un impacto positivo en la masa vegetal (Anderson-Teixeira et al., 2015), y segundo, el aumento de las temperaturas ayuda con la posibilidad de diseminación y capacidad de desplazamiento de las polillas. (Basset et al., 2017).

El efecto negativo en las poblaciones relacionado con el promedio de la temperatura mínima en el bosque puede que tenga que ver con la capacidad de enfriamiento de las polillas. Se ha visto que para los trópicos, hay lepidópteros (mariposas) que pueden tolerar temperaturas máximas altas pero varían mucho su temperatura corporal, y hay aquellos que mantienen una temperatura corporal estable pero no toleran cambios en la temperatura ambiental (Ashe-Jepson et al., 2023). Es probable que un mecanismo similar este en juego aquí donde las especies susceptibles a cambios de la temperatura mínima en el ambiente estén adaptados a un microclima estable.

# Conclusiones

- Se identifican 270 morfoespecies de polillas Geometridae para la isla de Barro Colorado, que comprende un área de 1500 hectáreas, luego de 15 años de monitoreo. De estas, 93 son especies descritas y cuentan con un nombre binomial válido, y 177 son morfoespecies. De las 270 morfoespecies, 241 cuentan con código BOLD BIN. Se presenta el primer listado sinóptico de polillas Geometridae para Panamá. Demostrando así la altísima variedad de polillas para el país, como para esta sola región.
- La gran cantidad de polillas Geometridae identificadas solamente a nivel de morfoespecie nos indican que se necesita aumentar el trabajo taxonómico, describir y aumentar los registros en el país para acrecentar el conocimiento de este grupo tan importante y numeroso. Es necesario incrementar los recursos destinados a la formación y puestos laborales de taxónomos, al igual que idear expediciones o campañas de colecta con la meta de aumentar el conocimiento de la entomofauna local.
- Las tendencias poblacionales del modelo de año y mes nos muestran que durante los 15 años del muestreo del PASTRI, las poblaciones de polillas Geometridae en su gran mayoría han presentado tendencias de crecimiento, más que estables o en decrecimiento, esto resalta que existe algún factor beneficiando o promoviendo el crecimiento de estas poblaciones. Se debe realizar más investigación en esta área para explorar las posibles variables que causan estos cambios en las poblaciones.
- El modelo poblacional de año y variables ambientales nos demuestra que algunas de estas variables tienen un efecto negativo mayor sobre las poblaciones que en el modelo de año y mes, sin embargo las tendencias mayoritarias de crecimientos poblacionales se mantienen. La mayoría del efecto poblacional de estas variables al seguir siendo positivo nos indica que los cambios ambientales están teniendo una relación positiva con las

poblaciones de polillas Geometridae, sin embargo no es posible saber hasta cuando este comportamiento poblacional seguirá dándose de esta manera. En datos por publicar del Dr. Yves Basset se aprecia que para Khao Chong, un sitio de monitoreo usando un protocolo similar en Tailandia, se está apreciando para toda la población de Geometridae un decrecimiento (Basset, 2024) .

## Recomendaciones

- Es necesario compilar los registros de polillas Geometridae en Panamá, ya sea muestras en museos, artículos donde son mencionados o incluso colectando en diferentes áreas del país, para crear una línea base o “checklist” nacional de estas polillas. Estos esfuerzos se podrían apoyar en el uso de herramientas de ciencia ciudadana como es iNaturalist o eButterfly.
- Más estudios evaluando el efecto de los cambios en factores climáticos sobre estas polillas son necesarios para conocer sus respuestas ecológicas/fisiológicas y poder entender así mejor sus dinámicas poblacionales.

## Referencias bibliográficas

- Abraham, D., Ryrholm, N., Wittzell, H., Holloway, J. D., Scoble, M. J., & Löfstedt, C. (2001). Molecular Phylogeny of the Subfamilies in Geometridae (Geometroidea: Lepidoptera). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 20(1), 65-77. <https://doi.org/10.1006/mpev.2001.0949>
- Anderson-Teixeira, K. J., Davies, S. J., Bennett, A. C., Gonzalez-Akre, E. B., Muller-Landau, H. C., Joseph Wright, S., Abu Salim, K., Almeyda Zambrano, A. M., Alonso, A., Baltzer, J. L., Basset, Y., Bourg, N. A., Broadbent, E. N., Brockelman, W. Y., Bunyavejchewin, S., Burslem, D. F. R. P., Butt, N., Cao, M., Cardenas, D., ... Zimmerman, J. (2015). CTFS-ForestGEO: A worldwide network monitoring forests in an era of global change. *Global Change Biology*, 21(2), 528-549. <https://doi.org/10.1111/gcb.12712>
- Araújo Foerster, S. Í., Javoiš, J., Holm, S., & Tammaru, T. (2024). Predicting insect body masses based on linear measurements: A phylogenetic case study on geometrid moths. *Biological Journal of the Linnean Society*, 141(1), 71-86. <https://doi.org/10.1093/biolinnean/blad069>
- Ashe-Jepson, E., Arizala Cobo, S., Basset, Y., Bladon, A. J., Kleckova, I., Laird-Hopkins, B. C., Mcfarlane, A., Sam, K., Savage, A. F., Zamora, A. C., Turner, E. C., & Lamarre, G. P. A. (2023). Tropical butterflies use thermal buffering and thermal tolerance as alternative strategies to cope with temperature increase. *Journal of Animal Ecology*, 92(9), 1759-1770. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13970>

Basset, Y. (2024). *Data sin publicar*.

Basset, Y., Butterill, P. T., Donoso, D. A., P. A. Lamarre, G., Perez, F., Bobadilla, R., Lopez, Y., Alejandro Ramírez Silva, J., & Barrios, H. (2023). Abundance, occurrence and time series: Long-term monitoring of social insects in a tropical rainforest. *Ecological Indicators*, 150, 110243. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110243>

Basset, Y., Eastwood, R., Sam, L., Lohman, D. J., Novotny, V., Treuer, T., Miller, S. E., Weiblen, G. D., Pierce, N. E., Bunyavejchewin, S., Sakchoowong, W., Kongnoo, P., & Osorio-Arenas, M. A. (2013). Cross-continental comparisons of butterfly assemblages in tropical rainforests: Implications for biological monitoring. *Insect Conservation and Diversity*, 6(3), 223-233. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2012.00205.x>

Basset, Y., Lamarre, G., Ratz, T., Segar, S., Decaëns, T., Rougerie, R., Miller, S., Perez, F., Bobadilla, R., Lopez, Y., Ramirez Silva, J., Aiello, A., & Barrios, H. (2017). The Saturniidae of Barro Colorado Island, Panama: A model taxon for studying the long-term effects of climate change? *Ecology and Evolution*, 7. <https://doi.org/10.1002/ece3.3515>

Beck, J., McCain, C. M., Axmacher, J. C., Ashton, L. A., Bärtschi, F., Brehm, G., Choi, S.-W., Cizek, O., Colwell, R. K., Fiedler, K., Francois, C. L., Highland, S., Holloway, J. D., Intachat, J., Kadlec, T., Kitching, R. L., Maunsell, S. C., Merckx, T., Nakamura, A., ... Novotny, V. (2017). Elevational species richness gradients in a hyperdiverse

- insect taxon: A global meta-study on geometrid moths. *Global Ecology and Biogeography*, 26(4), 412-424. <https://doi.org/10.1111/geb.12548>
- Bickford, D., Lohman, D. J., Sodhi, N. S., Ng, P. K. L., Meier, R., Winker, K., Ingram, K. K., & Das, I. (2007). Cryptic species as a window on diversity and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 22(3), 148-155. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.11.004>
- Brehm, G., & Axmacher, J. C. (2006). A Comparison of Manual and Automatic Moth Sampling Methods (Lepidoptera: Arctiidae, Geometridae) in a Rain Forest in Costa Rica. *Environmental Entomology*, 35(3), 757-764. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-35.3.757>
- Brehm, G., Hebert, P. D. N., Colwell, R. K., Adams, M.-O., Bodner, F., Friedemann, K., Möckel, L., & Fiedler, K. (2016). Turning Up the Heat on a Hotspot: DNA Barcodes Reveal 80% More Species of Geometrid Moths along an Andean Elevational Gradient. *PLOS ONE*, 11(3), e0150327. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150327>
- Brehm, G., Murillo-Ramos, L., Sihvonen, P., Hausmann, A., Schmidt, B. C., Öunap, E., Moser, A., Mörtter, R., Bolt, D., Bodner, F., Lindt, A., Parra, L. E., & Wahlberg, N. (2019). New World geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae): Molecular phylogeny, biogeography, taxonomic updates and description of 11 new tribes. *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 77(3), 457-486. <https://doi.org/10.26049/ASP77-3-2019-5>

- Brehm, G., Zeuss, D., & Colwell, R. K. (2019). Moth body size increases with elevation along a complete tropical elevational gradient for two hyperdiverse clades. *Ecography*, 42(4), 632-642. <https://doi.org/10.1111/ecog.03917>
- Bürkner, P.-C., Gabry, J., Weber, S., Johnson, A., Modrak, M., Badr, H. S., Weber, F., Vehtari, A., Ben-Shachar, M. S., Rabel, H., Mills, S. C., Wild, S., & Popov, V. (2024). *brms: Bayesian Regression Models using «Stan»* (Versión 2.22.0) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/brms/index.html>
- Cambra, R. A., Murgas, A. S., & Añino, Y. J. (2023). Listado de escarabajos tigre (coleoptera: Cicindelidae) depositados en el museo de invertebrados g. B. Fairchild, con comentarios sobre su diversidad en Panamá. *Poeyana*, 514, Article 514.
- Cambra, R., Añino Ramos, Y., & Santos Murgas, A. (2018). Los Pentatómidos (Hemiptera: Heteroptera) de Panamá. *Revista nicaragüense de entomología*, 149.
- Chang, P. E. C., Bidzilya, O., Metz, M. A., Landry, J.-F., & Heppner, J. (2021). An Updated and Annotated Checklist of the Gelechiidae (Lepidoptera) of Panamá. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 123(1), 55-74. <https://doi.org/10.4289/0013-8797.123.1.55>
- Cook, M. A., & Scoble, M. J. (1992). Tympanal organs of geometrid moths: A review of their morphology, function, and systematic importance. *Systematic Entomology*, 17(3), 219-232. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.1992.tb00334.x>

- Cornejo, A., Guerra, A., Nieto, C., Pérez, E., Sedeño Diaz, J., Vergara, E., López-López, E., García, G., Aranda, M., Ríos, N., & Ríos González, T. A. (2024). *Guía de identificación de familias de invertebrados acuáticos indicadores de la calidad de agua en afluentes superficiales de Panamá.*
- Deutsch, C. A., Tewksbury, J. J., Huey, R. B., Sheldon, K. S., Ghalambor, C. K., Haak, D. C., & Martin, P. R. (2008). Impacts of climate warming on terrestrial ectotherms across latitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *105*(18), 6668-6672. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709472105>
- Duffus, N. E., Christie, C. R., & Morimoto, J. (2021). Insect Cultural Services: How Insects Have Changed Our Lives and How Can We Do Better for Them. *Insects*, *12*(5), 377. <https://doi.org/10.3390/insects12050377>
- Forister, M. L., Black, S. H., Elphick, C. S., Grames, E. M., Halsch, C. A., Schultz, C. B., & Wagner, D. L. (2023). Missing the bigger picture: Why insect monitoring programs are limited in their ability to document the effects of habitat loss. *Conservation Letters*, *16*(3), e12951. <https://doi.org/10.1111/conl.12951>
- Forister, M. L., Grames, E. M., Halsch, C. A., Burls, K. J., Carroll, C. F., Bell, K. L., Jahner, J. P., Bradford, T. A., Zhang, J., Cong, Q., Grishin, N. V., Glassberg, J., Shapiro, A. M., & Riecke, T. V. (2023). Assessing risk for butterflies in the context of climate change, demographic uncertainty, and heterogeneous data sources. *Ecological Monographs*, *93*(3), e1584. <https://doi.org/10.1002/ecm.1584>
- Gabry, J., Ali, I., Brilleman, S., Novik (R/stan\_jm.R), J. B., AstraZeneca (R/stan\_jm.R), University, T. of C., Wood (R/stan\_gamm4.R), S., Team (R/stan\_aov.R), R. C. D.,

- Bates (R/pp\_data.R), D., Maechler (R/pp\_data.R), M., Bolker (R/pp\_data.R), B., Walker (R/pp\_data.R), S., Ripley (R/stan\_aov.R, B., R/stan\_polr.R), Venables (R/stan\_polr.R), W., Burkner (R/misc.R), P.-C., & Goodrich, B. (2024). *rstanarm: Bayesian Applied Regression Modeling via Stan* (Versión 2.32.1) [Software]. <https://cran.r-project.org/web/packages/rstanarm/index.html>
- Gaona, F. P., Iñiguez-Armijos, C., Brehm, G., Fiedler, K., & Espinosa, C. I. (2021). Drastic loss of insects (Lepidoptera: Geometridae) in urban landscapes in a tropical biodiversity hotspot. *Journal of Insect Conservation*, 25(3), 395-405. <https://doi.org/10.1007/s10841-021-00308-9>
- Garay, A. L., Aguilar, N., Mack, Y., Soto, O. S., & Ramjack, C. (2022). Listado sinóptico de mariposas nocturnas (Lepidoptera: Heterocera) en el área recreativa lago Gatún, Colón, Panamá. *Centros: Revista Científica Universitaria*, 11(1), 1-14.
- GBIF.org. (2024, octubre 18). *GBIF Occurrence Download*. GBIF. <https://doi.org/10.15468/dl.e539te>
- González Chavarria, K. Y., & Hernández Sanjurjo, M. I. (2020). *Diversidad de Lepidópteros nocturnos en la reserva forestal Fortuna y el parque Internacional La Amistad, Chiriquí Panamá*. [Thesis, Universidad Autónoma de Chiriquí]. <http://jadimike.unachi.ac.pa/handle/123456789/911>
- Hartig, F. (2018). DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. En *R Packag version 020*. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1370580229833186830>

- Hebert, P. D. N., Ratnasingham, S., & de Waard, J. R. (2003). Barcoding animal life: Cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270(suppl\_1), S96-S99. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2003.0025>
- Heidrich, L., Pinkert, S., Brandl, R., Bässler, C., Hacker, H., Roth, N., Busse, A., Müller, J., & Friess, N. (2021). Noctuid and geometrid moth assemblages show divergent elevational gradients in body size and color lightness. *Ecography*, 44(8), 1169-1179. <https://doi.org/10.1111/ecog.05558>
- Heppner, J. B. (2008). Moths (Lepidoptera: Heterocera). En J. L. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of Entomology* (pp. 2491-2494). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6\\_4705](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6359-6_4705)
- Hilt, N., Brehm, G., & Fiedler, K. (2007). Temporal Dynamics of Rich Moth Ensembles in the Montane Forest Zone in Southern Ecuador. *Biotropica*, 39(1), 94-104. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00219.x>
- Holm, S., Javoiš, J., Kaasik, A., Öunap, E., Davis, R., Molleman, F., Roininen, H., & Tammaru, T. (2019). Size-related life-history traits in geometrid moths: A comparison of a temperate and a tropical community. *Ecological Entomology*, 44. <https://doi.org/10.1111/een.12747>
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

- Kitching, R. L., Li, D., & Stork, N. E. (2001). Assessing biodiversity «sampling packages»: How similar are arthropod assemblages in different tropical rainforests? *Biodiversity & Conservation*, 10(5), 793-813.  
<https://doi.org/10.1023/A:1016627220773>
- Lamarre, G. P. A., Fayle, T. M., Segar, S. T., Laird-Hopkins, B. C., Nakamura, A., Souto-Vilarós, D., Watanabe, S., & Basset, Y. (2020). Chapter Eight—Monitoring tropical insects in the 21st century. En A. J. Dumbrell, E. C. Turner, & T. M. Fayle (Eds.), *Advances in Ecological Research* (Vol. 62, pp. 295-330). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2020.01.004>
- Lamarre, G. P. A., Pardikes, N. A., Segar, S., Hackforth, C. N., Laguerre, M., Vincent, B., Lopez, Y., Perez, F., Bobadilla, R., Silva, J. A. R., & Basset, Y. (2022). More winners than losers over 12 years of monitoring tiger moths (Erebidae: Arctiinae) on Barro Colorado Island, Panama. *Biology Letters*, 18(4), 20210519.  
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0519>
- Li, X., & Wiens, J. J. (2023). Estimating Global Biodiversity: The Role of Cryptic Insect Species. *Systematic Biology*, 72(2), 391-403.  
<https://doi.org/10.1093/sysbio/syac069>
- Liu, J., Slik, F., Zheng, S., & Lindenmayer, D. B. (2022). Undescribed species have higher extinction risk than known species. *Conservation Letters*, 15(3), e12876.  
<https://doi.org/10.1111/conl.12876>
- Machado, P. A., Gueratto, P. E., Moraes, S. S., Nascimento, A. R., Kato, M. J., & Freitas, A. V. L. (2022). Temporal Distribution of Eois Immatures (Lepidoptera,

Geometridae) in a Tropical Forest. *The Journal of the Lepidopterists' Society*, 76(4), 261-267. <https://doi.org/10.18473/lepi.76i4.a5>

Marquínez, A. (2024, mayo 30). *Retos del nuevo gobierno | ¿Por qué invertir en ciencia puede ser un buen negocio para Panamá?* Tvn Panamá. [https://www.tvn-2.com/contenido-exclusivo/retos-gobierno-inversion-cientifica-clave-abordar-problemas-cotidianos\\_1\\_2138212.html](https://www.tvn-2.com/contenido-exclusivo/retos-gobierno-inversion-cientifica-clave-abordar-problemas-cotidianos_1_2138212.html)

McLeod, R. (2004, febrero 16). *Family Geometridae—Geometrid Moths*. <https://bugguide.net/node/view/188>

Ministerio de Ambiente. (2018). *Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción 2018-2030*. UNDP. <https://www.undp.org/es/panama/publicaciones/estrategia-nacional-de-biodiversidad-y-plan-de-accion-2018-2030>

Montero-Ramírez, J., & Chacon, I. (2007). *Mariposas de Costa Rica / Butterflies and moths of Costa Rica*.

Murillo-Ramos, L., Brehm, G., Sihvonen, P., Hausmann, A., Holm, S., Reza Ghanavi, H., Õunap, E., Truuverk, A., Staude, H., Friedrich, E., Tammaru, T., & Wahlberg, N. (2019). A comprehensive molecular phylogeny of Geometridae (Lepidoptera) with a focus on enigmatic small subfamilies. *PeerJ*, 7, e7386. <https://doi.org/10.7717/peerj.7386>

Murillo-Ramos, L., Friedrich, E., Williams, S., Wahlberg, N., Brehm, G., & Sihvonen, P. (2021). A morphological appraisal of the new subfamily Epidesmiinae (Lepidoptera: Geometridae) with an overview of all geometrid subfamilies.

*Zoological Journal of the Linnean Society*, 193.

<https://doi.org/10.1093/zoolinnea/zlaa189>

Murillo-Ramos, L., Sihvonen, P., Brehm, G., Ríos-Malaver, I., & Wahlberg, N. (2021). A database and checklist of geometrid moths (Lepidoptera) from Colombia.

*Biodiversity Data Journal*, 9, e68693. <https://doi.org/10.3897/BDJ.9.e68693>

Murillo-Ramos, L., Twort, V., Wahlberg, N., & Sihvonen, P. (2023). A phylogenomic perspective on the relationships of subfamilies in the family Geometridae (Lepidoptera). *Systematic Entomology*, 48(4), 618-632.

<https://doi.org/10.1111/syen.12594>

Nadler, S. A., & León, G. P.-P. D. (2011). Integrating molecular and morphological approaches for characterizing parasite cryptic species: Implications for parasitology. *Parasitology*, 138(13), 1688-1709.

<https://doi.org/10.1017/S003118201000168X>

Nieukerken, E. J. V., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N. P., Lees, D. C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J. C., Simonsen, T. J., Wahlberg, N., Yen, S.-H., Zahiri, R., Adamski, D., Baixeras, J., Bartsch, D., Bengtsson, B. Å., Brown, J. W., Bucheli, S. R., ... Zwick, A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758.: Zhang, Z.-Q. (Ed.)

Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148(1), Article 1.

<https://doi.org/10.11646/zootaxa.3148.1.41>

- Pitkin, L. M. (1996). Neotropical Emerald moths: A review of the genera (Lepidoptera: Geometridae, Geometrinae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 118(4), 309-440. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1996.tb01268.x>
- Pitkin, L. M. (2002). Neotropical ennomine moths: A review of the genera (Lepidoptera: Geometridae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 135(2-3), 121-401. <https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2002.00012.x>
- Quintero, D., & Aiello, A. (1992). *Insects of Panama and Mesoamerica: Selected Studies*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198540182.001.0001>
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.r-project.org/>
- Rabl, D., Alonso-Rodríguez, A. M., Brehm, G., & Fiedler, K. (2020). Trait Variation in Moths Mirrors Small-Scaled Ecological Gradients in A Tropical Forest Landscape. *Insects*, 11(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/insects11090612>
- Rajaei, H., Hausmann, A., Scoble, M., Wanke, D., Plotkin, D., Brehm, G., Murillo-Ramos, L., & Sihvonen, P. (2022). An online taxonomic facility of Geometridae (Lepidoptera), with an overview of global species richness and systematics. *Integrative Systematics: Stuttgart Contributions to Natural History*, 5(2), 145-192. <https://doi.org/10.18476/2022.577933>

- Ratcliffe, B. (2003). The Dynastine Scarab Beetles of Costa Rica and Panama (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae). *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*. <https://digitalcommons.unl.edu/museumbulletin/1>
- Ratnasingham, S., & Hebert, P. D. N. (2007). bold: The Barcode of Life Data System (<http://www.barcodinglife.org>). *Molecular Ecology Notes*, 7(3), 355-364. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x>
- Ratnasingham, S., & Hebert, P. D. N. (2013). A DNA-Based Registry for All Animal Species: The Barcode Index Number (BIN) System. *PLOS ONE*, 8(7), e66213. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066213>
- Roubik, D. W., & Hanson, P. E. (2004). Orchid bees of tropical America: Biology and field guide. *Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Heredia, Costa Rica*.
- Salcido, D. M., Forister, M. L., Garcia Lopez, H., & Dyer, L. A. (2020). Loss of dominant caterpillar genera in a protected tropical forest. *Scientific Reports*, 10(1), 422. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57226-9>
- Sihvonen, P., Mutanen, M., Kaila, L., Brehm, G., Hausmann, A., & Staude, H. S. (2011). Comprehensive molecular sampling yields a robust phylogeny for geometrid moths (Lepidoptera: Geometridae). *PloS One*, 6(6), e20356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020356>
- Singh, N., Lenka, R., Chatterjee, P., & Mitra, D. (2022). Settling moths are the vital component of pollination in Himalayan ecosystem of North-East India, pollen

- transfer network approach revealed. *Scientific Reports*, 12(1), Article 1.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-06635-4>
- Stork, N. E. (2018). How Many Species of Insects and Other Terrestrial Arthropods Are There on Earth? *Annual Review of Entomology*, 63(Volume 63, 2018), 31-45.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-020117-043348>
- Struck, T. H., Feder, J. L., Bendiksbj, M., Birkeland, S., Cerca, J., Gusarov, V. I., Kistenich, S., Larsson, K.-H., Liow, L. H., Nowak, M. D., Stedje, B., Bachmann, L., & Dimitrov, D. (2018). Finding Evolutionary Processes Hidden in Cryptic Species. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(3), 153-163. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.11.007>
- Valdés, L., Ortiz, O., & Medianero, E. (2023). *Diversidad y estructura de las comunidades de mariposas diurnas (Lepidoptera: Rhopalocera) en fragmentos de vegetación urbanas adyacentes a la Ciudad de Panamá* (pp. 23-71).
- Wagner, D. L., Fox, R., Salcido, D. M., & Dyer, L. A. (2021). A window to the world of global insect declines: Moth biodiversity trends are complex and heterogeneous. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2002549117.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2002549117>
- Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R., & Stopak, D. (2021). Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2023989118.  
<https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>

Wagner, D. L., & Hoyt, A. C. (2022). On Being a Caterpillar: Structure, Function, Ecology, and Behavior. En R. J. Marquis & S. Koptur (Eds.), *Caterpillars in the Middle: Tritrophic Interactions in a Changing World* (pp. 11-62). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86688-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86688-4_2)

## Anexos

Tabla 4 Listado sinóptico de las especies de polillas Geometridae registradas durante 15 años de monitoreo de artrópodos en la isla de Barro Colorado. Especies con (\*) en la casilla de abundancia fueron seleccionadas para los análisis de dinámica poblacional (53 especies)

Tribu	Genero	Especie	Autoridad	Bold Bin	Abundancia
<b>Subfamilia Ennominae</b>					
Abraxini	<i>Gyostega</i>	BioLep01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	Sin código	1
Abraxini	<i>Gyostega</i>	BioLep02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAA0618	4
Boarmiini	<i>Glena</i>	Janzen05	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB1981	3862*
Boarmiini	<i>Glena</i>	sp3YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABA9925	4
Boarmiini	<i>Hymenomima</i>	camerataDHJ03	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAA0773	24
Boarmiini	<i>Hymenomima</i>	memorDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF9513	131*
Boarmiini	<i>Hymenomima</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAD1812	24
Boarmiini	<i>Hymenomima</i>	umbelularia	(Hübner, [1825])	BOLD:AAB3484	40
Boarmiini	<i>Iridopsis</i>	validariaDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAD0573	51
Boarmiini	<i>Melanolophia</i>	AH16HoPn	Morfoespecie, determinada por Axel Hausmann	BOLD:AAE2258	39
Boarmiini	<i>Perigrama</i>	<i>repetita</i>	Warren, 1905	BOLD:AAB4400	194*
Boarmiini	<i>Perigrama</i>	sp1YB nearbutnotvicina	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG0737	1

Boarmiini	<i>Perigramma</i>	<i>vicina</i>	(Schaus, 1911)	BOLD:AAB1977	46
Boarmiini	<i>Physocleora</i>	BioLep35DHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF5718	5
Boarmiini	<i>Physocleora</i>	<i>pauper</i>	Warren, 1897	BOLD:AAA3403	141*
Boarmiini	<i>Physocleora</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG6535	1
Boarmiini	<i>Physocleora</i>	YB36Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACC9592	570*
Caberini	<i>Aplogompha</i>	<i>chotaria</i>	Schaus, 1898	BOLD:AAA0607	5
Caberini	<i>Erastria</i>	<i>decrepitaria</i>	(Hübner, [1823])	Sin codigo	1
Caberini	<i>Ilexia</i>	<i>picturata</i>	[Schaus (1911)]	BOLD:AAE6300	10
Caberini	<i>Parilexia</i>	cermalaDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB4920	21
Caberini	<i>Parilexia</i>	cermalaDHJ04	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:ABZ1395	23
Caberini	<i>Parilexia</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABZ2126	93*
Caberini	<i>Perissopteryx</i>	<i>submarginata</i>	(Schaus, 1911)	BOLD:AAE0584	9
Caberini	<i>Sphacelodes</i>	<i>vulneraria</i>	(Hübner, 1823)	BOLD:AAA2701	125*
Caberini	<i>Thysanopyga</i>	abdominariaDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB5658	11
Caberini	<i>Thysanopyga</i>	<i>amarantha</i>	Debauche, 1937	BOLD:AAB8378	206*
Ennomini	<i>Eusarca</i>	cayennariaDHJ04	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:ACF4198	3
Ennomini	<i>Eusarca</i>	<i>nemora</i>	(Druce, 1892)	BOLD:AAA0825	137*

Ennomini	<i>Eusarca</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Ennomini	<i>Eusarca</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	2
Ennomini	<i>Eusarca</i>	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEN6111	6
Ennomini	<i>Eusarca</i>	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFS4234	1
Ennomini	<i>Eusarca</i>	YB06Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9585	119*
Ennomini	<i>Eusarca</i>	YB07Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7677	16
Ennomini	<i>Herbita</i>	<i>lilacina</i>	(Warren, 1897)	BOLD:AAA0661	13
Ennomini	<i>Herbita</i>	medonaDHJ03	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAI8411	1
Ennomini	<i>Herbita</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7675	57
Ennomini	<i>Herbita</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAP5520	1
Ennomini	<i>Isochromodes</i>	Janzen63	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAA0730	12
Ennomini	<i>Leucula</i>	<i>festiva</i>	(Cramer, [1775])	BOLD:AAI7494	110*
Ennomini	<i>Nematocampa</i>	<i>completa</i>	Warren, 1904	BOLD:AAA8101	3
Ennomini	<i>Nepheloleuca</i>	<i>illiturata</i>	Guenée, [1858]	BOLD:AAA0694	5
Ennomini	<i>Oxydia</i>	<i>apidania</i>	(Cramer, [1779])	BOLD:ACF3048	413*
Ennomini	<i>Oxydia</i>	<i>vesulia</i>	(Cramer, [1779])	BOLD:AAA5961	100*
Ennomini	<i>Paragonia</i>	crurariaDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC5786	627*

Ennomini	<i>Paragonia</i>	crurariaDHJ06	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB6970	483*
Ennomini	<i>Paragonia</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACE9929	48
Ennomini	<i>Paragonia</i>	tasimaDHJ03	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC2466	7
Ennomini	<i>Patalene</i>	<i>aenetusaria</i>	(Walker, 1860)	BOLD:AAA7544	64*
Ennomini	<i>Patalene</i>	<i>asychisaria</i>	(Walker, 1860)	BOLD:ABX6051	12
Ennomini	<i>Patalene</i>	<i>chaonia</i>	(Druce, 1887)	BOLD:AAB3118	23
Ennomini	<i>Patalene</i>	<i>falcularia</i>	(Sepp, [1852])	BOLD:AAA0829	12
Ennomini	<i>Patalene</i>	<i>hamulata</i>	(Guenée, [1858])	BOLD:AAA7956	358*
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp10YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp11YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp12YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	3
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp2YB nearbutnothamulata	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAF8165	7
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABU8891	36
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABZ0297	32
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABV5503	33
Ennomini	<i>Patalene</i>	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	4
Ennomini	<i>Patalene</i>	YB04Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL6869	119*

Ennomini	<i>Phyllodonta</i>	BioLep03	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF6299	1
Ennomini	<i>Phyllodonta</i>	indeterminataDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC7489	2
Ennomini	<i>Polla</i>	<i>hemeraria</i>	Dyar, 1910	BOLD:AAB9036	4
Ennomini	<i>Prochoerodes</i>	<i>striata</i>	(Stoll, [1790])	BOLD:AAC9373	25
Ennomini	<i>Rhomboptila</i>	<i>brantsiata</i>	(Snellen, 1874)	BOLD:AAB2393	113*
Ennomini	<i>Sericoptera</i>	<i>area</i>	(Cramer, [1775])	BOLD:AAB4411	5
Ennomini	<i>Tmetomorpha</i>	<i>bitias</i>	(Druce, 1892)	BOLD:AEF2821	1
Ennomini	<i>Trotopera</i>	oliviferaYB01Pa	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7672	103*
Ennomini	<i>Urepione</i>	YB01Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM0165	16
Ennomini	<i>Urepione</i>	YB02Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7674	2
Euphyiini	<i>Euphyia</i>	BioLep584	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAZ2948	2
Indeterminado	<i>Cimicodes</i>	sp1YB nearalbicosta	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL6144	87*
Indeterminado	<i>Epimecis</i>	<i>conjugaria</i>	Guenée, [1858]	BOLD:AAB5568	861*
Indeterminado	<i>Epimecis</i>	<i>plumbilinea</i>	(Warren, 1905)	BOLD:AAA6719	3
Indeterminado	<i>Euclysia</i>	<i>angustitincta</i>	Schaus, 1923	BOLD:AAB4973	19
Indeterminado	<i>Euclysia</i>	dentifasciataDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB4974	34
Indeterminado	<i>Euclysia</i>	dentifasciataDHJ03	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF5027	33

Indeterminado	<i>Indeterminado</i>	Indeterminado	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Indeterminado	<i>Near Nephodia</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM6966	5
Macariini	<i>Macaria</i>	AH01Pe	Morfoespecie, determinada por Axel Hausmann	Sin codigo	4
Macariini	<i>Macaria</i>	<i>approximaria</i>	Walker, 1861	BOLD:AAB9030	225*
Macariini	<i>Macaria</i>	<i>approximata</i>	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAD3900	25
Macariini	<i>Macaria</i>	<i>perpendicularata</i>	Guenée, [1858]	BOLD:AEM6421	277*
Macariini	<i>Macaria</i>	<i>regulata</i>	Fabricius, 1775	BOLD:AAA0831	48
Macariini	<i>Macaria</i>	sp10YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM6710	1
Macariini	<i>Macaria</i>	sp12YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Macariini	<i>Macaria</i>	sp14YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAJ2423	1
Macariini	<i>Macaria</i>	sp2YB neargambarina	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAJ2438	2
Macariini	<i>Macaria</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7676	2
Macariini	<i>Macaria</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEN0173	3
Macariini	<i>Macaria</i>	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEM7926	22
Macariini	<i>Semiothisa</i>	<i>arenisca</i>	(Dognin, 1896)	BOLD:ACE9595	2
Macariini	<i>Semiothisa</i>	<i>gambaria</i>	Hübner, 1818	BOLD:AAI7102	32
Macariini	<i>Semiothisa</i>	<i>praelongata</i>	Warren, 1900	Sin codigo	1

Nacophorini	<i>Betulodes</i>	matharmaYB01Pn	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL6840	312*
Nacophorini	<i>Ischnopteris</i>	bifinitaDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB3441	27
Nacophorini	<i>Thyrinteina</i>	<i>arnobia</i>	(Stoll, 1782)	BOLD:AAA0688	14
Odontoperini	<i>Pero</i>	<i>amanda</i>	(Druce, 1898)	BOLD:AAA1299	6
Odontoperini	<i>Pero</i>	<i>boa</i>	Poole, 1987	BOLD:AAW1213	1
Odontoperini	<i>Pero</i>	delautaDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAA9771	2
Odontoperini	<i>Pero</i>	<i>plagodiata</i>	(Warren, 1897)	BOLD:AAE6174	2
Odontoperini	<i>Pero</i>	polygonariaDHJ04	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB5547	12
Odontoperini	<i>Pero</i>	polygonariaDHJ05	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:ACC8342	13
Odontoperini	<i>Pero</i>	<i>registrada</i>	Poole, 1987	BOLD:AAI4795	1
Odontoperini	<i>Pero</i>	<i>rumina</i>	(Druce, 1892)	BOLD:AAW0123	3
Odontoperini	<i>Pero</i>	sp2YB nearlignata	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACC8168	4
Odontoperini	<i>Pero</i>	sp3YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG2286	4
Odontoperini	<i>Pero</i>	<i>stuposaria</i>	(Guenée, [1858])	BOLD:AAI4796	1
Palyadini	<i>Opisthoxia</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL5986	558*
Palyadini	<i>Opisthoxia</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG2698	1
Palyadini	<i>Palyas</i>	<i>pallicosta</i>	(Felder & Rogenhofer, 1875)	BOLD:AAL6532	266*

Palyadini	<i>Phrygionis</i>	<i>privignaria</i>	(Guenée, 1857)	BOLD:AAA8420	12
Pyriniini	<i>Acrotomia</i>	<i>viminaria</i>	(Herrich-Schäffer, [1855])	Sin codigo	3
Pyriniini	<i>Pyrinia</i>	<i>helvaria</i>	(Herrich-Schäffer, [1854])	BOLD:AAF5948	4035*
Pyriniini	<i>Pyrinia</i>	sp3YB nearbutnotitunaria	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9005	17
Pyriniini	<i>Pyrinia</i>	sp4YB nearbutnotitunaria	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9003	293*

---

**Subfamilia Sterrhinae**

---

Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	BioLep25	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC8690	22
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	<i>insigniata</i>	(Warren, 1900)	BOLD:AAJ7041	1
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	Janzen1330	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB1330	1
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	Janzen264	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAL2673	12
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	melitiaDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAA0635	9
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG6099	1
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAW0024	15
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	sp3YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG3815	2
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAT9106	10
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG2994	48
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG4345	5

Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	Sullivan5807	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	Sin codigo	2
Cosymbiini	<i>Cyclophora</i>	<i>urcearia</i>	(Guenée, [1858])	BOLD:AAL5808	130*
Cosymbiini	<i>Hemipterodes</i>	<i>rotundata</i>	Dognin, 1911	BOLD:AAA0872	114*
Cosymbiini	<i>Pleuroprucha</i>	Janzen215	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAL2703	1
Cosymbiini	<i>Pleuroprucha</i>	<i>rudimentaria</i>	(Guenée, 1858)	BOLD:AAB9655	51
Cosymbiini	<i>Pleuroprucha</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9000	5
Cosymbiini	<i>Pleuroprucha</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAB9657	26
Cosymbiini	<i>Pleuroprucha</i>	sp3YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	33
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	<i>ambagifera</i>	(Warren, 1897)	BOLD:AAN5609	39
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	<i>caparonensis</i>	Prout, 1938	BOLD:AAL5861	196*
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	fulvescensDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAE1546	694*
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	Janzen05	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC8074	14
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	Janzen08	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB2637	4
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	Janzen216	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAL2702	2
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	Janzen226	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF9484	20
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	Janzen265	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB2638	4
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	Janzen266	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AEM7148	14

Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	<i>miniata</i>	(Druce, 1899)	BOLD:AAD8745	14
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	<i>peplumaria</i>	(Schaus, 1912)	BOLD:AAF5033	320*
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp13YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL8992	25
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp14YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG3163	9
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp17YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7681	124*
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp19YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEM8771	42
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp1YB nearillimitata	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAC0303	22
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp20YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM6708	198*
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp21YB nearminiata	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACC7952	7
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp22YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG2643	5
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp23YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACC9627	15
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp24YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp27YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEN7743	2
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp29YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	5
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp2YB nearfulvescens	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL5976	1026*
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9285	3
Cyllopodini	<i>Semaeopus</i>	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL8995	50

Cyllopodini	<i>Semaepopus</i>	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL8999	46
Cyllopodini	<i>Semaepopus</i>	sp9YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9002	442*
Cyllopodini	<i>Smicropus</i>	<i>ochra</i>	(Druce, 1899)	BOLD:ACC8244	1
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	BioLep51	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC5470	12
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	BioLep71	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAL2683	32
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	<i>quadrigata</i>	(Felder, 1875)	BOLD:ACC9565	17
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL9006	80*
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAN7333	15
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ADN0788	2
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABY4685	4
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEN5638	35
Cyllopodini	<i>Tricentra</i>	sp9YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFT1828	1
Cyllopodini	<i>Trygodes</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL6918	47
Cyllopodini	<i>Trygodes</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEN0505	5
Haemaleini	<i>Leptostales</i>	angulataDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC6844	5
Haemaleini	<i>Pseudasellodes</i>	<i>fenestraria</i>	(Guenée, [1858])	BOLD:AAB0732	9
Indeterminado	geoBioLep01	BioLep570	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB9656	3

Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	2
Indeterminado	Near Semaepus	caparonensis	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFS9875	6
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL8996	80*
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp3YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABV4860	1
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL8997	16
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM6709	23
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM6707	28
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACF1340	9
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEM8853	3
Indeterminado	Sterrhinae unknown genus	sp9YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFS6555	2
Mecoceratini	<i>Ametris</i>	<i>nitocris</i>	(Cramer, [1780])	BOLD:ABY5737	9
Mecoceratini	<i>Ergavia</i>	sp1YBnearcarinenta	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACC9669	16
Mecoceratini	<i>Ergavia</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM0333	4
Mecoceratini	<i>Macrotis</i>	<i>commatica</i>	(Prout, 1916)	BOLD:AEN5241	1
Sterrhini	<i>Idaea</i>	subfervensDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB6314	65*
Sterrhini	<i>Tricentrogyna</i>	<i>violescens</i>	(Schaus, 1901)	BOLD:ACF0468	8

---

**Subfamilia Geometrinae**

---

Dyspteridini	<i>Dyspteris</i>	Janzen02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAK9847	314*
Dyspteridini	<i>Dyspteris</i>	Janzen05	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF6136	4
Dyspteridini	<i>Dyspteris</i>	Janzen09	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:ACB3777	3
Dyspteridini	<i>Dyspteris</i>	<i>tenuivitta</i>	Dognin, 1908	BOLD:AAI7129	1
Hemitheini	<i>Chloropteryx</i>	BioLep03	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAI4239	379*
Hemitheini	<i>Chloropteryx</i>	BioLep06	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAD0689	1
Hemitheini	<i>Chloropteryx</i>	BioLep07	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAE2367	11
Hemitheini	<i>Chloropteryx</i>	dealbataDHJ01	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAE2366	45
Hemitheini	<i>Oospila</i>	<i>albicoma</i>	(Felder & Rogenhofer, 1875)	BOLD:AAA6507	5
Hemitheini	<i>Oospila</i>	<i>atopochlora</i>	Prout, 1933	BOLD:AAX0522	23
Hemitheini	<i>Oospila</i>	BioLep06	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAE5058	23
Hemitheini	<i>Oospila</i>	<i>confluaria</i>	(Warren, 1906)	BOLD:ABU8984	141*
Hemitheini	<i>Oospila</i>	<i>confundaria</i>	(Möschler, 1890)	BOLD:AAB0918	62*
Hemitheini	<i>Oospila</i>	dicraspedaDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAE1158	13
Hemitheini	<i>Oospila</i>	<i>rosipara</i>	(Warren, 1897)	BOLD:AAE5072	7
Hemitheini	<i>Oospila</i>	sp1YB nearvenezuelata	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAI1663	7
Hemitheini	<i>Oospila</i>	sp5YB nearatopochlora	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFS1506	5

Hemitheini	<i>Oospila</i>	sp6YB nearatopochlora	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFS1505	1
Indeterminado	Geometrinae unknown genus	sp11YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Indeterminado	Geometrinae unknown genus	sp12YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG5675	17
Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado	Morfoespecies, determinada por Yves Basset	Sin codigo	26
Nemoriini	<i>Hydata</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABU8639	18
Nemoriini	<i>Lissochlora</i>	<i>manostigma</i>	(Dyar, 1912)	BOLD:AAD1428	15
Nemoriini	<i>Neagathia</i>	<i>corruptata</i>	(Felder & Rogenhofer, 1875)	Sin codigo	6
Nemoriini	<i>Neagathia</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AFS0260	1
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	<i>carolinae</i>	Pitkin, 1993	BOLD:AAW0066	3
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	Janzen05	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAC8935	14
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	<i>parcipuncta</i>	(Dognin, 1908)	BOLD:AAW1131	1
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	<i>scriptaria</i>	(Hübner, [1823])	BOLD:AAC1919	168*
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAX6219	10
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Nemoriini	<i>Nemoria</i>	sp8YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	<i>pupillata</i>	Warren, 1897	BOLD:AAD3496	244*
Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	pupillataDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAB0438	35

Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	sp10YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7262	107*
Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	sp2YB nearpupillata	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	2
Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABV4854	1
Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	sp6YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7261	8
Nemoriini	<i>Phrudocentra</i>	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABU8941	1
Nemoriini	<i>Synchlora</i>	<i>expulsata</i>	(Walker, 1861)	BOLD:AAD5438	29
Nemoriini	<i>Synchlora</i>	<i>frondaria</i>	Guenée, [1858]	BOLD:AAA5692	7
Nemoriini	<i>Synchlora</i>	<i>gerularia</i>	(Hübner, [1823])	BOLD:AAA0783	705*
Nemoriini	<i>Synchlora</i>	<i>pulchrifimbria</i>	(Warren, 1907)	BOLD:AAE2416	940*
Nemoriini	<i>Synchlora</i>	sp3YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAC8844	9
Nemoriini	<i>Synchlora</i>	<i>tenuimargo</i>	(Warren, 1905)	BOLD:AAK1460	18
Nemoriini	<i>Tachyphyle</i>	<i>acuta</i>	Butler, 1881	BOLD:AAC8675	3
Nemoriini	<i>Tachyphyle</i>	<i>albisparsa</i>	Warren, 1907	BOLD:AAL2650	4
Nemoriini	<i>Tachyphyle</i>	sp2YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAM8838	2
Nemoriini	<i>Tachyphyle</i>	<i>undilineata</i>	Warren, 1900	BOLD:AAD3973	8

---

**Subfamilia Larentiinae**

---

Eudulini	<i>Pseudomennis</i>	<i>bipennis</i>	(Walker, 1854)	BOLD:AAD7727	11
----------	---------------------	-----------------	----------------	--------------	----

Eudulini	<i>Pseudomennis</i>	sp1YB nearbipennis	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Asthenini	<i>Eois</i>	<i>apyraria</i>	(Guenée, [1858])	BOLD:AAL5623	3
Asthenini	<i>Eois</i>	BioLep215	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAF5807	3
Asthenini	<i>Eois</i>	BioLep583	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAT8769	1
Asthenini	<i>Eois</i>	<i>cedon</i>	(Druce, 1892)	BOLD:AAA0673	4
Asthenini	<i>Eois</i>	<i>dibapha</i>	(Schaus, 1912)	BOLD:AAL2396	11
Asthenini	<i>Eois</i>	<i>guapa</i>	(Schaus, 1912)	BOLD:AAJ0830	5
Asthenini	<i>Eois</i>	Janzen20	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	Sin codigo	1
Asthenini	<i>Eois</i>	<i>russearia</i>	Hübner, 1818	BOLD:AEN6572	12
Asthenini	<i>Eois</i>	sp4YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ABU9575	1
Asthenini	<i>Eois</i>	sp5YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG2014	2
Asthenini	<i>Eois</i>	sp7YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AEN6215	9
Asthenini	<i>Eois</i>	<i>undulosata</i>	(Warren, 1901)	BOLD:AAJ0826	77*
Clado sin nombre	<i>Disclisioprocta</i>	BioLep198	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAD0224	1
Eudulini	<i>Eubaphe</i>	<i>conformis</i>	(Walker, 1854)	BOLD:ACE9304	224*
Eudulini	<i>Eubaphe</i>	medeaDHJ02	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:ACE9307	2
Eudulini	<i>Eudulophasia</i>	<i>invaria</i>	(Walker, 1854)	BOLD:AAF1708	1

Eupitheciini	<i>Eupithecia</i>	BioLep132	Morfoespecie, determinada por Daniel Janzen	BOLD:AAY2876	5
Eupitheciini	<i>Eupithecia</i>	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACC9655	905*
Indeterminado	Near Ophiogramma	sp1YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL7673	55
Indeterminado	Geometridae unknown genus	sp118YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:ACG2015	6
Indeterminado	Geometridae unknown genus	sp120YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	Sin codigo	1
Indeterminado	Geometridae unknown genus	sp58YB	Morfoespecie, determinada por Yves Basset	BOLD:AAL8991	47

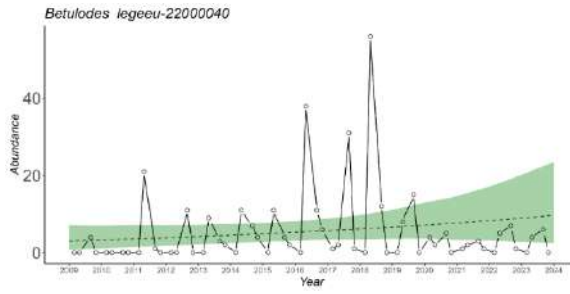


Figura 15 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Betulodes matharma*YB01Pn

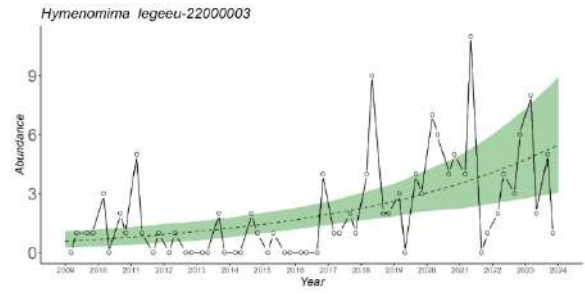


Figura 19 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Hymenomima memor*DHJ01

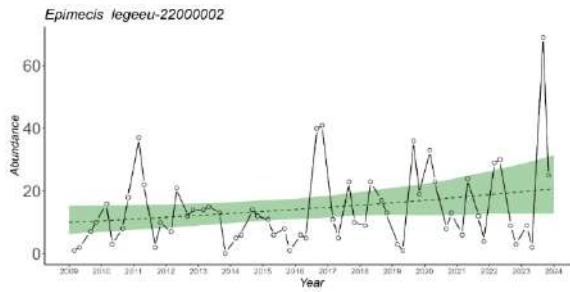


Figura 16 Modelo poblacional de año y mes de *Epimecis conjugaria*

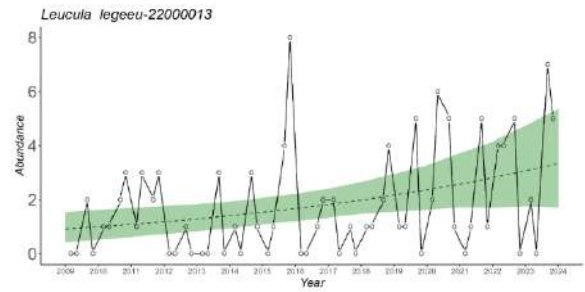


Figura 20 Modelo poblacional de año y mes de *Leucula festiva*

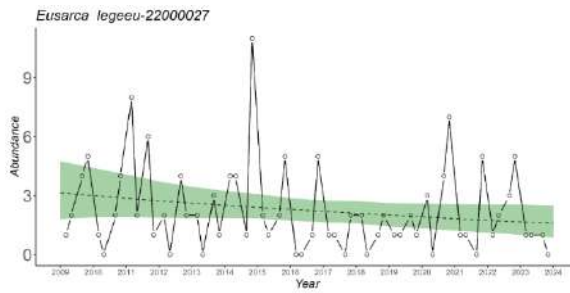


Figura 17 Modelo poblacional de año y mes de *Eusarca nemora*

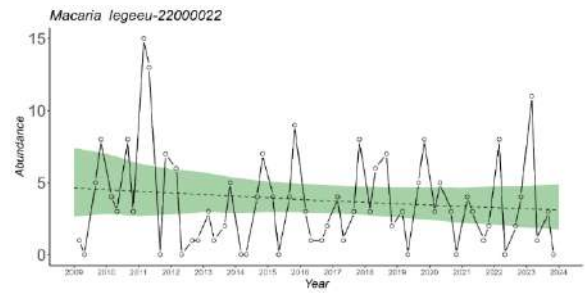


Figura 21 Modelo poblacional de año y mes de *Macaria approximaria*

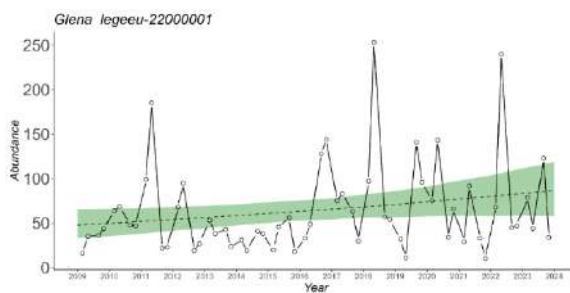


Figura 18 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Glana Janzen*05

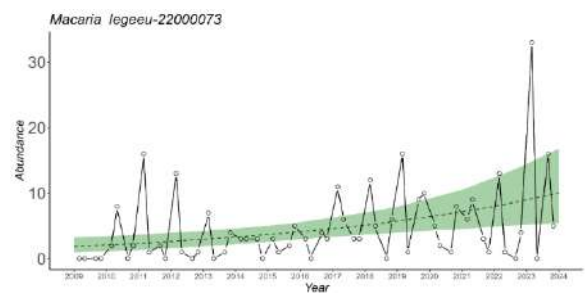


Figura 22 Modelo poblacional de año y mes de *Macaria perpendicularata*

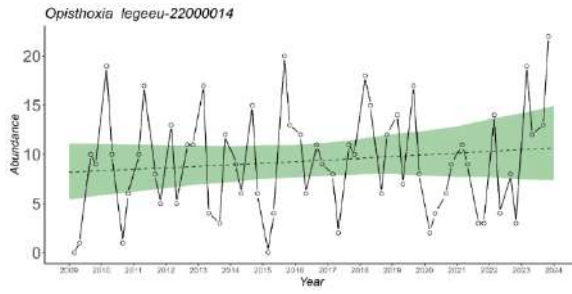


Figura 23 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Opisthoxia* sp1YB

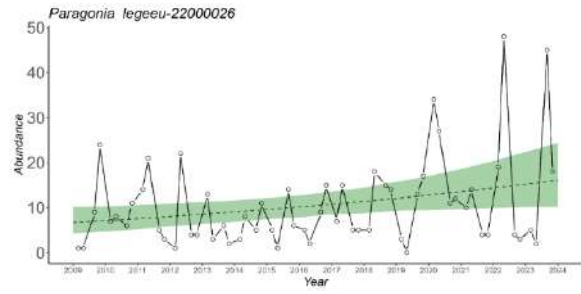


Figura 27 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Paragonia* crurariaDHJ02

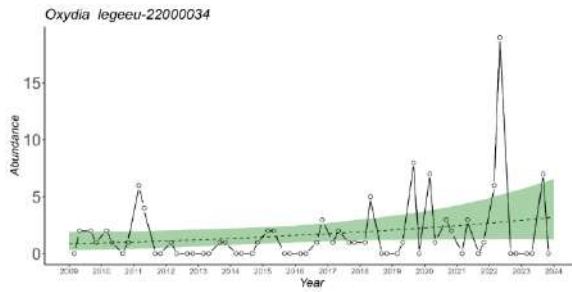


Figura 24 Modelo poblacional de año y mes de *Oxydia* vesulia

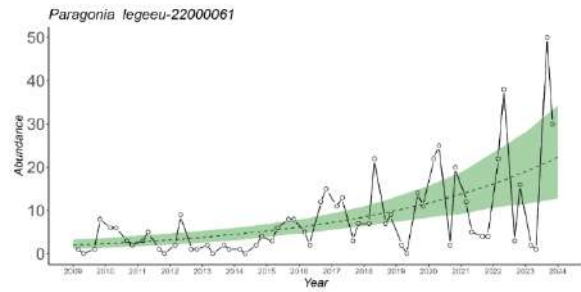


Figura 28 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie de *Paragonia* cruraria DHJ06

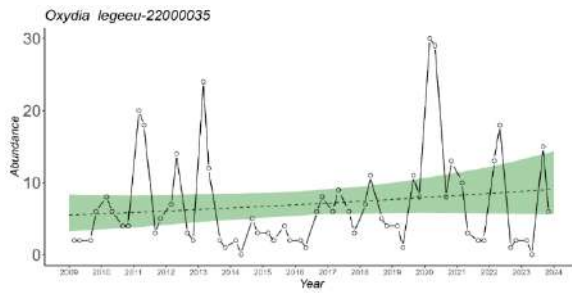


Figura 25 Modelo poblacional de año y mes de *Oxydia* apidania

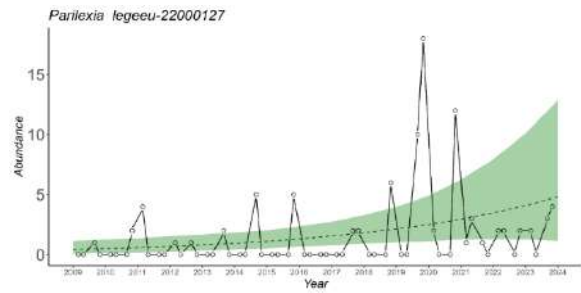


Figura 29 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Parilexia* sp5YB

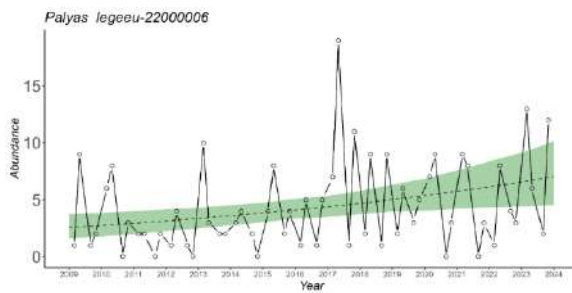


Figura 26 Modelo poblacional de año y mes de *Palyas* pallicosta

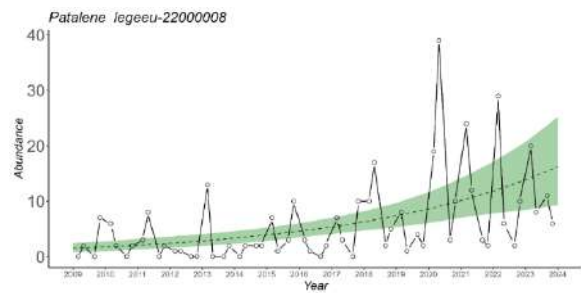


Figura 30 Modelo poblacional de año y mes de *Patalene* hamulata

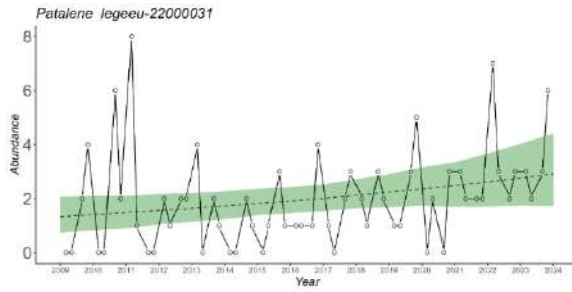


Figura 31 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Patalene* YB04Pn

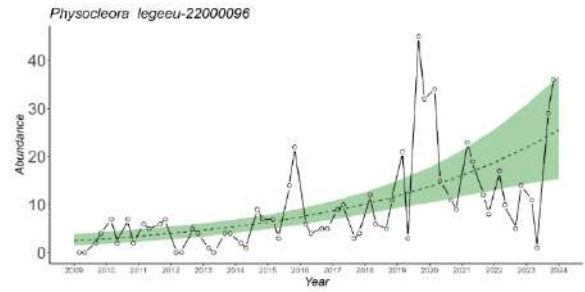


Figura 35 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Physocleora* YB36Pn

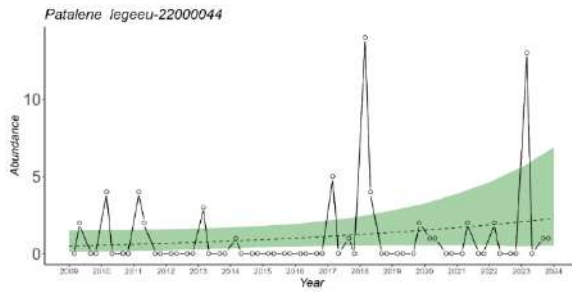


Figura 32 Modelo poblacional de año y mes de *Patalene aenetusaria*

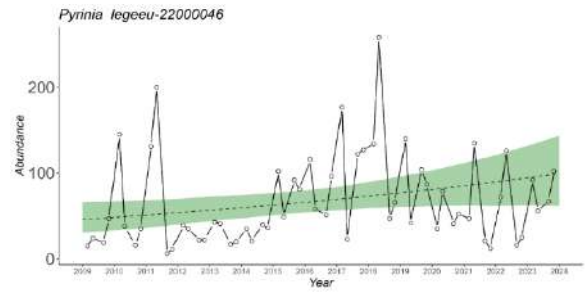


Figura 36 Modelo poblacional de año y mes de *Pyrinia helvaria*

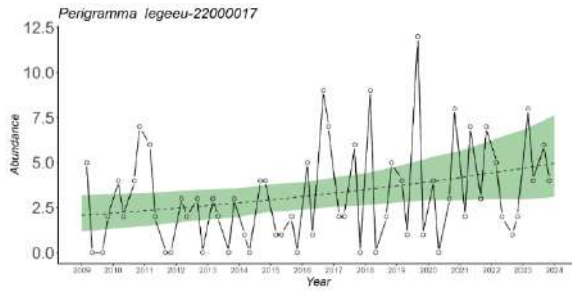


Figura 33 Modelo poblacional de año y mes de *Perigramma repetita*

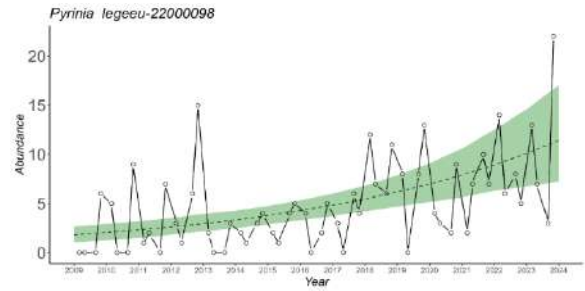


Figura 37 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Pyrinia* sp4YBnearbutnotitunaria

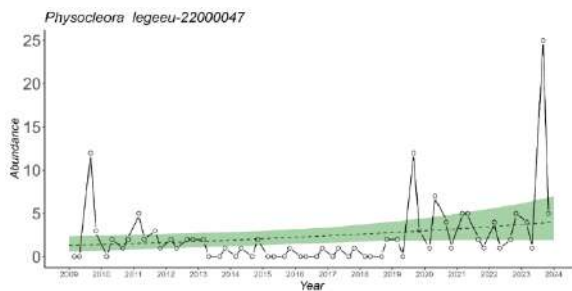


Figura 34 Modelo poblacional de año y mes de *Physocleora pauper*

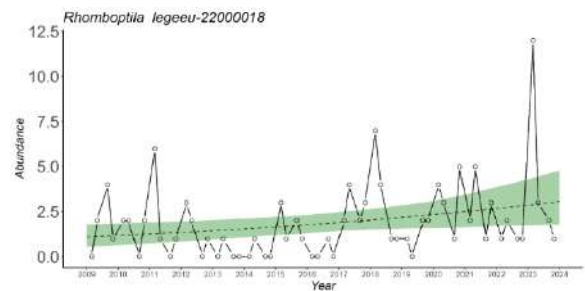


Figura 38 Modelo poblacional de año y mes de *Rhomboptila brantsiata*

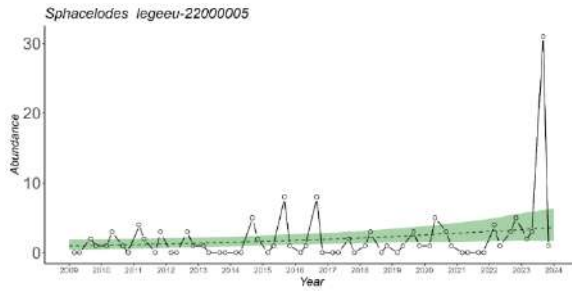


Figura 39 Modelo poblacional de año y mes de *Sphacelodes vulneraria*

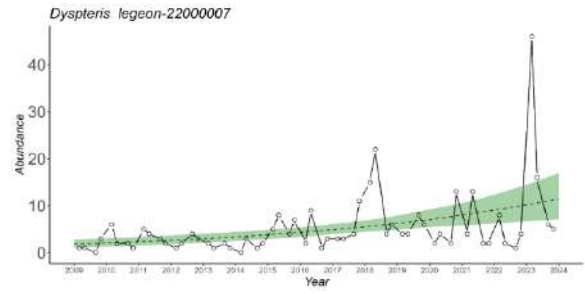


Figura 43 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Dyspters Janzen02*

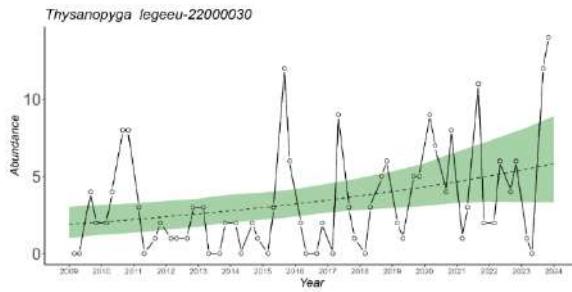


Figura 40 Modelo poblacional de año y mes de *Thysanopyga amarantha*

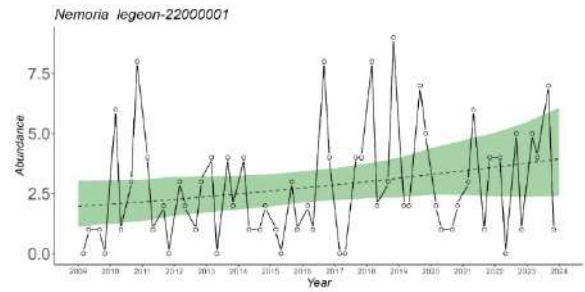


Figura 44 Modelo poblacional de año y mes de *Nemoria scriptaria*

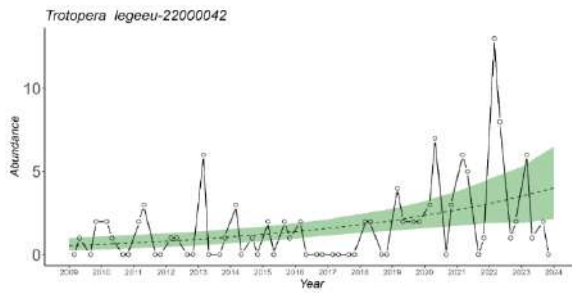


Figura 41 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Trotopera olivifera YB01Pa*

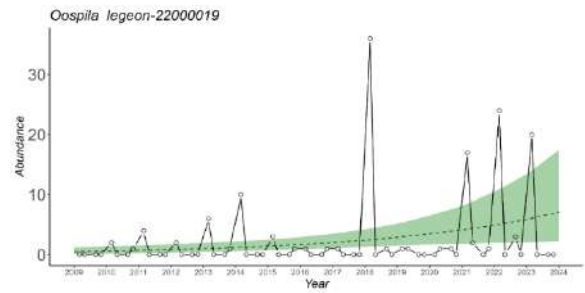


Figura 45 Modelo poblacional de año y mes de *Oospila confluaria*

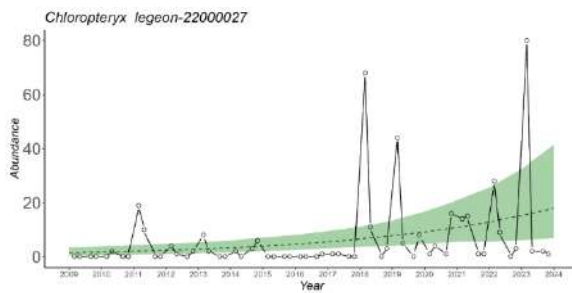


Figura 42 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Chloropteryx BioLep03*

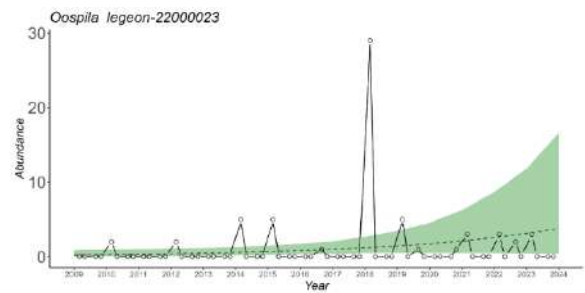


Figura 46 Modelo poblacional de año y mes de *Oospila confundaria*

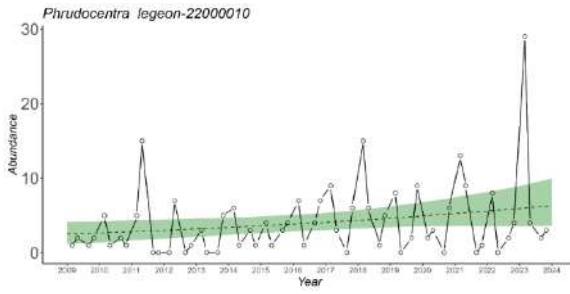


Figura 47 Modelo poblacional de año y mes de *Phrudocentra pupillata*

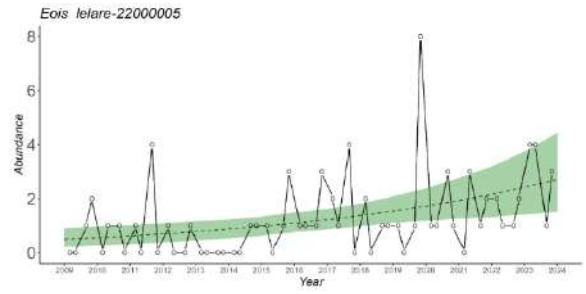


Figura 51 Modelo poblacional de año y mes de *Eois undulosata*

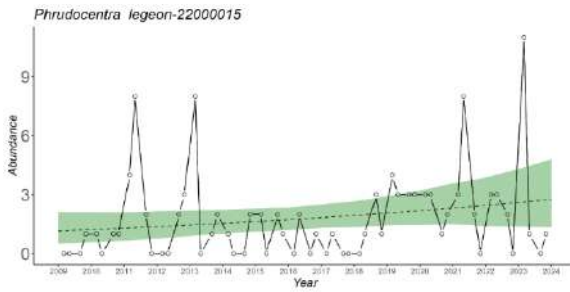


Figura 48 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Phrudocentra sp10YB*

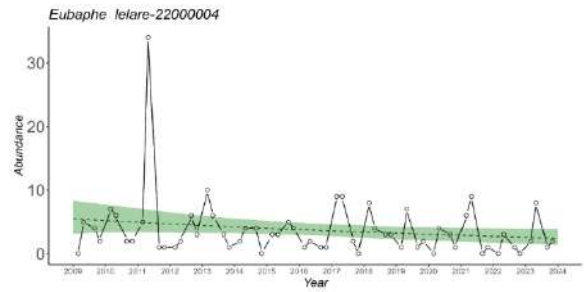


Figura 52 Modelo poblacional de año y mes de *Eubaphe conformis*

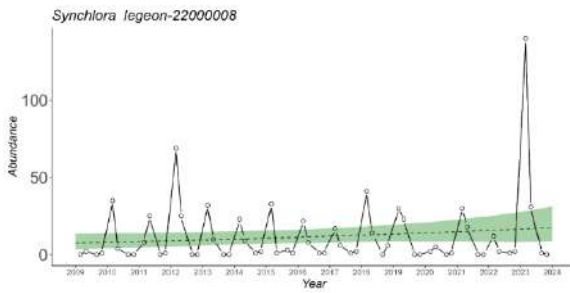


Figura 49 Modelo poblacional de año y mes de *Synchlora gerularia*

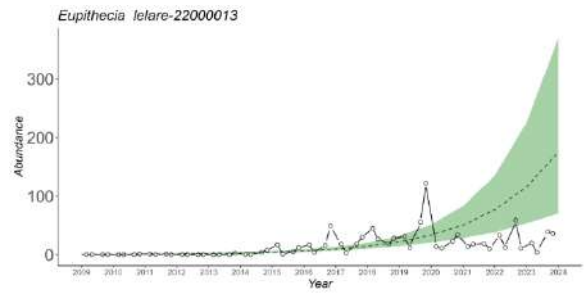


Figura 53 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Eupithecia sp1YB*

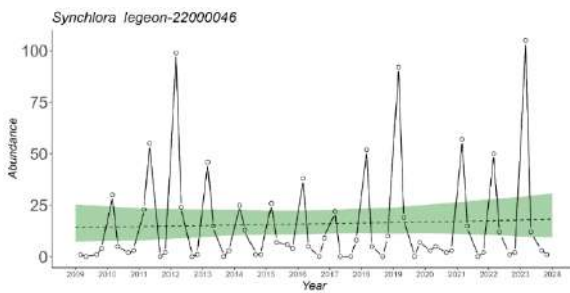


Figura 50 Modelo poblacional de año y mes de *Synchlora pulchrifimbria*

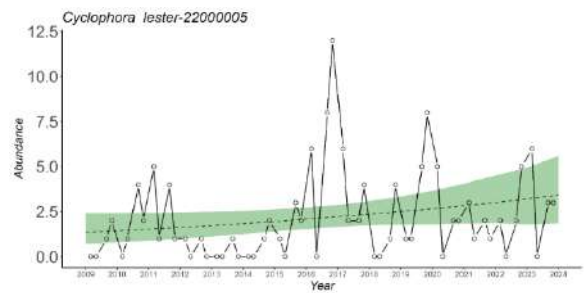


Figura 54 Modelo poblacional de año y mes de *Cyclophora urcearia*

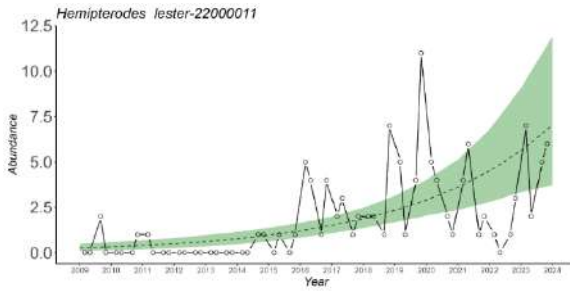


Figura 55 Modelo poblacional de año y mes de *Hemipterodes rotundata*

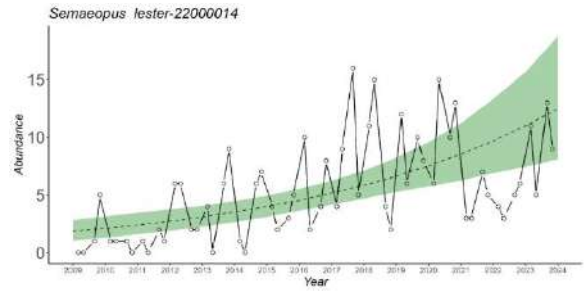


Figura 59 Modelo poblacional de año y mes de *Semaepus peplumaria*

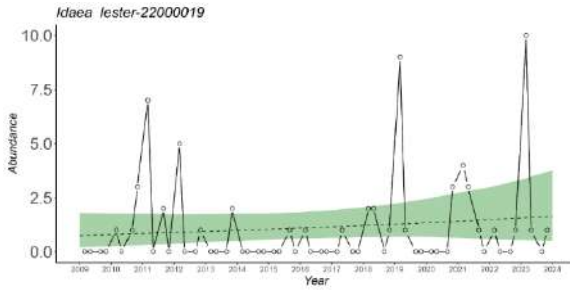


Figura 56 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Idaea subfervens*DHJ01

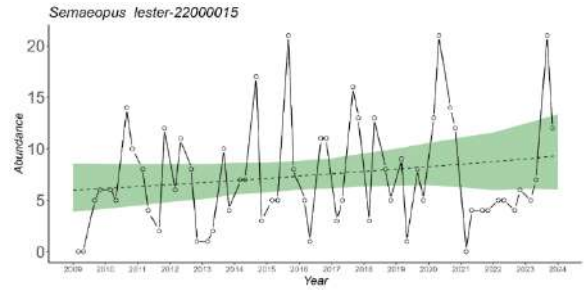


Figura 60 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Semaepus sp9YB*

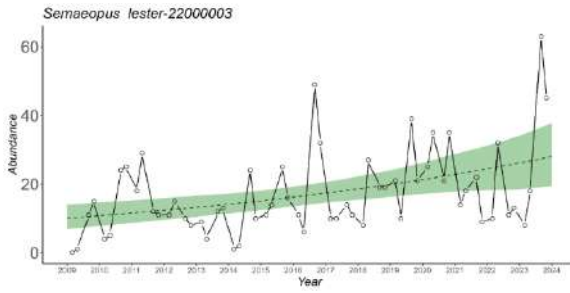


Figura 57 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Semaepus sp2YBnearfulvescens*

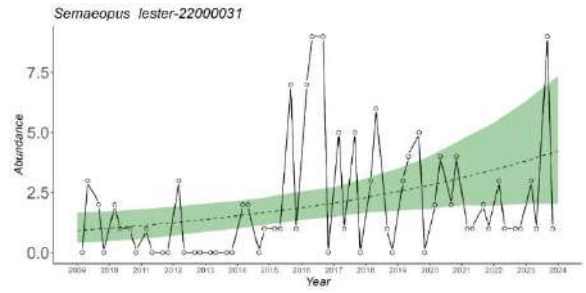


Figura 61 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Semaepus sp17YB*

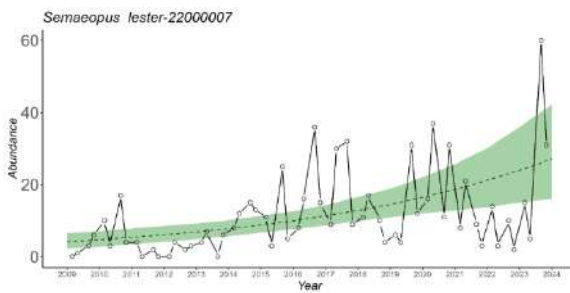


Figura 58 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Semaepus fulvescens*DHJ01

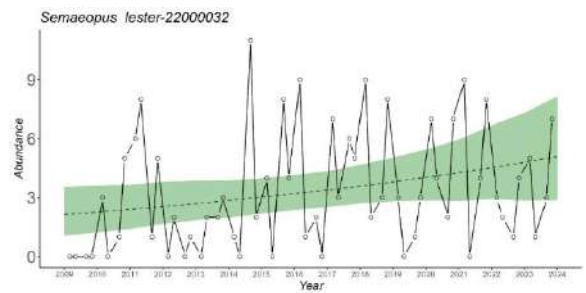


Figura 62 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Semaepus sp20YB*

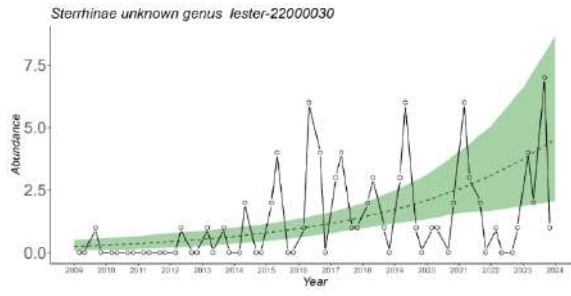


Figura 63 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Sterrhinae unknown genus sp1YB*

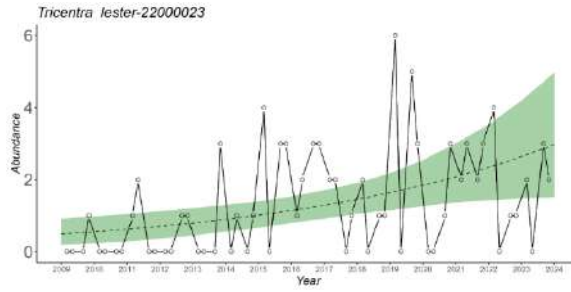


Figura 64 Modelo poblacional de año y mes de la morfoespecie *Tricentra sp1YB*