



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**ESTADOS LARVALES DE LEPIDOPTERA EN EL
BOSQUE DE CHAPULTEPEC, CIUDAD DE MÉXICO,
MÉXICO: LISTA DE ESPECIES Y GUÍA
FOTOGRAFICA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

LUISA FERNANDA LÓPEZ ARAMBARRI



**DIRECTORA DE TESIS:
DRA. MARYSOL TRUJANO ORTEGA**

CIUDAD DE MÉXICO, 2025



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Agradecimientos institucionales

Agradecemos a Mónica Pacheco, Martín Aguilar y a Juana Osorio de la Dirección de Gestión del Bosque de Chapultepec, a la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA) y a la Secretaría de Defensa Nacional (SEDENA) por el apoyo logístico en campo.

Agradezco al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología por el apoyo para la realización de este proyecto (CONAHCyT-300197 y CONAHCyT-284966). Las colectas fueron realizadas bajo el permiso (FAUT-0247) conferido a Marysol Trujano-Ortega por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

A mi directora de tesis, la Dra. Marysol Trujano Ortega por su apoyo, conocimiento y orientación en la realización de este proyecto.

A mis sinodales el Dr. Carlos Rafael Cordero-Macedo, Dra. María Magdalena Ayala-Hernández, M. en C. María de las Mercedes Luna-Reyes y Dr. Alejandro Córdoba-Aguilar por sus valiosos comentarios y aportaciones.

A Jesús Martín Tapia-González por su apoyo con los análisis estadísticos.

Dr. Uri Omar García-Vázquez por su apoyo en campo y a Meyali en el montaje de los adultos.

Dr. Omar Ávalos-Hernández y Dra. María Magdalena Ayala-Hernández por su apoyo en la identificación de los parasitoides y las plantas huésped.

Dr. Jorge Enrique Llorente-Bousquets y al M. en C. Armando Luis-Martínez por el espacio de trabajo en la Colección del Museo de Zoología en la cual fueron curados y depositados los ejemplares.

A Daniela Quintos Baez y Andrea Granillo, por sus comentarios y correcciones para mejorar la escritura de este texto.

A la UNAM y Facultad de Ciencias por brindar mi educación.



Agradecimientos personales

A mi mamá, por su apoyo incondicional en mi vida, mis estudios y durante la realización de este proyecto, por haberme acompañado sin falta a cada uno de los muestreos, por compartir esta experiencia y dejarse contagiar de mi pasión por los animales. Por escucharme hablar sin parar de mi carrera, por impulsarme a ser mejor persona y nunca dejarme rendir. Te amo de aquí hasta la luna.

A mis hermanas, Olivia y Ericka, por apoyarme desde casa o a la distancia. Gracias por ser un increíble ejemplo, por crecer conmigo y por alentarme a seguir haciendo lo que me apasiona. Son fuente de inspiración y admiración siempre. Las amo mucho.

A mi papá, por apoyarme a estudiar lo que me gusta y con lo que necesitara a lo largo de la carrera. Por las largas pláticas de cualquier tema y por el interés en lo que hago.

A Sally y a Mikasa, mis compañeras de vida.

A mi segunda familia, mis amistades, quienes me han apoyado, aguantado y escuchado todo el camino desde que nos conocemos: Miri, Ciel, Vivian, Bonilla, Jorge y Christian, les amo y agradezco por todas las risas y recuerdos. Y especiales gracias a Miri, sin ella nunca hubiera logrado entender los tramites escolares.

Mis bioamistades, que nos unió la biología, conservación y protección de nuestro planeta: Andy, Fer, Samari, Miriam, Sebas, Frida, Anahí y Cass, lxs quiero mucho falsos. Y a todxs aquellxs biologxs que me han inspirado a lo largo de la carrera, que conocí en las aulas, en mi servicio social y en el campo, que admiro y ahora son mis amistades y futuros colegas: Christian, Daniel, Mariana, Lorena, Perla, Javier, Emilio, Tony y demás compañeros de la CNAR, Museo de Zoología y la carrera. Gracias a todxs por contagiarme de su pasión por la biología, enseñarme con paciencia y compartir experiencias conmigo.

Gracias también a todas las personas que me acompañaron a los muestreos sin importar que día de la semana fuera, gracias por hacer este proyecto posible: Olivia, Marysol, Uri, Christian, Emilio, Pipoz, Betza, Ciel, Ariel y Edgar.

Y a todos los animales que me han permitido aprender sobre biología, manejo de fauna y fotografía.



A mi mami,
gracias por tu paciencia y amor.





ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	6
Estados inmaduros de Lepidoptera	6
Caracteres morfológicos y diagnósticos de las orugas	7
Trabajos con enfoque en el estado larval de Lepidoptera en México	9
Lepidoptera en ambientes urbanos	10
Estudios realizados en Chapultepec y su diversidad	11
La fotografía como herramienta en la ciencia	13
OBJETIVOS	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Área de estudio	16
Muestras	18
Análisis estadístico	24
RESULTADOS	26
Lista de especies	26
Distribución de los estados larvales en el Bosque de Chapultepec	47
Diversidad	52
Interacciones ecológicas	54
DISCUSIÓN	57
Muestreo, crianza y preservación	57
Determinación taxonómica	58
Lista de especies	59
Distribución de los estados larvales en el Bosque de Chapultepec	62
Interacciones biológicas	63
Fotografía	65
CONCLUSIONES	66
LITERATURA CITADA	67
APÉNDICE I	68
APÉNDICE II	68



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Lista de taxones de las orugas de Lepidoptera en el Bosque de Chapultepec. Se muestran los taxones con identificación a nivel de género y especie. El arreglo taxonómico de las superfamilias sigue a Hernández-Mejía *et al.* (2008), Beutelspacher-Baigts (2013) y Kawahara *et al.* (2019). ▲ Endémicos a México.

Cuadro 2. Características de los estados larvales de las especies pertenecientes a Papilionoidea, su presencia a lo largo del tiempo y de las secciones del Bosque de Chapultepec (BC), Ciudad de México, México. Se menciona su ubicación en las plantas y sus hábitos de alimentación. Las fotografías corresponden a los últimos dos estadios de la oruga. La línea negra indica la escala de 10 mm exceptuando a *Leptotes marina*.

Cuadro 3. Características de los estados larvales de las especies pertenecientes a polillas, su presencia a lo largo del tiempo y de las secciones del Bosque de Chapultepec (BC), Ciudad de México, México.

Cuadro 4. Distribución de las orugas de Lepidoptera a lo largo de las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec. Se indica la abundancia de individuos presentes en cada sección y su total. Se indican los taxones exclusivos con un asterisco (*). Primera sección (S1), Segunda sección (S2), Tercera sección (S3) y Cuarta sección (S4).

Cuadro 5. Riqueza específica observada y estimada de los estados larvales de Lepidoptera dentro del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México, México. Las estimaciones son de Chao 1, con un intervalo de confianza del 95% y la completitud (Moreno, 2001; Escalante-Espinosa, 2003; Chao *et al.* 2010) de los muestreos realizados en cada sección del Bosque y de todo el lugar.

Cuadro 6. Diversidad de orugas de Lepidoptera en el Bosque de Chapultepec expresada en Número Efectivo de Especies (NES) para cada sección y en el Bosque de Chapultepec completo. Los datos fueron obtenidos con el índice de entropía de Shannon (Jost, 2006). En comparación se muestra la riqueza observada y la estimada.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caracteres morfológicos básicos presentes en los estados larvales de Lepidoptera, Modelo perteneciente a la familia Glyphipterigidae (modificado de Treadwell, 1996).

Figura 2. Distintos arreglos de los crochets presentes en las pseudopatas. Las figuras A-D ejemplifican la disposición y tamaño de los ganchos (ej. uniserie con arreglo biordinal). Las figuras E-H muestran los diferentes arreglos de los ganchos en la planta de la pseudopata (modificado de Peterson, 1959).

Figura 3. Bosque de Chapultepec, se muestran las cuatro secciones. Los transectos muestreados se indican con un número y una línea o área que representa la distancia muestreada. En azul se muestra la Primera sección, en amarillo la Segunda, en verde la Tercera y en morado la Cuarta sección (mapa obtenido de Google (s.f.) y editado en Google My Maps).

Figura 4. Ambientes de los transectos de la Primera y Segunda sección del Bosque de Chapultepec. Jardín Botánico, Primera sección (a, b); Cárcamos (c) y Hortalizas (d), Segunda sección.

Figura 5. Ambientes de los transectos de la Tercera y Cuarta sección del Bosque de Chapultepec. Barranca (a) y Cerca de casas (b), Tercera sección; Estifnato (c, d), Cuarta sección.

Figura 6. Ficha técnica realizada en un formato didáctico y visual, incluye a las dos especies encontradas de la familia Sphingidae: *Sphinx lugens* e *Hyles lineata*, junto con fotografías del estado larval y del adulto, las áreas donde se puede localizar la oruga dentro del Bosque, junto con información taxonómica y de distribución general. Las fotografías del adulto fueron realizadas por Descouens (2021).

Figura 7. Riqueza observada (negro) y estimada (blanco) de las especies en las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec, con los límites del intervalo de confianza al 95%.

Figura 8. Diversidad de orden 1 de las morfoespecies presentes en el Bosque de Chapultepec por unidades espaciales (secciones). NES es el número efectivo de especies, el cual toma en cuenta la riqueza y la abundancia de las especies.



Figura 9. Dendograma de disimilitud a partir del índice de Bray-Curtis de las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec.

Figura 10. Adulto observado *in situ*. Parasitoide del género *Juriniopsis* (Tachinidae), ataca a distintas familias de Lepidoptera. En el Bosque de Chapultepec se registró parasitando especies de la familia Erebidae y Saturniidae.

Figura 11. Especie *Automeris leucane* (Saturniidae) parasitada por avispa (Braconidae: Hymenoptera). Caso observado en la Cuarta sección.



RESUMEN

Los parques urbanos dentro de las ciudades son espacios clave para mejorar la calidad de vida y proteger la fauna local. Chapultepec es el bosque urbano más grande de Latinoamérica y ofrece importantes servicios ecosistémicos y sociales. En los últimos años se han realizado varios estudios sobre la fauna del parque, entre ellos el de Papilionoidea. Sin embargo, no existen estudios sobre los estados larvales de Lepidoptera, a pesar de que este estado del desarrollo mantiene relaciones estrechas con las plantas de las que se alimenta, así como con invertebrados y vertebrados que se alimentan de las mismas plantas o depredan a las larvas.

El presente estudio tuvo como propósito identificar qué especies de Lepidoptera son residentes de Chapultepec. El principal objetivo fue elaborar una lista faunística y guía fotográfica de los estados larvales de Lepidoptera, además de registrar sus plantas huésped, hábitos e interacciones, con el fin de complementar la información previa sobre lepidopterofauna en la zona.

La diversidad y riqueza de Lepidoptera se evaluó durante seis meses en la temporada de lluvias, con una o dos salidas semanales. Se cubrieron las cuatro secciones del Bosque con nueve transectos mediante la búsqueda directa entre la vegetación. Durante los muestreos, se realizaron fotografías *in situ* de las orugas observadas. Se recolectaron y criaron a las orugas en estadios tempranos para lograr una identificación más precisa. Para estimar la riqueza de especies se utilizó el estimador no paramétrico Chao1, se calculó la diversidad alfa (NES) y la diversidad beta (disimilitud). Finalmente, las orugas recolectadas fueron preservadas por ebullición para conservar la forma y en etanol al 100% para el material genético (ADN).

Se observaron 2741 orugas en el Bosque de Chapultepec, de las cuales se recolectaron 256 ejemplares pertenecientes a 19 familias, 51 géneros y 49 especies, de éstas cinco son endémicas de México: *Chlosyne ehrenbergii*, *Melanis acroleuca* (registro nuevo), *Hypercompe andromela*, *Acronyctodes mexicanaria* y *Automeris melmon*. Erebidae fue la familia con mayor riqueza (24.13%) en todo el Bosque. La Tercera sección presentó una mayor riqueza y una abundancia de 36 especies, con 864 de 1979 observaciones. La riqueza estimada para todo el Bosque fue de 66 especies, mientras que la riqueza observada fue de 58, por lo que se cuenta con el 87.61% de completitud para el estudio.

El material recolectado se depositó en la Colección de Lepidoptera del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, para generar una colección de ejemplares y de ADN, ya que en México solo existe una colección de este tipo en ECOSUR-Chetumal. Además, con el material se creó una colección fotográfica, con información de su planta de alimentación, distribución e interacciones ecológicas, con el fin de crear una base para el estudio e identificación de orugas.

A pesar del 87% de completitud en los muestreos, se recomienda realizar muestreo en más zonas del parque y de mayor duración, ya que solo se encontró el 15% de las especies diurnas mencionadas por Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023), por lo que es probable que más especies sean residentes del Bosque. Además, se recomienda realizar muestreos para los imagos de las polillas, puesto que no existe una lista de especies para la Ciudad de México.

La preservación de bosques urbanos implica conservar la riqueza taxonómica de varios grupos de organismos, pero también de interacciones y servicios ecosistémicos. Por lo tanto, este estudio refuerza la relevancia del Bosque de Chapultepec como un refugio para la biodiversidad de la Ciudad de México, en específico para la diversidad de mariposas y polillas. Además, resalta la importancia de continuar con estudios enfocados a los estados larvales de Lepidoptera para conocer su historia de vida y lugares de residencia. Asimismo, se presenta una colección de fotografías para dar a conocer la diversidad de orugas que habitan nuestros parques.

Palabras clave: Orugas, parque urbano, refugios de diversidad, mariposas, polillas, fotografía científica.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo urbano es una de las principales actividades humanas que causan pérdida del hábitat en mayor grado, el crecimiento acelerado de las ciudades produce los niveles más altos de extinción local y pone en riesgo a la mayoría de las especies nativas (Kowarik, 1995; Czech *et al.* 2000; McKinney, 2002). El proceso de urbanización modifica profundamente el paisaje debido al desarrollo de estructuras artificiales, junto con las acciones necesarias para cubrir las necesidades humanas, como la construcción de espacios habitacionales, carreteras y comercios (McDonnell y Pickett 1990; Ramírez-Restrepo y MacGregor-Fors, 2016). En la búsqueda de mejorar la calidad de vida dentro de las urbes, surgen los parques urbanos como una contrapropuesta a la industrialización (Grimm, 2008; Cotler *et al.*, 2021).

Los parques son un espacio abierto de uso público donde se establecen relaciones humanas de esparcimiento, recreación, deporte, convivencia comunitaria, educación y cultura dentro de las ciudades (Corona, 2002). Su importancia radica en el bienestar humano y en construir refugios para la fauna local. La Ciudad de México cuenta con múltiples parques urbanos que representan el 13% de la superficie total de la ciudad, siendo el Bosque de Chapultepec el más famoso por su historia, extensión y las actividades que ofrece (SeGob, 2018; Téllez-Montes y Castro-Campos, 2020).

El Bosque de Chapultepec es el bosque urbano más grande de la Ciudad de México y de América Latina (Cotler *et al.*, 2021; PAOT, 2023). Se localiza al poniente de la ciudad en las alcaldías Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón, tiene un área de 770.79 hectáreas y forma parte de la Sierra de las Cruces. El bosque posee una historia antigua que data del inicio de las culturas mesoamericanas del período Preclásico, con la llegada de los mexicas se convirtió en un lugar sagrado y estratégico, ya que los manantiales proveían de agua potable a la ciudad de Tenochtitlan (INAH, 2019; De Orellana y Del Villar, 2020). Fue declarado parque durante el Porfiriato, esto lo convierte en uno de los más antiguos de América Latina (INAH, 2019). A partir del 2002 se le otorgó la categoría de Área de Valor Ambiental (Segob, 2003).

Los parques urbanos y espacios verdes tienen una importancia estratégica para la calidad de vida de la población dentro de las ciudades (Cotler *et al.*, 2021). Para la ciudad de México, Chapultepec provee servicios ecosistémicos como captación de agua pluvial, mejoramiento en la calidad del aire, amortiguamiento del viento y del ruido, disminución de dióxido de carbono y estabilización del microclima, entre otros; además de brindar servicios

sociales, como deportivos y artísticos que permiten el bienestar de la ciudadanía (Alvarado *et al.*, 2021; Cotler *et al.*, 2021).

Entre los habitantes de las ciudades se encuentran los insectos, de los cuales el grupo Lepidoptera se ha convertido en un taxón modelo para estudios de diversidad y conservación (Llorente-Bousquets *et al.*, 1993). Son considerados indicadores del estado de los hábitats y su riqueza, al ser uno de los grupos de insectos mejor estudiados y contar con una gran diversidad (Llorente-Bousquets *et al.*, 1993; García-Barros *et al.*, 2015). Esto se debe a que son organismos de importancia ecológica por su papel como polinizador, consumidor primario en su etapa larval y ser fuente de alimento para otras especies. Asimismo, es fácil de muestrear y su sensibilidad a una amplia gama de factores ambientales convierten al grupo en un buen modelo para distintos tipos de estudios como la ecología urbana (Pozo *et al.*, 2014; Orta *et al.*, 2022).

La alta diversificación de Lepidoptera se asocia a sus hábitos alimenticios (Kawahara *et al.*, 2019). La mayoría son fitófagas en sus estados inmaduros (99%) y participan en la cadena trófica como consumidores primarios (Molina *et al.*, 2019; Koptur y Marquis, 2022). Se alimentan de una gran variedad de plantas y en ocasiones también de líquenes (Stamp *et al.*, 1993). Algunos de estos insectos presentan relaciones específicas con su planta huésped, ya que varias especies se alimentan de una única especie, de uno o varios géneros de la misma familia o varias especies de diferentes familias (Stamp *et al.*, 1993; Bodner *et al.*, 2010; James, 2017).

Las orugas son el orden más grande de organismos fitófagos, debido a su actividad herbívora desempeñan un papel importante pues ejercen una presión constante en las plantas, lo que impulsa que estas desarrollen diferentes mecanismos de defensa (Gimaldi y Engel, 2005; Wagner, 2010; Molina *et al.*, 2019). Las orugas consumen principalmente hojas, aunque también ingieren flores, frutos y polen (Koptur y Marquis, 2022). En la agricultura, algunas especies pueden ser plagas, causan daños a los cultivos y pérdidas económicas, en consecuencia, hay un uso excesivo y nocivo de insecticidas sintéticos, es por ello que la mayoría de los estudios sobre orugas, son de aquellas que representan un problema para el humano y sus cultivos (Coto-Alfaro, 1997).

Por otro lado, las orugas también presentan asociaciones con otros animales del tipo presa-depredador/parasitoide, siendo sus principales depredadores artrópodos que incluyen

hormigas, arañas, tijerillas, escarabajos, avispas, entre otros (Koptur y Marquis, 2022). La mayoría de las especies de lepidópteros son huésped de una o más especies de parasitoides que se desarrollan internamente como endoparásitos (Stireman y Shaw, 2022).

Si bien se han publicado una amplia variedad de estudios sobre Lepidoptera, aquellos dedicados a los estados larvales, en específico a su biología y taxonomía, son escasos para México o para climas no tropicales (Hernández-Baz, 2012). Algunas de las investigaciones más completas, donde se condensa información sobre el ciclo de vida, distribución y hábitos, son las guías de orugas para Norteamérica de Allen *et al.* (2005), Wagner *et al.* (2010, 2012) y James (2017). Y para México destacan tres trabajos recientes: Campos-Moreno *et al.* (2021), Boege *et al.* (2022) y Garzón-Orduña y Matson (2021). Los primeros dos abordan las interacciones ecológicas entre planta-oruga-parasitoide y oruga-parasitoide, el primero en Yucatán y el segundo en Veracruz. El tercero presenta un enfoque taxonómico y reporta por primera vez a *Meris paradoxa* (Geometridae) en las montañas del centro de México, describiendo su ciclo de vida, a la oruga y las estructuras genitales de los adultos.

En este estudio se da a conocer a los lepidópteros residentes del Bosque de Chapultepec a partir del reconocimiento y registro de sus estados juveniles en una guía fotográfica. Así mismo, incluye información de su alimentación, las interacciones ecológicas que sostienen (planta huésped, relaciones simbióticas y de parasitismo) e identifica algunos de los sitios dentro del Bosque de Chapultepec dónde llevan a cabo su ciclo de vida. Además, se analizó la riqueza y abundancia del sitio, se utilizó como base los estudios de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023), para realizar muestreos mediante la búsqueda directa. De igual modo se conformó una colección accesoria de orugas para estudios morfológicos y moleculares (ADN), y una guía fotográfica para identificar los estados larvales de Chapultepec, con el fin de incentivar el interés por estudiarlos, protegerlos y ubicar los espacios urbanos aptos para estos organismos.

ANTECEDENTES

Lepidoptera es un orden diverso de insectos (Footit y Adler, 2009; Nieuwerkerken *et al.*, 2011). Éste se divide en grupos artificiales con base en características morfológicas distinguibles como el tamaño, que va de 3 mm (Microlepidoptera) hasta los 30 cm (Macrolepidoptera), o bien por el tipo de antenas y hábitos diurnos o nocturnos (Rhopalocera y Heterocera) (Triplehon y Johnson, 2005; Beutelspacher-Baigts, 2013). Sin embargo, los estudios filogenéticos recientes dividen al orden en cuatro subórdenes: Zaugloptera, Aglossata, Heterobathmiina y Glossata (Linnaeus, 1758; Becker, 2000; Nieuwerkerken *et al.*, 2011; Kawahara *et al.*, 2019). Kristensen *et al.* (1998, 2007) y Nieuwerkerken *et al.* (2011) reconocen 124 familias, comprendidas dentro de 47 superfamilias para todo Lepidoptera.

El orden se caracteriza por la presencia de dos pares de alas membranosas cubiertas de escamas aplanadas, cabeza sin ocelo medio, palpos labiales con órgano de von Rath (quimiorreceptores), epífisis en la tibia de las patas protorácicas, esclerito postlabial presente, pérdida secundaria de un ocelo mediano revertido, esclerito antenal membranoso del pedicelo, antenas divididas en un segmento basal, larva eruciforme con palpos maxilares con menos de cinco artejos (Kristensen *et al.*, 2007; Llorente-Bousquets *et al.*, 2014; García-Barros *et al.*, 2015). El abdomen de los machos tiene dos valvas en el penúltimo segmento que al abrirse exponen el edeago, mientras que el abdomen de las hembras en el último segmento cuenta con tres aperturas: el ano, el poro de cópula y el poro de oviposición (Wagner, 2010; Pérez-Jarillo, 2017; Koptur y Marquis, 2022).

En general, la alta diversificación del grupo se asocia a sus hábitos alimenticios, la cual está estrechamente relacionada con el surgimiento y rápida especiación de las angiospermas (Braby y Trueman, 2006; Kawahara *et al.*, 2019). La duración de su ciclo de vida es variable en cuanto al número de generaciones que producen al año, se les conoce como univoltinas a las especies con una generación, bivoltinas a dos generaciones, y multivoltinas a especies con varias generaciones (Shapiro, 2002).

Estados inmaduros de Lepidoptera

A pesar de la gran diversidad de Lepidoptera a nivel mundial, con cerca de 157,424 especies reconocidas, la biología de sus estados inmaduros es poco conocida (Hernández-Baz, 2012, Mitter *et al.*, 2017; Molina *et al.*, 2019). En el estado larval, más del 99% de las especies son

fitófagas y se alimentan de follaje, raíces, semillas, frutos, flores, y tallos de una amplia variedad de gimnospermas y angiospermas. Las especies pueden ser monófagas o especialistas lo que indica que se alimentan de una sola especie, oligofágas cuando se alimentan de varias especies de una misma familia, o polífagas si se alimentan de varias especies de diferentes familias. La variedad en la elección de plantas huésped se encuentra relacionada con la diversidad taxonómica de las plantas con semilla y la coevolución entre ambos grupos (Bernays y Chapman, 1994; Pierce, 1995; Molina *et al.*, 2019; Kawahara *et al.*, 2019).

Las orugas mudan de cuatro a seis veces durante su desarrollo, cada periodo entre mudas se le conoce como estadio (Pérez-Jarillo, 2017). Algunas especies muestran patrones de coloración variables entre estadios (Wagner, 2010; Koptur y Marquis, 2022). El último estadio, conocido como prepupa, es cuando la oruga deja de alimentarse y busca el lugar donde llevará a cabo la metamorfosis en la etapa de pupa (Wagner, 2010). En este estado suele ocultarse entre el follaje, enterrada o dentro de un refugio/capullo de seda, y puede tardar de nueve días a un año en eclosionar, en función de la especie y de las condiciones climáticas (Koptur y Marquis, 2022).

Las orugas enfrentan una variedad de depredadores que van desde mamíferos y aves hasta artrópodos como avispas y arañas, por lo que han desarrollado diferentes estrategias de defensa (James, 2017). La principal estrategia es la cripsis o mimetismo, que les permite camuflarse con el entorno para evitar a los depredadores (Wagner, 2010). Algunas formas que imitan son hojas, ramas, o incluso el guano de aves en el caso de los primeros estadios de algunas larvas de la familia Papilionidae. Otras orugas muestran colores llamativos para advertir que son tóxicas o desagradables, ya que muchas especies almacenan alcaloides de sus plantas huésped para protegerse (Dussourd, 1993; Allen *et al.*, 2005; Wagner, 2010). Otra estrategia es la construcción de refugios con seda y hojas, ya sea al doblar la hoja de su planta huésped (e.g. Tortricidae) o crear refugios móviles uniendo trozos de hojas y ramas con seda (e.g. Psychidae) (Mitter *et al.*, 2017; James, 2017; Kaur *et al.*, 2022). También existen conductas defensivas como el agrupamiento de varios individuos de la misma especie o movimientos repentinos y agresivos para ahuyentar al depredador (James, 2017).

Caracteres morfológicos y diagnósticos de las orugas

Al igual que el resto de los insectos, las larvas de Lepidoptera están divididas en tres tagmas: cabeza, tórax y abdomen. Se diferencian de otros organismos vermiformes por ser de tipo

eruciforme y presentar una cabeza grande, diferenciada y más esclerotizada con respecto al resto del cuerpo (Figura 1) (Martins-Dias, 2006). La cabeza cuenta con seis pares de ojos simples (*stemmata*) arreglados en semicírculo, antenas rudimentarias y pequeñas, un par de mandíbulas, maxilas, palpos y órganos productores de seda (Treadwell, 1996; Wagner, 2010). El tórax se divide en protórax (T1), mesotórax (T2) y metatórax (T3), en este se encuentran los tres pares de patas verdaderas con una uña terminal. El protórax se diferencia del resto por tener un par de espiráculos y una placa tergal esclerotizada (Treadwell, 1996; Allen *et al.*, 2005; Martins-Dias, 2006). Los espiráculos son poros respiratorios que se localizan a lo largo del cuerpo, en el protórax y en los primeros ocho segmentos del abdomen (T1, A1-A8) (Wagner, 2010).

El abdomen se divide en 10 segmentos (A1-A10) en los últimos estadios, los primeros ocho segmentos (A1-A8) tiene un par de espiráculos cada uno y los segmentos A9-A10 están fusionados y forman el segmento anal, generalmente con un escudo supra anal esclerotizado (Martins-Dias, 2006). El abdomen presenta de dos a cinco pares de pseudopatas (también llamadas patas falsas, propatas o espuripedios), compuestas de una base con sedas, y una planta, usualmente con ganchos en diferentes arreglos conocidos como corchetes (*crochets*) (Treadwell, 1996; Murillo, 2008; Braby y Nishida; 2010; Pérez-Jarillo, 2017). Este último es un carácter de importancia taxonómica, ya que nos ayudan a distinguir entre familias y géneros (Allen *et al.*, 2005; Wagner, 2010).

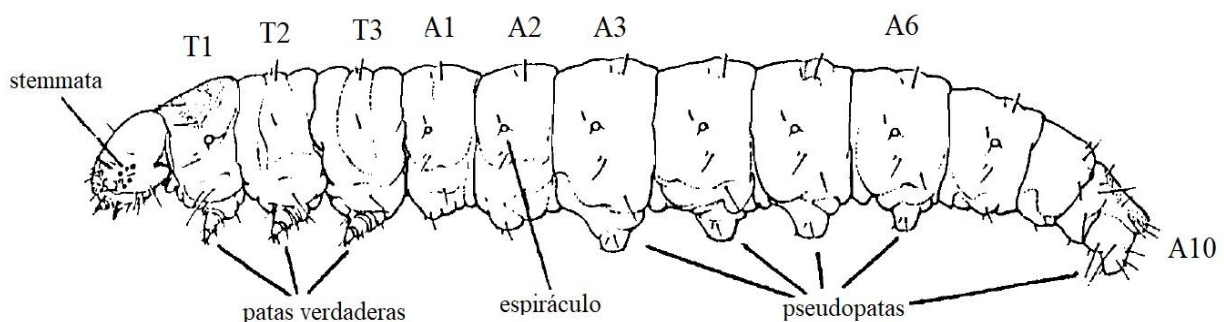


Figura 1. Caracteres morfológicos básicos presentes en los estados larvales de Lepidoptera, Modelo perteneciente a la familia Glyphipterigidae (modificado de Treadwell, 1996).

Para identificar con mayor certeza a las orugas es necesario observarlas bajo el microscopio estereoscópico, ya que los caracteres diagnósticos miden milímetros o micras. Entre los atributos más importantes se encuentra los corchetes en las pseudopatas, debido a que

presentan diferentes arreglos como en semicírculo o círculo, una sola hilera (uniserial) o varias hileras (multiserial), todos del mismo tamaño (uniordinal) o de dos tamaños alternados (biordinal), entre otros ejemplos (Figura 2) (Peterson, 1959).

Otro carácter de importancia taxonómica son las sedas, su disposición en los tagmas, forma y abundancia. Usualmente son simples como finos cabellos, aunque con menos frecuencia encontramos sedas plumosas, como espinas o aplanadas en la punta y ensanchadas en la base. De igual modo, la base donde emergen las sedas presenta variaciones, por lo que también es un carácter diagnóstico (Peterson, 1959; Treadwell, 1996). Más caracteres relevantes en la identificación de las orugas son: el número de pseudopatas y su disposición en los segmentos abdominales, el tamaño y forma de los espiráculos, la disposición de sedas en la cabeza y pseudopatas, así como la presencia de escudo torácico (en T1) y/o escudo anal (A10) (Peterson, 1959; Martins-Dias, 2006; Allen *et al.*, 2005).

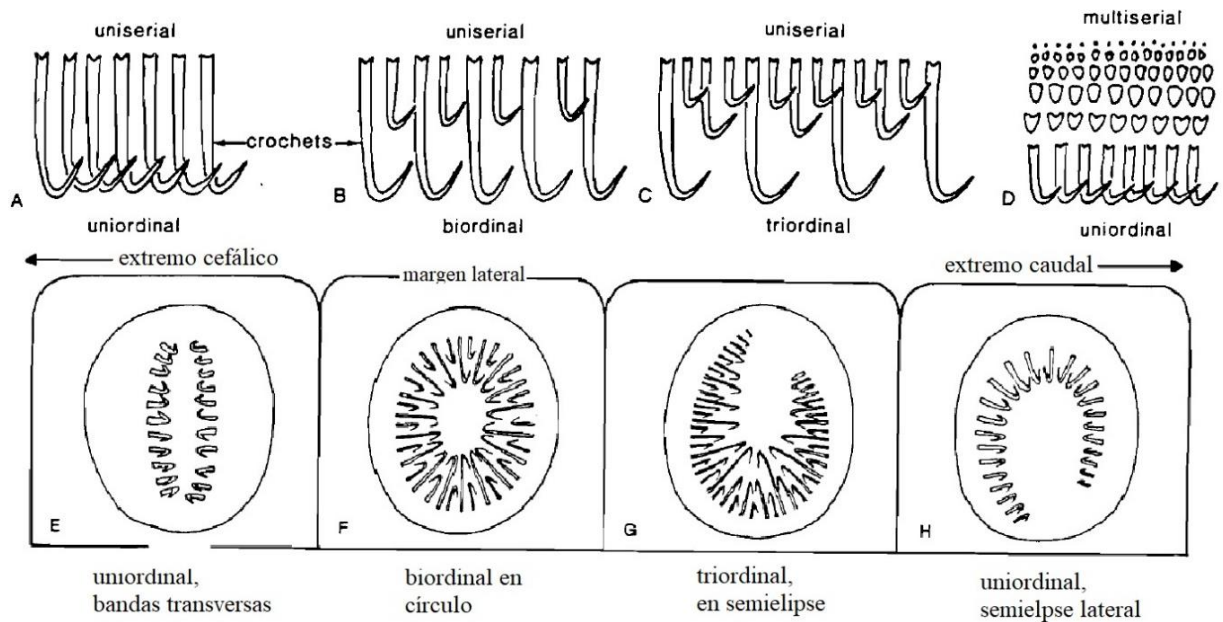


Figura 2. Distintos arreglos de los corchetes presentes en las pseudopatas. Las figuras A-D ejemplifican la disposición y tamaño de los ganchos (ej. uniserie con arreglo biordinal). Las figuras E-H muestran los diferentes arreglos de los ganchos en la planta de la pseudopata (modificado de Peterson, 1959).

Trabajos con enfoque en el estado larval de Lepidoptera en México

En México se ha estudiado la biología o ecología de los estados larvales de Lepidoptera. De carácter taxonómico está el trabajo de Garzón-Orduña y Matson (2021), en el que se describe a la oruga de *Meris paradoxa* Rindge, 1981 (Geometridae) durante sus diferentes estadios, su

planta de alimentación y la descripción del adulto junto con sus genitales para comparar con otras especies. Los autores registraron por primera vez a la especie en México y realizaron la primera descripción de los genitales femeninos, además de comparar el patrón de coloración de las orugas con otras del género.

Los dos trabajos restantes son de carácter ecológico, en específico de redes de interacciones entre oruga-planta y planta-huésped-parasitoide. Boege *et al.* (2022) documentaron que diferentes factores ambientales afectan la dieta y la supervivencia de las orugas, desde la precipitación hasta fenómenos naturales extremos como huracanes. Por otro lado, Campos-Moreno *et al.* (2021) se enfocaron en las interacciones tripartitas entre la planta, la oruga y el parasitoide. Sus resultados mostraron que la abundancia y riqueza de cada elemento varía con la temporada, lo que causa que las redes de interacciones cambien a lo largo del año. Este cambio mantiene la diversidad en el ecosistema tropical, con redes de interacción tripartitas caracterizadas por la variación estacional y espacial (Campos-Moreno *et al.*, 2021).

Lepidoptera en ambientes urbanos

Los humanos abarcan gran parte de la superficie terrestre, el aumento de la población y las urbes representan una menor superficie permeable y mayor fragmentación del área disponible para otros seres vivos. Esto genera una pérdida en la biodiversidad de especies, al igual que de la introducción de especies exóticas (Blair y Launer, 1997; Blair, 1999; Cox, 2016; Pérez-Jarillo, 2017). La urbanización resulta en la destrucción y fragmentación de los hábitats naturales y semi naturales, donde pequeños y aislados remanentes de vegetación están rodeados de áreas inhabitables, lo que sumado a la poda constante causan efectos negativos sobre las especies que permanecen en las urbes (Gray, 1989; McKinney, 2002).

Actualmente existe un mayor interés por manejar parques y otras áreas verdes urbanas para promover la biodiversidad, pero los esfuerzos por evaluar el éxito de diferentes métodos para aumentarla todavía son escasos (Cornelis y Hermy, 2004). Sin embargo, los estudios sobre mariposas en ciudades han aumentado de manera importante en las últimas dos décadas. Esto debido a que las mariposas son indicadores de los cambios ambientales, al ser sensibles a la variación del clima y depender de las plantas (Ramírez-Restrepo y McGregor-Fors, 2016).

En México destacan los estudios realizados en distintas áreas metropolitanas del Estado de México (Sánchez-Jasso *et al.*, 2019), Hidalgo (Pérez-Jarillo, 2017) y Puebla (Reyna-

Cervantes, 2023). Los tres estudios revelaron que las mariposas diurnas se establecen en diversos hábitats urbanos, incluyendo parques y jardines públicos. Los resultados mostraron que las mariposas generalistas se adaptan bien a estos ambientes, aprovechando plantas introducidas y nativas para su alimentación y reproducción. Sin embargo, también indicaron que la urbanización y la vegetación introducida tiene un efecto negativo en la riqueza de especies, mientras que la vegetación nativa presenta un efecto positivo (Pérez-Jarillo, 2017). En los estudios se resalta la importancia de los parches de vegetación y su conectividad, ya que la presencia de la planta huésped de las orugas en las ciudades se relaciona con la abundancia alta del estado adulto en diferentes sitios urbanos (Ramírez-Restrepo y Halffter, 2013).

Estudios realizados en Chapultepec y su diversidad

Los estudios realizados en Chapultepec son pocos, y por lo general están enfocados en aspectos sociales, la vegetación del área y la caracterización del parque para su manejo. En el 2006 el Bosque de Chapultepec recibió el nombramiento oficial de “Bosque urbano”, lo que le da protección ante la ley al ser parte del programa de manejo de Área de Valor Ambiental (GODF, 2006). Para otorgar el nombramiento, se realizó un estudio completo del área, en el que se evaluaron características históricas, de suelo, hidrológicas, climáticas, económicas, la fauna y vegetación, el flujo de visitantes y los servicios ambientales que ofrece el bosque. En este documento es de importancia al ser el primer estudio de carácter integral sobre el Bosque de Chapultepec, además de señalar las problemáticas que presenta el parque y propone las acciones que deberían realizarse a corto, mediano y largo plazo.

Antes de la publicación de la Gaceta Oficial (2006), el estudio más antiguo con un enfoque biológico consultado durante esta investigación es el trabajo de Jáuregui-Ostos (1975), en el que estudia el microclima del bosque, su temperatura, humedad la concentración de diferentes contaminantes dentro del sitio. Jáuregui-Ostos (1975) también indica los efectos benéficos de la vegetación en espacios urbanos y la importancia de áreas verdes en las ciudades para los humanos y la fauna. Sin embargo, no refiere específicamente cuál es la vegetación y fauna del lugar.

Es hasta el 2011 que Díaz-Batres y Llorente-Busquets publicaron un trabajo sobre Chapultepec titulado “Mariposas de Chapultepec: Guía Visual”. Este libro es una recopilación de datos obtenidos durante varios años de trabajo de campo, en el que realizaron tres muestreos en tres temporadas diferentes (1992-1993, 2004-2005 y 2008-2009). El estudio identifica la

diversidad de Papilionoidea presente en el Bosque, Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) reportan un total de 89 especies que habitan en las primeras tres secciones del bosque, ya que la Cuarta sección todavía no formaba parte del lugar.

Los trabajos realizados en años posteriores están enfocados principalmente en la estructura vegetal para manejo y reforestación del bosque, entre estos destacan los estudios de Benavides-Meza *et al.* (2012), López-López y Benavides-Meza (2014), Cotler *et al.* (2021) y SEDEMA (2017, 2021). De igual forma, hay estudios sobre la fauna del sitio y cómo se ve afectada por distintas variables de perturbación, como los de Tapia-González (2023), Ávalos-Hernández *et al.* (2024) y Ramírez-Vieyra (2024).

Tapia-González (2023) realizó un análisis espacial y temporal de Papilionoidea, como continuación y actualización del trabajo realizado por Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011). En este trabajo, se presenta una lista actualizada de 115 especies, incluyendo la Cuarta sección del bosque, la cual tiene la mayor riqueza y abundancia. La lista representa el 74% de la lepidopterofauna diurna reportada por Trujano-Ortega y Luis-Martínez (2016) para la Ciudad de México. Con tan solo el 0.54% de la superficie total de la Ciudad de México, Chapultepec es una zona con un porcentaje alto de diversidad de mariposas diurnas (Tapia-González, 2023). Las variables de perturbación evaluadas fueron la cobertura de suelo, el número de personas que visitan el parque, número de carros en movimiento, número de postes y la distancia al borde del parque. Cabe señalar que estas variables presentan una relación negativa con la riqueza y abundancia de mariposas. Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023) mencionan registros ocasionales de especies que probablemente no pertenecen a la comunidad de mariposas, ya que solo hallaron un individuo en todo el muestreo, sus plantas de alimentación no se encuentran en Chapultepec y su distribución no coincide con el sitio.

Por otro lado, Ávalos-Hernández y colaboradores (2024) analizaron las variables antropogénicas que afectan a la fauna del bosque, enfocando el estudio en insectos polinizadores, aves y reptiles. Registraron 253 especies (91 aves, 26 abejas, 79 mariposas, 39 moscas y 18 reptiles) a lo largo de Chapultepec y las áreas urbanas circundantes al bosque. Sus resultados muestran que las mariposas son más tolerantes a las perturbaciones antropogénicas, a diferencia de las moscas y abejas; mientras que los reptiles fueron el taxón más sensible a éstas. En general, la riqueza de especies herbáceas, arbóreas y arbustivas, al igual que la

cobertura de flores, fueron las cuatro variables principales que estuvieron relacionadas positivamente con las comunidades de fauna en el Bosque de Chapultepec.

Ramírez-Vieyra (2024) investigó las redes de interacción entre plantas e insectos visitantes de flores (Hymenoptera: Apoidea y Diptera: Bombyliidae, Syrphidae), y cómo la urbanización puede afectar estas interacciones. Los tres trabajos mencionados forman parte de un proyecto en conjunto para realizar un estudio multitaxonómico en el Bosque de Chapultepec. En todos se concluye la necesidad de continuar con la exploración de zonas en el parque, así como búsquedas dirigidas en taxones raros o poco estudiados, ya que cada grupo tiene respuestas distintas ante las perturbaciones antropogénicas y los cambios en la vegetación (Tapia-González, 2023; Ávalos-Hernández *et al.*, 2024 y Ramírez-Vieyra, 2024). Además, se recomienda diseñar un plan de manejo que favorezca la diversidad de vegetación y mantenga pequeños parches de plantas herbáceas con ayuda de una poda selectiva y limitada, tomando en cuenta los diferentes grupos de animales que habitan el parque para procurar beneficiarlos a todos (Ávalos-Hernández *et al.*, 2024).

La fotografía como herramienta en la ciencia

La observación y documentación de los fenómenos naturales han acompañado al ser humano desde sus orígenes (Gálvez-Díaz, 2017; Font, 2023). El obtener un registro estable y permanente de los fenómenos naturales ha sido uno de los principales retos metodológicos para distintas áreas de estudio. Hasta el siglo XIX los naturalistas y sabios usaban las ilustraciones como la única manera de documentar y comunicar sus hallazgos. Sin embargo, las ilustraciones estaban sujetas a los sesgos y errores del ilustrador. Esta es una de las principales razones por la que la fotografía se convirtió en una herramienta importante para los científicos, ya que garantiza objetividad y autenticidad, logrando desmentir errores provocados por la excesiva simplificación de las ilustraciones (Guixà, 2017; Font, 2023; García-Roa, 2024).

La fotografía se posicionó como un medio efectivo para recolectar datos y compartir información científica, dentro y fuera del mundo académico (Gálvez-Díaz, 2017; García-Roa, 2024). Las ciencias naturales y la arqueología fueron las primeras en sacar partido de la gran capacidad de la fotografía para almacenar información visual (Guixà, 2017; Villagómez *et al.*, 2017), por lo que su uso con fines científicos es diverso y relevante, abarcando varias disciplinas y aplicaciones (García-Roa, 2024). Es el medio para comunicar los resultados de un estudio y atraer la atención del público hacia el trabajo realizado por los científicos, es un

puente entre la comunidad científica y el público en general (Villagómez *et al.*, 2017; García-Roa, 2024).

Dentro de la sociedad, la fotografía juega tres papeles importantes: el educativo, de divulgación o comunicación social de la ciencia, y el de facilitar la ciencia ciudadana (Gálvez-Díaz, 2017). Este último ha tenido un mayor auge en los últimos años, se basa en observaciones y registros de flora, fauna y funga realizados voluntariamente por el público general (CONABIO, 2024). Con una cámara fotográfica o de celular, se realizan y publican observaciones en portales como EncicloVida (CONABIO, 2024) e iNaturalist (iNaturalistMX), o en grupos en redes sociales dedicados a esto, lo que genera una base de datos pública sobre la presencia, distribución e historia de vida de los organismos. La ciencia ciudadana, en conjunto con proyectos científicos, permiten realizar monitoreos, estudios de migración, presencia/ausencia, diversidad de sitios, entre otros trabajos.

Aún con los esfuerzos de científicos y ciudadanos, para México existen pocas referencias fotográficas para los estados larvales de lepidópteros en comparación con otros grupos de animales. Las colecciones fotográficas de los primeros estadios son escasas y necesarias, especialmente para las especies en las que existe variación entre cada estadio (Wagner, 2010). Actualmente existen guías fotográficas para especies comunes de observar o para taxones muy estudiados, algunos ejemplos a nivel global son los catálogos de James (2017) y Koptur y Marquis (2022). Para América existen los trabajos de Maier *et al.* (2004), Allen *et al.* (2005) y Wagner *et al.* (2010, 2012), aunque en gran parte se encuentran dirigidas para el norte del continente, en especial Estados Unidos. Debido a esto, la fotografía se incluyó como parte de la metodología del presente trabajo, al existir poca atención hacia organismos pequeños por parte de la comunidad, especialmente en México.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar una lista faunística y una guía fotográfica de los estados larvales de Lepidoptera, tomando como base las listas previas de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011), Beutelspacher-Baigts (2013) y Tapia-González (2023). Y registrar sus plantas huésped e interacciones que presentan dentro del Bosque de Chapultepec de la Ciudad de México, México.

Objetivos particulares:

1. Listar las especies de larvas de lepidópteros en las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec.
2. Generar una colección accesoria de imágenes que apoye en la identificación de especies a través de la obtención de fotografías en vivo (dorso-lateral).
3. Crear una colección accesoria de orugas preservadas en alcohol para estudios morfológicos y moleculares.
4. Estimar la riqueza y diversidad de los estados larvales en el Bosque de Chapultepec.
5. Registrar las plantas de alimentación asociadas a las larvas con ayuda de fotografías en vivo y estimar si las larvas presentan hábitos monófagos, olífagos o polífagos.
6. Recopilar y resumir la información obtenida para que sirva en el desarrollo de material de divulgación científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Bases de datos bibliográfica y fotográfica de referencia.

Para facilitar la búsqueda de organismos durante el trabajo de campo, se realizó una revisión bibliográfica y de fotografías utilizando como referencia la lista de especies de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y su actualización con el trabajo de Tapia-González (2023) para lepidópteros diurnos en el Bosque de Chapultepec. Durante esta revisión se buscó información de cada especie, como su taxonomía, hábitat, época de vuelo, abundancia en el Bosque de Chapultepec, planta huésped y fotografías del estado larval en caso de estar disponibles. Este compendio de información sirvió para conocer previamente a las especies registradas y con base a ello hacer búsquedas dirigidas.

Área de estudio

El Bosque de Chapultepec se localiza al poniente de la Ciudad de México, está dividido en cuatro secciones que abarcan las alcaldías de Miguel Hidalgo y Álvaro Obregón (Figura 3). Se ubica entre los 99°11'30" y los 99°15'30" de longitud oeste; y a 19°25'30" de latitud norte, a una altitud de 2,240 msnm (PUEC, 2022; Tapia-González, 2023) y cuenta con un área de 770.79 hectáreas (Cotler *et al.*, 2021).

El bosque cuenta con un relieve variado, las primeras dos secciones presentan pocas pendientes y en su mayoría tienen un terreno plano; por el otro lado, la Tercera y Cuarta sección cuentan con un terreno accidentado, con pendientes y barrancas. Las primeras dos secciones son las más visitadas y con un mayor número de espacios acondicionados a actividades culturales-recreativas y ambas secciones tienen cuerpos de agua (Cotler *et al.*, 2021). En la Primera sección se encuentran los lagos Menor y Mayor, que se alimentan por el escurrimiento pluvial en temporada de lluvias, y forman parte de la subcuenca hidrológica Dolores-Chapultepec (PUEC, 2022). Los otros cuerpos de agua son artificiales y se encuentran en la Segunda sección, también llevan los nombres de lago Mayor y Menor (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2006; Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011).

En la Tercera y Cuarta sección se localiza un riachuelo formado por escurrimiento pluvial que alimenta la presa Dolores, la cual está dentro de la Tercera sección y forma parte del sistema de regulación de aguas pluviales de 22 presas que se encuentran dentro de la ciudad, conectando a ambas secciones (Cotler *et al.*, 2021; CONAGUA, 2024)

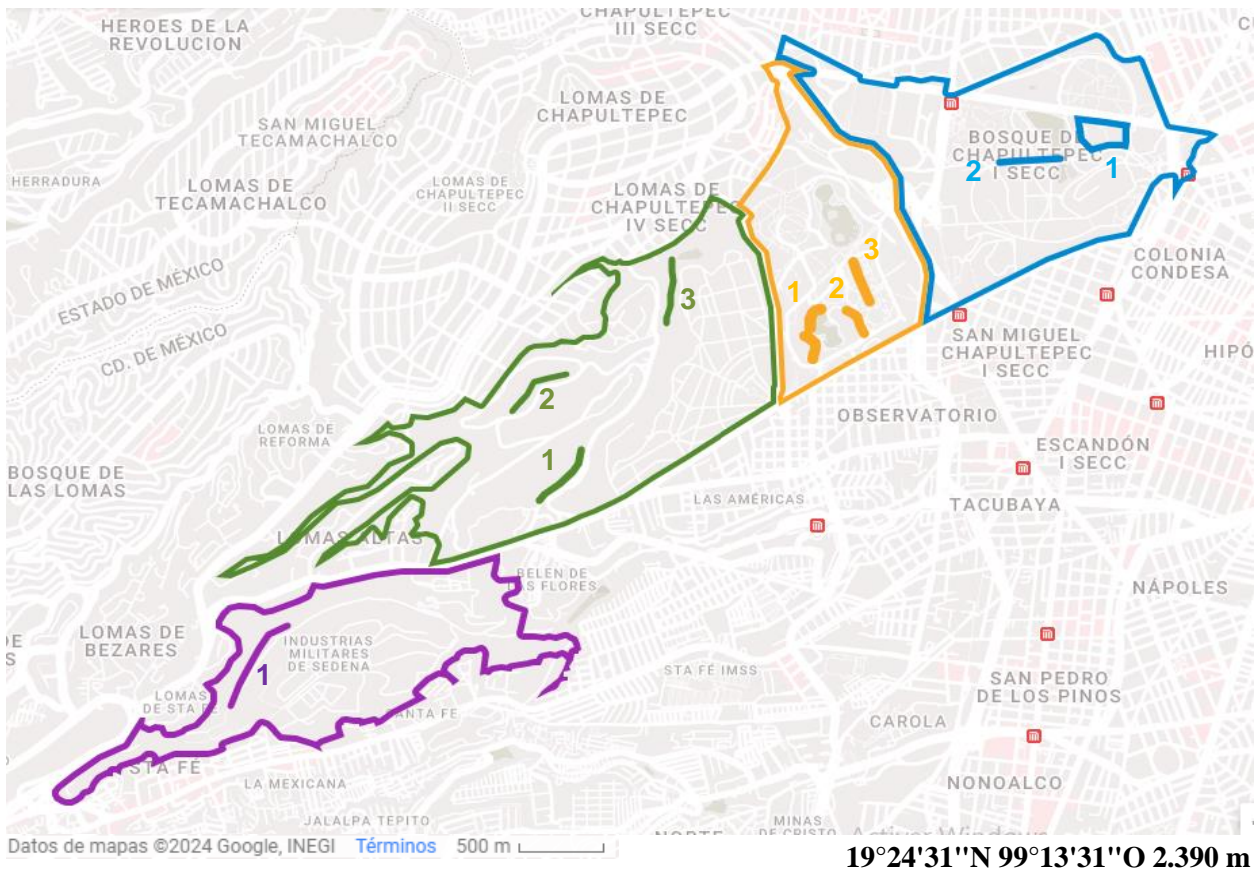


Figura 3. Bosque de Chapultepec, se muestran las cuatro secciones. Los transectos muestreados se indican con un número y una línea o área que representa la distancia muestreada. En azul se muestra la Primera sección, en amarillo la Segunda, en verde la Tercera y en morado la Cuarta sección (mapa obtenido de Google (s.f.) y editado en Google My Maps).

El clima del Bosque de Chapultepec es templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano de mayo a octubre, de 120 a 200 mm (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011), cuenta con una temperatura media de 18°C, oscila entre los 12 y 15°C en los meses más fríos (noviembre-febrero), y entre 17 a 19°C en los meses más calurosos (abril-junio) (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011; Tapia-González, 2023; CONAGUA, 2024).

La flora del Bosque es bastante heterogénea, cada sección tiene especies compartidas y diferentes. La Primera sección presenta en su mayoría con especies arbóreas, entre las que se encuentran los ahuehuetes (*Taxodium mucronatum* Ten.), trueno (*Ligustrum lucidum* W. T. Aiton), cedro (*Cupressus lindleyi* Mill), fresno silvestre (*Fraxinus uhdei* Wenz), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia* D. Don), pirul del Brasil (*Schinus terebinthifolius* Raddi); además de especies arbustivas y ornamentales (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011; Ríos-Martínez, 2022).

En la Segunda sección, el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) domina la vegetación, la jacaranda, fresno, cedro blanco, pirul y trueno componen el resto de la vegetación arbórea (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011). Las especies ornamentales y arbustivas abundan, tales como los coleos (*Plectranthus scutellarioides* (L.) Codd), azalea (*Rhododendron* sp.), zarzas o boneteros (*Euonymus* sp.), entre otras. En zonas más abandonadas o con poco flujo de gente, crecen de manera silvestre especies como el tepozán (*Buddleia cordata* Kunth), el tabaquillo (*Nicotiana glauca* Graham) y el chichicastle manso (*Wigandia urens* Ruiz y Pavón) junto con el estrato herbáceo (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011; Alvarado *et al.*, 2021).

Por último, la Tercera y Cuarta sección, al ser menos visitadas y perturbadas, cuentan con una densidad mayor en el estrato herbáceo y arbustivo (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011). Entre los géneros de plantas se encuentran: *Bougainvillea* Comm. ex Juss., *Agrostis* L., *Bromus* L., *Eragrostis* Wolf, *Hordeum* L. y géneros antes mencionados. Esta vegetación es importante para los organismos que habitan la zona, ya que funge como refugio, alimento, sitios de anidación y descanso para aves, reptiles, mamíferos, insectos y otros artrópodos (McKinney, 2002). El estrato arbóreo tiene una composición similar a la Primera y Segunda sección.

Muestreos

Se seleccionaron transectos en cada sección de acuerdo con características favorables para el adulto y el estado larval, se tomó en cuenta el tipo de vegetación y densidad, reconocimiento de plantas huésped, flujo de gente, avistamientos de adultos y temporada (Allen *et al.*, 2005; Wagner, 2010). Se seleccionaron dos puntos, uno de inicio y otro final en cada transecto para delimitar la distancia, con excepción del Jardín Botánico, que representa un área delimitada, y se recorrió en su totalidad durante la búsqueda.

Los transectos se nombraron con base en elementos distintivos de cada uno para facilitar su identificación. En la Primera sección se seleccionaron dos: el (1) Jardín Botánico de Chapultepec y (2) El Quijote, área del riachuelo que alimenta al lago Menor, cerca de la fuente del Quijote. Para la Segunda sección, se definieron tres transectos: (1) el Museo de Historia Natural y sus inmediaciones, que incluye el jardín de polinizadores y el perímetro del lago Menor entre la Avenida de los compositores y el restaurante del bosque; (2) Hortalizas, perímetro del Centro de Cultura Ambiental, el cual incluye los cultivos de plantas ornamentales y hortalizas; y (3) los Cárcamos, el perímetro que abarcan las estructuras circulares del Museo

del Cárcamo de Dolores (Figura 4). En la Tercera sección se determinaron tres transectos con las siguientes coordenadas: (1) Barranca, 19°24'16"N 99°13'14"O; (2) transecto Cerca de casas, 19°24'28"N 99°13'00"O; y (3) Presa 19°24'54"N 99°12'35"O. Para la Cuarta sección se seleccionó solo un transecto debido al acceso restringido a la zona: (1) Estifnato 19°23'16"N 99°14'16"O (Figura 5).

Búsqueda directa. Se realizaron de una a dos salidas por semana durante los meses de abril a octubre debido a la temporada de lluvias, en un horario de 10:00 a 15:00 generalmente, con presencia de dos a cuatro observadores/recolectores. En ocasiones se visitaron dos secciones por salida. En total, se llevaron a cabo 28 salidas al campo durante siete meses.

La búsqueda se hizo de manera dirigida en las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec, se realizó una revisión directa de la vegetación, especialmente de tallos, hojas, flores y frutos con indicios de presencia de orugas. En las hojas se buscaron marcas de herbivoría, restos de materia fecal en las hojas y hojas dobladas o pegadas para formar refugios, mientras que en las flores y frutos indicios de algún daño por insectos (Allen *et al.*, 2005; Wagner, 2010). La búsqueda se realizó principalmente en las plantas huésped referidas en las

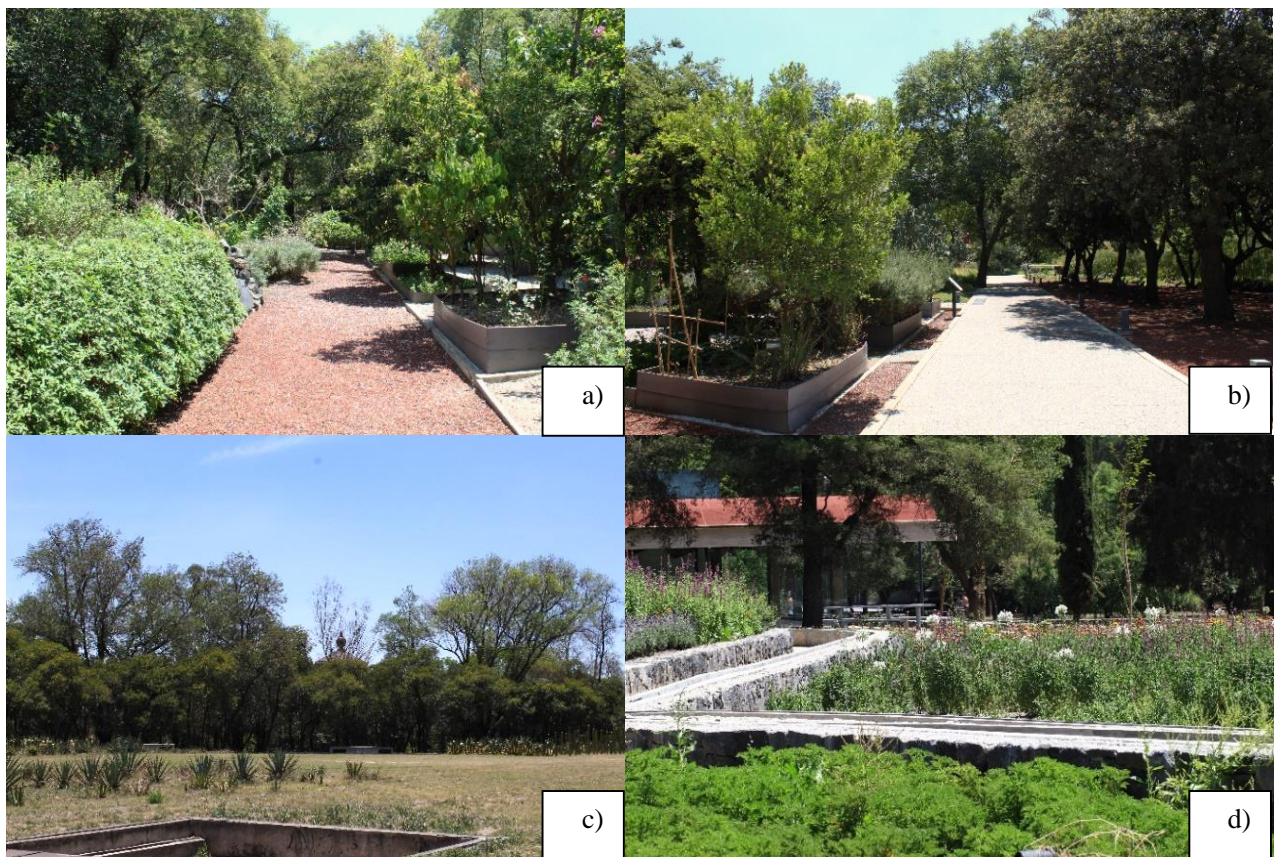


Figura 4. Ambientes de los transectos de la Primera y Segunda sección del Bosque de Chapultepec. Jardín Botánico, Primera sección (a, b); Cárcamos (c) y Hortalizas (d), Segunda sección.

investigaciones previas. Cuando se desconocía la planta huésped, se observó la conducta de los adultos, su comportamiento de cópula y los lugares donde ovipositan las hembras, con el fin de reconocer la planta huésped y a las orugas (Allen *et al.*, 2005).

Al momento de encontrar un organismo, se le asignó un número de registro CAT-X, al que se le asociaron los datos del lugar incluyendo sección del bosque, coordenadas, fecha, hora, transecto, planta en la que se encontró y el qué órgano de ésta en que se encontraba. Además, se reportó si era gregaria o solitaria; y se tomaron fotografías *in situ*. Antes de extraer al organismo se observó para verificar que se alimentara de la planta en la que se encontró, en caso de no ser posible, la verificación se realizó *ex situ* en la crianza. También se identificó su estadio, ya que los últimos dos estadios son los de interés para este estudio, porque contienen caracteres informativos para su identificación (Wagner, 2010).



Figura 5. Ambientes de los transectos de la Tercera y Cuarta sección del Bosque de Chapultepec. Barranca (a) y Cerca de casas (b), Tercera sección; Estifnato (c, d), Cuarta sección.

Identificación de plantas en campo. Se identificaron las plantas de alimentación de cada oruga con ayuda de la aplicación móvil PI@ntNet (versión 3.14.5, 2014). Se tomaron fotografías de la hoja, flor y/o fruto, se aceptaron las identificaciones que contaron con un margen de confianza por arriba del 65%. Posteriormente, se confirmaron las identificaciones realizadas con la aplicación con ayuda de la Dra. María Magdalena Ayala-Hernández del Herbario de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, a través de las fotografías tomadas en campo con cámara fotográfica de la hoja, tallo y flor de cada planta.

Registro de especímenes. Los registros se realizaron incluyendo tres estrategias: recolecta para la colección accesoria de ADN, observación-conteo, y recolecta para crianza y registro posterior. Los organismos de la misma población y especie recolectados en un mismo día y transecto, así como en la misma planta de alimentación se contabilizaron y colocaron en recipientes de plástico bien ventilados de un litro o medio litro, junto con una muestra de su planta huésped para su cuidado hasta la toma de fotografías e identificación (Allen *et al.*, 2005; Nuelle y Nuelle, 2015). Con el fin de aumentar la certeza de identificación de organismos en primeros estadios observados por primera vez durante el estudio, se recolectaron para su crianza junto con su planta de alimentación, con la finalidad de que crecieran hasta el último estadio y lograr la identificación y toma de fotografías *ex situ*, junto con el ingreso a la colección accesoria.

Crianza de orugas. Se siguieron los métodos y recomendaciones de Costa *et al.* (2006), Johnson y Zalucki (2007) y Nuelle y Nuelle (2015) para la crianza adecuada de las orugas y asegurar su supervivencia hasta el último estadio. Los recipientes se mantuvieron aislados, con un paño mojado para mantener la humedad. Cada día o dos se reemplazó el paño húmedo, así como el alimento por uno fresco y para evitar el crecimiento de hongos y/o bacterias debido a los desechos producidos por las orugas (Costa *et al.*, 2006). Durante la crianza, se trató de manipular lo menos posible a los individuos para evitar situaciones de estrés. Al momento de agregar el alimento no se extraía a la oruga, especialmente si se encontraban en reposo o en la fase previa a la muda; en su lugar se retiró la mayor cantidad posible del material orgánico con ayuda de unas tijeras y pinzas sin tocar a la oruga (Nuelle y Nuelle, 2015).

Es importante mantener a las orugas en condiciones similares a las de su ambiente natural durante la crianza para garantizar los mejores resultados (Nuelle y Nuelle, 2015). Si las orugas recolectadas eran de hábitos gregarios, éstas se separaron al observar la primera muda

ex situ y solo se dejaron de tres a cuatro individuos por contenedor para evitar la propagación de enfermedades o parasitoides y evitar la competencia por el alimento.

Determinación taxonómica de orugas. La identificación de las orugas se realizó mediante cuatro diferentes aproximaciones a distintos niveles taxonómicos. Primero se identificó a nivel de familia con ayuda de un microscopio estereoscópico Olympus SZX9 (Olympus Inc., Tokio, Japón) y claves taxonómicas de Peterson (1959) y Martins-Dias (2006), especializadas para los estados larvales de Lepidoptera. Como apoyo, también se utilizaron las guías fotográficas para Norteamérica de Allen *et al.* (2005), Murillo (2008), Braby y Nishida (2010), Wagner (2010), Wagner *et al.* (2012), James (2017) y Koptur *et al.* (2022).

Una vez corroborada la familia, se identificó a nivel de género y, cuando fue posible, a nivel de especie con ayuda de las listas de especies conocidas para el área de estudio (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011; Beutelspacher-Baigts, 2013; Tapia-González, 2023). De igual forma se emplearon bases fotográficas y digitales de acceso libre como Naturalista (CONABIO, 2008), Butterflies of America (Warren *et al.* 2013) y Butterflies and Moths of North America (Lotts y Naberhaus, 2021). Las determinaciones realizadas con fotografías y bases digitales fueron aceptadas o descartadas con base en la distribución de la especie.

Toma de fotografías. Se realizaron fotografías en el lugar donde se encontró a la oruga junto con su planta huésped, para registrar de manera visual el color, hábitos y planta de alimentación. Las fotografías se tomaron con una cámara DSLR Canon EOS Rebel T6 (Canon Inc., Tokio, Japón), se emplearon tres objetivos de acuerdo con la distancia y el tipo de foto: EF 100mm macro y EF-S 18-55mm. Los ajustes técnicos se adecuaron al tipo de condiciones lumínicas, con una velocidad del obturador entre 1/80-1/200, una abertura del diafragma entre f 7.1-f 14, sensibilidad ISO entre 200 y 800 y con ajustes JPEG en calidad alta, de acuerdo con las recomendaciones de Wagner (2010). Durante la toma de fotografías se procuró mantener un fondo sin elementos, la oruga bien enfocada en vista dorsal y lateral, de manera extendida para la visualización de todos los caracteres. Las fotografías se agruparon por fecha en carpetas separadas, cada fotografía se nombró con el número de registro y el número de fotos (ej. CAT_201_001).

Preservación de orugas. Después de ser recolectadas, las orugas fueron sacrificadas con la técnica de choque térmico, la cual consiste en bajar la temperatura hasta que el organismo fallece (Walker y Crosby, 1988), se utilizó este método por la facilidad y rapidez con la que

mueren los organismos. Posteriormente, se preservaron con dos métodos recomendados por Nuelle y Nuelle (2015): el método de ebullición para conservar la morfología y el método de etanol para preservar material genético. Para el primer método, las orugas se sumergieron en agua hirviendo durante un minuto, se retiraron del agua y se colocaron en agua fría por otro minuto. Se colocaron en tubos estériles Falcón (Nuelle y Nuelle, 2015) de diferente capacidad (ml) con etanol al 100%. Después de una semana o dos se cambió el etanol, ya que algunas orugas liberan exudados.

El ADN de los organismos se preservó colocando uno de los ejemplares directamente en etanol al 100% en tubos Falcon (Nuelle y Nuelle, 2015). Para este procedimiento se sometió a los individuos a un choque térmico durante cinco minutos, para después ser colocados dentro de los tubos Falcon. Al igual que con el método de ebullición, es necesario cambiar el etanol de tres a cuatro veces antes de que el ejemplar esté listo. Dado que con este método no se preservan los colores ni la forma del organismo, las fotografías se toman en vivo como referencia. Para las especies de las cuales solo se recolectó un individuo, únicamente se empleó el método de preservación en etanol al 100% para ADN, en caso de ser requeridos en estudios posteriores.

Base de datos y colección. Las orugas preservadas por ambos métodos se ingresaron a una colección accesoria del Museo de Zoología ‘Alfonso L. Herrera’ de la Facultad de Ciencias, UNAM. Se incluyó en el vial una etiqueta con código de referencia CAT con los datos de identificación y recolecta, como la información curatorial y geográfica que incluyeron: lugar de recolecta, fecha de recolección, método de preservación, nombre del colector, género, especie, planta huésped, número de fotografías y notas adicionales. Estos datos también se registraron en la base de datos resultante de este estudio.

Procesamiento y montaje de mariposas. Para tener mayor certeza de la identificación de los ejemplares, se criaron hasta adultos a las orugas que presentaban un gran parecido morfológico o aquellas que no fueron identificadas con la base bibliográfica previa. Los ejemplares adultos fueron sacrificados con la técnica de presión digital en el tórax, la cual consiste en colocar los dedos pulgar e índice y hacer presión en el tórax de la mariposa, exactamente entre el meso y metatórax, evitando presionar de más o tocar las alas con los dedos (Andrade-C *et al.*, 2013). En el caso de las mariposas nocturnas que presentan un tórax robusto, se empleó el sacrificio por choque térmico, empleando las bajas temperaturas para evitar daños en los ejemplares y así poder garantizar análisis futuros de ADN (Walker y Crosby, 1988; Andrade-C *et al.*, 2013).

Para su fácil identificación, los ejemplares fueron fijados y montados en alfileres entomológicos. Posteriormente, fueron depositados en el Museo de Zoología ‘Alfonso L. Herrera’ de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Identificación de parasitoides. Durante la crianza de las orugas recolectadas, varias fallecieron debido a que se encontraban parasitadas. Con el fin de obtener más información sobre su historia natural, se permitió el desarrollo de los parasitoides cuando fueron encontrados. Se preservaron en tubos Eppendorf o Falcón con etanol con su etiqueta asociada a la oruga. Se identificaron dos órdenes, Hymenoptera para el que se emplearon las claves de Quicke y Sharkey (1989), Sharkey *et al.* (2023), mientras que, para Diptera se utilizó la clave de Wood (1987). Los organismos en estado larval fueron preservados en etanol al 100%, los adultos fueron montados con alfileres entomológicos y depositados en la colección del Museo de Zoología ‘Alfonso L. Herrera’ de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Análisis estadístico

Riqueza. La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta su valor de importancia (Moreno, 2001). Se usaron unidades taxonómicas (familias y géneros) y espaciales (las cuatro secciones y Chapultepec) para evaluar la riqueza del sitio. Se utilizó el método no paramétrico Chao 1 para calcular la riqueza, el cual utiliza el número de especies raras que presentan *singletones* (solo un individuo en la muestra) y *doubletones* (dos individuos en la muestra), y así es posible construir un intervalo de confianza donde el límite inferior de la estimación es mayor a la riqueza observada (Moreno, 2001; Escalante-Espinosa, 2003; Chao *et al.* 2010).

Diversidad. Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar a aquellas que por su representatividad escasa en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Moreno, 2001). La diversidad de una comunidad es la relación del número de especies y su representatividad en un área determinada, y se puede medir en función de la dominancia o la equidad de dicha comunidad (Moreno, 2001). Para determinar la diversidad de las comunidades, se utilizaron números efectivos como medidas de diversidad para evitar dificultades en la interpretación de las unidades, se utilizó el método llamado qD (sensu Jost, 2006) o N_a (sensu Hill, 1973) a partir de la siguiente ecuación, donde qD es la diversidad verdadera; p_i es la abundancia relativa de la i ésima especie; S es el número de especies; q es

el orden de la diversidad y define la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies (Jost, 2006).

$$qD = \left(\sum_{i=1}^s p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

En este estudio se utilizó la diversidad de orden 1 (1D), en la que todas las especies son consideradas en el valor de diversidad y ponderadas proporcionalmente según su abundancia en la comunidad (Jost, 2006). El índice obtenido se convirtió al Número efectivo de especies (NES) mediante el exponencial del índice de entropía de Shannon para obtener los resultados en unidades de especies (Jost, 2006). Estas estimaciones se realizaron con ayuda del paquete Spade (Chao & Chiu, 2016) en el programa R (R Core Team, 2021).

$${}^1D = \exp(H') = \exp\left[-\left(\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right)\right]$$

Similitud. Para identificar cómo difiere el número de especies y unidades entre las comunidades o a lo largo de gradientes, se utilizó la diversidad beta, la cual se define como el grado de reemplazamiento de especies en la diversidad entre ambientes o en un gradiente (Magurran, 1988). Esta diversidad se obtiene mediante índices de similitud/disimilitud que expresan el grado en el que dos muestras son semejantes (Moreno, 2001). Entre estos índices se encuentra el de Bray-Curtis, el cual indica en un rango del 0 al 1 si las muestras son idénticas (0) o si las muestras no presentan especies en común (1), además de tomar en cuenta la ausencia-presencia de especies y su abundancia relativa (Ricotta y Podani, 2017). Para este análisis se elaboró una matriz de datos de las cuatro secciones y se obtuvo un dendrograma de disimilitud mediante el programa PAST (PAST, version 4.03, Hammer *et al.* 2001).

RESULTADOS

Lista de especies

Se observaron 74 morfoespecies de las cuales 58 fueron identificadas a nivel de género y especie. Se registraron un total de 2741 individuos de los que se recolectaron 256 pertenecientes a 53 morfoespecies. Del total de registros, el 99.3% se identificó a nivel de familia (2723 registros), cinco de ellos se descartaron por completo al ser larvas del orden Hymenoptera y el resto se descartó debido al mal estado de la larva para su identificación y/o por un registro fotográfico reducido. La identificación a nivel de género y especie se consiguió para el 72% de los registros (1979 registros del total) (Cuadro 1). Así, se encontró un total de 58 taxones dentro del Bosque de Chapultepec, comprendidos en 19 familias y 51 géneros.

De la lista de especies conocida de lepidópteros diurnos de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023) en las que se reconocen 115 especies para el Bosque de Chapultepec, se encontraron los estados larvales de 18 especies: *Papilio polyxenes asterius* Stoll, 1782, *Pterourus multicaudata* (W.F. Kirby, 1884), *Astrartes fulgurator azul* (Reakirt, [1867]), *Autochton cellus* (Boisduval & Le Conte, [1837]), *Achlyodes pallida* (R. Felder, 1869), *Calpododes ethlius* (Stoll, 1782), *Eurema mexicana* (Boisduval, 1836), *Nathalis iole* Boisduval, 1836, *Phoebis philea* (Linnaeus, 1763), *P. sennae marcellina* (Cramer, 1777), *Leptophobia aripa elodia* (Boisduval, 1836), *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758), *Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758), *V. virginiensis* (Drury, 1773), *Chlosyne ehrenbergii* (Geyer, [1833]), *Dione juno huascuma* (Reakirt, 1866), *Leptotes marina* (Reakirt, 1868) y *Melanis acroleuca* (R. Felder, 1869) (Cuadro 2, para más referencias fotográficas ver Apéndice I).

Para Papilionoidea se encontró un registro nuevo para el Bosque de Chapultepec: *Melanis acroleuca* (Riodinidae), el cual suma a la lista de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023) un total de 116 especies de mariposas diurnas reportadas en el Bosque de Chapultepec. Se obtuvo un único registro de *Nathalis iole* (Pieridae), el cual fue a través de la observación de la oviposición de un adulto en una planta de *Cosmos* sp. (Asteraceae). Se tomó como registro el huevo. En total, el número de especies de orugas encontradas para Papilionoidea representan el 15.5% de las especies reportadas por Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023) para el Bosque de Chapultepec.

El resto de las familias registradas pertenecen a las mariposas conocidas como polillas, de la cuales se encontraron 40 taxones: nueve fueron identificados hasta género y 31 a nivel de especie. De acuerdo con Beutelspacher-Baigts (2013) existen 767 especies de polillas en el Valle de México, de las que se encontraron 40 en el Bosque de Chapultepec (Cuadro 3, para más referencias fotográficas ver el Apéndice II). Esto representa el 5.3% de las especies reportadas para todo el Valle de México (Beutelspacher-Baigts, 2013).

El Bosque de Chapultepec presentó cinco especies endémicas a nivel nacional: *Chlosyne ehrenbergii* (Nymphalidae), *Melanis acroleuca* (Riodinidae), *Hypercompe andromela* (Erebidae), *Acronyctodes mexicanaria* (Geometridae) y *Automeris melmon* (Saturniidae) (Cuadro 1). Además, se encontraron 19 registros locales nuevos para la zona, uno pertenece a Papilionoidea y el resto a Heterocera: *Melanis acroleuca* (Nymphalidae), *Amorbia* sp., *Choristoneura rosaceana* (Tortricidae), *Dasylophia seriata* (Notodontidae), *Magusa divaricata*, *Spodoptera frugiperda*, *Heliothis virescens*, *Inopsis* sp. (Noctuidae), *Arachnis aulaea*, *Hyphantria pentetria*, *Bertholdia schausiana*, *Ctenucha* sp., *Amastus alba* (Erebidae), *Sabulodes matrona*, *Rheumaptera meadii* (Geometridae), *Apatelodes pudefacta* (Apatelodidae), *Rothschildia orizaba*, *Automeris melmon* y *Automeris leucane* (Saturniidae). Se tomaron en cuenta los registros históricos de Beutelspacher-Baigts (2013) para identificar las localidades donde las especies de polillas han sido registradas y se complementaron con GBIF Secretariat (2023) para los registros nuevos que no se encontraban en la lista del Valle de México.

Cuadro 1. Lista de taxones de las orugas de Lepidoptera en el Bosque de Chapultepec. Se muestran los taxones con identificación a nivel de género y especie. El arreglo taxonómico de las superfamilias sigue a Hernández-Mejía *et al.* (2008), Beutelspacher-Baigts (2013) y Kawahara *et al.* (2019). ▲ Endémicos a México.

Superfamilia TINEOIDEA

TINEIDAE Latreille, 1810

Subfamilia Acrolophinae

Género *Acrolophus* Poey, 1832

1. *Acrolophus* sp.

PSYCHIDAE Boisduval, 1828

Género *Oiketicus* Guilding, 1827

2. *Oiketicus townsendi* Townsend, 1894

Superfamii TORTRICOIDEA

TORTRICIDAE Latreille, 1803

Subfamilia Tortricinae

Tribu Sparganothini

Género *Amorbia* Clemens, 1860

3. *Amorbia* sp.

Género *Choristoneura* Lederer, 1859

4. *Choristoneura rosaceana* Harris, 1841

Superfamilia ZYGAENOIDEA

MEGALOPYGIDAE Herrich-Schäffer, 1855

Género *Megalopyge* Hübner, 1820

5. *Megalopyge agesistrata* (Druce, 1890)

Superfamilia PAPILIONOIDEA

PAPILIONIDAE Latreille, [1802]

Subfamilia Papilioninae Latreille, [1802]

Tribu Papilionini Latreille, [1802]

Género *Papilio* Linnaeus, 1758

6. *Papilio polyxenes asterius* Stoll, 1782

Género *Pterourus* Scopoli, 1777

7. *Pterourus multicaudata* (W.F. Kirby, 1884)

HESPERIIDAE Latreille, 1809

Subfamilia Eudaminae Mabille, 1877

Género *Astrartes* Hübner, [1819]

8. *Astrartes fulgurator azul* (Reakirt, [1867])

Género *Autochton* Hübner, 1823

9. *Autochton cellus* (Boisduval & Le Conte, [1837])

Subfamilia Pyrginae Burmeister, 1878

Tribu Achlyodidini Burmeister, 1878

Género *Achlyodes* Hübner, 1819

10. *Achlyodes pallida* (R. Felder, 1869)

Subfamilia Hesperinae Latreille, 1809

Tribu Calpodini Clark, 1948

Género *Calpodes* Hübner, [1819]

11. *Calpodes ethlius* (Stoll, 1782)

PIERIDAE Swainson, 1820

Subfamilia Coliadae Swainson, 1821

Género *Eurema* Hübner, [1819]

12. *Eurema mexicana* (Boisduval, 1836)

Género *Nathalis* Boisduval, [1836]

13. *Nathalis iole* (Boisduval, 1836)

Género *Phoebis* Hübner, [1819]

14. *Phoebis philea* (Linnaeus, 1763)

15. *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777)

Subfamilia Pierinae Swainson, 1820

Tribu Pierini Swainson, 1820

Género *Leptophobia* Butler, 1870

16. *Leptophobia aripa elodia* (Boisduval, 1836)

NYMPHALIDAE Rafinesque, 1815

Subfamilia Danainae Boisduval, 1833

Tribu Danaini Boisduval, 1833

Género *Danaus* Kluk, 1780

17. *Danaus plexippus* (Linnaeus, 1758)

Subfamilia Nymphalinae Rafinesque, 1815

Tribu Nymphalini Rafinesque, 1815

Género *Vanessa* Fabricius, 1807

18. *Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758)

19. *Vanessa virginiensis* (Drury, 1773)

Subfamilia Nymphalinae Rafinesque, 1815

Tribu Melitaeini Herrich-Schäffer, 1843

Género *Chlosyne* Butler, 1870

20. *Chlosyne ehrenbergii* (Geyer, [1833]) ▲

Subfamilia Heliconiinae Swainson, 1822

Tribu Heliconiini Swainson, 1822

Género *Dione* Hübner, [1819]

21. *Dione juno huascuma* (Reakirt, 1866)

LYCAENIDAE [Leach], [1815]

Subfamilia Polyommatae Swainson, 1827

Género *Leptotes* Scudder, 1876

22. *Leptotes marina* (Reakirt, 1868)

RIODINIDAE Grote, 1895

Subfamilia Riodininae (Grote, 1895)

Género *Melanis* Hübner, 1819

23. *Melanis acroleuca* (R. Felder, 1869) ▲

Superfamilia Pyraloidea

CRAMBIDAE Latreille, 1810

Subfamilia Pyraustinae Meyrick, 1890

Género *Uresiphita* Hübner, 1825

24. *Uresiphita reversalis* (Guenée, 1854)

Superfamilia NOCTUOIDEA Latreille, 1809

NOTODONTIDAE Stephens, 1829

Subfamilia Nystaleinae Forbes, 1948

Género *Dasylophia* Packard, 1864

25. *Dasylophia seriata* (Druce, 1887)

NOCTUIDAE Latreille, 1809

Subfamilia Plusiinae Boisduval, 1829

Tribu Plusiini Boisduval, [1828]

Género *Megalographa* Lafontaine & Poole, 1991

26. *Megalographa biloba* (Stephens, 1830)

Subfamilia Noctuinae Latreille, 1809

Tribu Dypterygiini Forbes, 1954

Género *Magusa* Walker, 1857

27. *Magusa divaricata* (Grote, 1874)

Tribu Prodeniini Forbes, 1954

Género *Spodoptera* Guenée, 1852

28. *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808)

29. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797)

Tribu Noctuini Latreille, 1809

Género *Anicla* Grote, 1874

30. *Anicla infecta* Ochsenheimer, 1816

Género *Peridroma* Hübner, 1821

31. *Peridroma saucia* (Hübner, 1808)

Tribu Leucaniini Guenée, 1837

Género *Mythimna* Ochsenheimer, 1816

32. *Mythimna unipuncta* (Haworth, 1809)

Subfamilia Heliothinae Boisduval, 1828

Género *Heliothis* Ochsenheimer, 1816

33. *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777)

EREBIDAE (Leach, [1815])

Subfamilia Arctiinae Leach, 1815

Tribu Lithosiini Billberg, 1820

Género *Inopsis* Felder, 1874

34. *Inopsis* sp.

Tribu Arctiini Leach, [1815]

Género *Sonorarctia* Ferguson, 1985

35. *Sonorarctia fervida* (Walker, 1855)

Género *Arachnis* Geyer, 1837

36. *Arachnis aulaea* (Geyer, 1837)

37. *Arachnis* sp.₁

38. *Arachnis* sp.₂

Género *Estigmene* Hübner, [1820]

39. *Estigmene acrea* (Drury, 1773)

Género *Hypercompe* Hübner, 1819

40. *Hypercompe andromela* Dyar, 1909[▲]

Género *Hyphantria* Harris, 1841

41. *Hyphantria pentetria* Drury 1773

Género *Dysschema* Hübner, 1818

42. *Dysschema mariamne* (Geyer, [1835])

Género *Halysidota* Hübner, 1819

43. *Halysidota schausi* Rothschild, 1909

Género *Lophocampa* Harris, 1841

44. *Lophocampa* sp.

Género *Bertholdia* Schaus, 1896

45. *Bertholdia schausiana* Dyar, 1898

Género *Ctenucha* Kirby, 1837

46. *Ctenucha* sp.

Género *Amastus* Walker, 1855

47. *Amastus alba* Druce, 1884

Superfamilia Geometroidea

GEOMETRIDAE Leach, 1815

Subfamilia Ennominae (Duponchel, 1845)

Tribu Ennomini Duponchel, 1845

Género *Acronyctodes* H. Edwards, 1884

48. *Acronyctodes mexicanaria* (Walker, 1860) ▲

Triu Ourapterygini Bruand, 1846

Género *Sabulodes* Guenée, 1857

49. *Sabulodes matrona* Druce, 1891

Subfamily Larentiinae Duponchel, 1845

Tribu Hydriomenini Meyrick, 1872

Género *Rheumaptera* Hübner, 1822

50. *Rheumaptera meadii* (Packard, 1874)

Superfamilia BOMBYCOIDEA Gravenhorst, 1843

APATELODIDAE Neumoegen & Dyar, 1894

Género *Apatelodes* Packard, 1864

51. *Apatelodes pudefacta* Dyar, 1904

52. *Apatelodes* sp.1

53. *Apatelodes* sp.2

SATURNIIDAE Boisduval, 1837

Subfamilia Saturniinae Boisduval, 1837

Tribu Attacini Linnaeus, 1767

Género *Rothschildia* Grote, 1896

54. *Rothschildia orizaba* (Westwood, 1854)

Subfamilia Hemileucinae Grote & Robinson, 1866

Género *Automeris* Hübner, 1819

55. *Automeris melmon* Dyar, 1912 ▲

56. *Automeris leucane* (Geyer) 1837

SPHINGIDAE Latreille, 1802

Subfamilia Sphinginae Latreille, 1802

Tribu Sphingini Latreille, [1802]

Género *Sphinx* Linnaeus, 1758

57. *Sphinx logens* (Walker, 1856)










Subfamilia Macroglossinae Harris, 1839


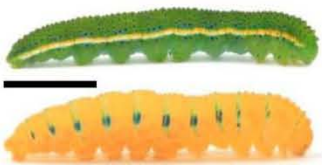






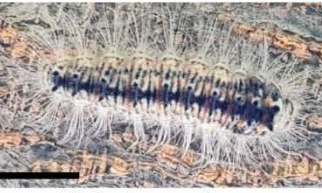
Tribu Macroglossini Harris, 1839

Género *Hyles* Hübner, 1819

Cuadro 2. Características de los estados larvales de las especies pertenecientes a Papilionoidea, su presencia a lo largo del tiempo y de las secciones del Bosque de Chapultepec (BC), Ciudad de México, México. Se menciona su ubicación en las plantas y sus hábitos de alimentación. Las fotografías corresponden a los últimos dos estadios de la oruga. La línea negra indica la escala de 10 mm exceptuando a *Leptotes marina*.






*1 Obtenida de Wild Utah, Nicky Davis (2010). *2 La primera imagen corresponde al cuarto instar y la segunda al quinto instar. *3 Imagen obtenida de Wikimedia Commons de Harald Süpfle, (2009).








	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Papilionidae	 <i>Papilio polyxenes</i>	<i>Angelica archangelica</i> , <i>Anethum graveolens</i> (Apiaceae)	S1 S3	julio, agosto, octubre	Se alimenta de las hojas. Reposa sobre el tallo central de la hoja.
	 <i>Pterourus multicaudata multicaudata</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> (Oleaceae)	S1 S2 S3 S4	junio, julio, septiembre	Se alimenta de las hojas; en reposo se coloca en el tallo central de la hoja con la cabeza y tórax elevados.
Hesperiidae	 <i>Achlyodes pallida</i>	<i>Citrus x limon</i> (Rutaceae)	S1	julio - octubre	Se alimenta de las hojas. Forma refugio al cortar y doblar un pedazo de hoja y unirlo con seda. Conforme crece, cambia de refugio.
	 <i>Astraptes fulgerator azul</i>	<i>Psidium guajava</i> (Myrtaceae)	S1	septiembre, octubre	Se alimenta de las hojas. Forma refugio al unir dos hojas con seda. Cuando crece, forma otro refugio.
	 <i>Autochton cellus</i>	<i>Phaseolus coccineus</i> (Fabaceae)	S3	septiembre	Se alimenta de las hojas. Forma un refugio al juntar dos o más hojas que une con seda.
Pieridae	 <i>Calpodus ethlius</i>	Poaceae	S3	julio	Se alimenta de la hoja. En reposo se ubica en el haz de la hoja.
	 <i>Eurema mexicana</i>	<i>Senna multiglandulosa</i> (Fabaceae)	S3	agosto	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. En reposo eleva la parte anterior de su cuerpo y asemeja un tallo.
	 <i>Natalis iole</i> ^{*1}	<i>Cosmos</i> sp. (Asteraceae)	S4	junio	Se observó al adulto ovipositar en la planta.
	 <i>Leptophobia aripa elodia</i>	<i>Tropaeolum majus</i> (Tropaeolaceae), <i>Brassica</i> sp. (Brassicaceae)	S1 S2	septiembre, octubre	Se alimenta de las hojas y tallos tiernos. Se posan en el envés de la hoja. Son gregarias.






	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Pieridae	 <i>Phoebis philea philea</i>	<i>Cassia</i> sp., <i>Senna multiglandulosa</i> (Fabaceae)	S1 S2 S3	abril - octubre	Se alimenta de las hojas y tallos tiernos, los primeros dos estadios son de color naranja.
	 <i>Phoebis sennae marcellina</i> * ²	<i>Senna multiglandulosa</i> (Fabaceae)	S1 S3	septiembre - octubre	Se alimenta de los botones de las flores, perfora por la base y se alimenta del contenido.
	 <i>Chlosyne ehrenbergii</i>	<i>Buddleja cordata</i> (Scrophulariaceae)	S3	agosto	Son gregarias. Se alimenta de la hoja perforando por el centro, no se alimentan de la venación de la hoja.
Nymphalidae	 <i>Danaus plexippus plexippus</i>	<i>Asclepias curassavica</i> (Apocynaceae)	S1 S2	junio, julio, agosto, octubre	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. En el último estadio busca otras plantas para pupar.
	 <i>Dione junio huascuma</i>	<i>Passiflora incarnata</i> (Passifloraceae), <i>Tibouchina urvilleana</i> (Melastomataceae)	S1 S4	agosto, septiembre	Son gregarias y se mueven en grupos en formación lineal.
	 <i>Vanessa cardui</i> * ³	<i>Malva</i> sp. (Malvaceae)	S2	septiembre	Se alimenta de las hojas y tallos tiernos. Forma un refugio al juntar las hojas.
	 <i>Vanessa virginiensis</i>	<i>Anaphalis margaritacea</i> (Asteraceae)	S2, S3	agosto	Se alimenta de las hojas y tallos tiernos.
Lycaenidae	 <i>Leptotes marina</i>	<i>Indigofera miniata</i> (Fabaceae)	S3	mayo-julio	Se alimenta de los botones de las flores, perfora en la base y se alimenta del contenido.
Riodinidae	 <i>Melanis acroleuca</i>	<i>Albizia lebeck</i> (Fabaceae)	S2	septiembre	Son gregarias. Se colocan sobre la corteza de los árboles juntas para el proceso de metamorfosis.








Cuadro 3. Características de los estados larvales de las especies pertenecientes a polillas, su presencia a lo largo del tiempo y de las secciones del Bosque de Chapultepec (BC), Ciudad de México, México.







*¹ La fotografía corresponde al primer estadio. *² y *⁴ Ejemplo de la variación en la coloración del último estadio. *³ Variación en la coloración y abundancia de sedas, tercer estadio y último estadio. *⁵ y *⁶ Vista dorsal, lateral y ventral, ya que presenta diferencias con *A. aulaea* en coloración de las pseudopatas y sedas. *⁷ y *⁸ Fotografías obtenidas de Moth Photographers Group, Roxanne Bertrand (2018). *⁹ y *¹⁰ Fotografías de los diferentes estadios.





	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Tineidae	 <i>Acrolophus</i> sp.	<i>Agave americana</i> , <i>Agave salmiana</i> (Asparagaceae)	S2	julio, agosto	Se alimentan de la penca del maguey realizando hoyos en la hoja, se encuentran entre las hojas nuevas que todavía no se separan.
Psychidae	 <i>Oiketicus townsendi</i>	<i>Platycladus orientalis</i> (Cupressaceae), <i>Prunus domestica</i> (Rosaceae), <i>Fraxinus uhdei</i> (Oleaceae)	S1, S3, S4	agosto- septiembre	Realizan un refugio con seda, ramas y hojas, el cual cargan y mueven en busca de alimento. En reposo, cuelga el refugio y se resguarda.
Tortricidae	 <i>Amorbia</i> sp.	Poaceae	S3	septiembre	Se encontró en la base de la hoja, alimentándose del pasto
Tortricidae	 <i>Choristoneura rosaceana</i>	<i>Oxalis latifolia</i> (Oxalidaceae)	S4	agosto	Forma refugios con hojas dobladas que une con seda. Se alimenta de la epidermis de la hoja.
Megalopygidae	 <i>Megalopyge agestrata</i> * ¹	<i>Fraxinus uhdei</i> (Oleaceae)	S3	septiembre	Se alimentan de la epidermis de la hoja. Se encuentran en el envés de la hoja. Son urticantes.








	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Crambidae	 <i>Uresiphita reservalis</i>	<i>Indigofera</i> sp. (Fabaceae)	S3	julio	Realiza refugios de seda, similares a telarañas. Se alimenta de las hojas y se posa en los tallos.
	 <i>Dasylophia seriata</i>	<i>Phaseolus coccineus</i> (Fabaceae)	S3	septiembre	Alza las propatas anales y curvan el cuerpo como defensa y aposemátismo. Se encuentra en el envés de la hoja.
Noctuidae	 <i>Megalographa biloba</i>	<i>Wigandia urens</i> (Boraginaceae)	S2, S4	junio, agosto	Los primeros estadios tienen puntos blancos a lo largo del cuerpo. Se encuentra en el envés de la hoja.
	 <i>Magusa divaricata</i>	<i>Cassia</i> sp. (Fabaceae)	S1	octubre	Se alimenta de las hojas, se encuentra en la copa del árbol.
	 <i>Spodoptera exigua</i>	<i>Solanum americanum</i> (Solanaceae), <i>Tinantia erecta</i> (Commelinaceae), <i>Malva</i> sp. (Malvaceae)	S2, S3, S4	agosto, septiembre	Se alimenta de la hoja realizando orificios por toda la hoja.
	 <i>Spodoptera frugiperda</i>	<i>Buddleja cordata</i> (Scrophulariaceae), <i>Bidens pilosa</i> (Asteraceae)	S2, S4	julio- septiembre	Se alimenta de la hoja realizando orificios por toda la hoja.
	 <i>Anicla ignicans</i>	<i>Wigandia urens</i> (Boraginaceae)	S4	junio	Se encontró en el envés de la hoja, se alimenta haciendo orificios en toda la hoja.

	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Noctuidae	 <i>Peridroma saucia</i>	<i>Tinantia erecta</i> (Commelinaceae), <i>Malva</i> sp. (Malvaceae), Poaceae	S2, S3	agosto, septiembre	Se alimenta de hojas y flores, mina los botones de las flores por la base.
	 <i>Mythimna unipuncta</i> * ²	Poaceae	S2, S3	julio, septiembre	Se refugian entre las hojas nuevas de los pastos, cercanas a la base.
	 <i>Heliothis virescens</i>	<i>Anaphalis margaritacea</i> (Asteraceae)	S3	agosto	Se alimenta de las hojas y flores.
Erebidae	 <i>Inopsis</i> sp.* ³	<i>Fraxinus uhdei</i> (Oleaceae), <i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>Solanum lanceolatum</i> (Solenaceae), <i>Buddleja cordata</i> (Scrophulariaceae), <i>Quercus</i> sp. (Fagaceae), Poaceae	S2, S3	julio- septiembre	Se encontró en muchas plantas, pero al momento de criar se observó que no se alimenta de todas. Presenta variación en el color, desde gris claro hasta gris oscuro.
	 <i>Sonorarctia fervida</i>	<i>Hoffmannanthus abbotianus</i> (Asteraceae)	S4	agosto	Presenta sedas cortas y abundantes, condensadas en verrugas. Se alimenta de las hojas

	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Erebidae		<i>B. cordata</i> (Scrophulariaceae), <i>B. pilosa</i> , <i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>S. americanum</i> , <i>N. glauca</i> (Solanaceae), <i>V. officinalis</i> (Verbenaceae), <i>Cuphea aequipetala</i> (Lythraceae), <i>Phaseolus coccineus</i> (Fabaceae), <i>Phytolacca icosandra</i> (Phytolaccaceae), <i>P. incarnata</i> (Passifloraceae), <i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), Poaceae	S3, S4	agosto- octubre	Se alimentan de hojas y tallos. Se alimentan de una gran cantidad de plantas. Se posan en el envés de la hoja. Presenta una gran variación de color, entre estadios. En su último estadio (prepupa) se dejan de alimentar por días o semanas, hasta realizar un refugio para su metamorfosis.
					
	 <i>Arachnis aulaea</i> * ⁴				
		<i>B. pilosa</i> , <i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>Phytolacca icosandra</i> (Phytolaccaceae), <i>Prunus</i> sp. (Rosaceae), <i>B. cordata</i> (Scrophulariaceae), <i>S. americanum</i> (Solanaceae), <i>V. officinalis</i> (Verbenaceae), Poaceae	S3, S4	agosto, septiembre	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. Presenta variación entre tonos rojizos y marrones, con sedas blancas en la parte anterior. Presenta las mismas características que <i>A. aulaea</i> al momento de pupar.
	 <i>Arachnis</i> sp. 1* ⁵				
		<i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>P. incarnata</i> (Passifloraceae), <i>Solanum americanum</i> , <i>N. glauca</i> (Solanaceae), Poaceae	S3	agosto- octubre	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. Presenta variación entre tonos rojizos y negros. A diferencia de las otras especies, presenta una coloración distinta en sus pseudopatas. Presenta las mismas características que <i>A. aulaea</i> al momento de pupar.
 <i>Arachnis</i> sp. 2* ⁹					

	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Erebidae	 <i>Estigmene acrea</i>	<i>Bidens pilosa</i> (Asteraceae)	S4	agosto	Durante los últimos estadios sus sedas son más abundantes.
	 <i>Hypercompe andromela</i> ^{*7}	<i>Hedera helix</i> (Araliaceae)	S4	junio	Se observó al adulto ovipositar por el envés de la hoja todos los huevos juntos.
	 <i>Hyphantria pentetria</i> ^{*8}	<i>Passiflora incarnata</i> (Passifloraceae)	S4	agosto	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. Sus sedas son largas, delgadas y de color gris o blanco.
	 <i>Dysschema mariamne</i>	<i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>B. cordata</i> (Scrophulariaceae), <i>Prunus</i> sp. (Rosaceae)	S3, S4	julio- septiembre	Las franjas oscuras y las verrugas son de color azul metálico en los últimos estadios.
	 5 mm	<i>Morus celtidifolia</i> (Moraceae), <i>Solanum americanum</i> (Solanaceae)	S3, S4	agosto- septiembre	Los primeros estadios son amarillos con pocas sedas, mientras que los últimos tienen gran cantidad de sedas de diferente tamaño.
	 <i>Halysidota schausi</i> ^{*9}				Son de hábitos gregarios. Los primeros estadios se dejan caer agarrados de un hilo de seda en caso de perturbación. Su metamorfosis la llevan dentro de un refugio hecho con sus propias sedas.

	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Erebidae		<i>Phaseolus coccineus</i> (Fabaceae)	S3	septiembre	Se alimenta de hojas y tallos tiernos.
	<i>Lophocampa</i> sp.				
		<i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>Mirabilis jalapa</i> (Nyctaginaceae), <i>S. americanum</i> (Solanaceae), <i>S. multiglandulosa</i> (Fabaceae)	S3	agosto-octubre	Se alimentan de la hoja, y se posan en el envés. Presenta variación en las manchas cercanas a los espiráculos. En el último estadio se tornan de color negro.
	<i>Bertholdia schausiana</i>				
		<i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>B. cordata</i> (Scrophulariaceae), <i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>Prunus</i> sp. (Rosaceae)	S3	agosto-octubre	Se alimentan de la hoja y tallo. Se encuentran en el envés de la hoja. Los primeros estadios presentan unas cuantas sedas más largas al resto esparcidas por el cuerpo.
<i>Ctenucha</i> sp.					
	<i>S. multiglandulosa</i> (Fabaceae), <i>Solanum americanum</i> (Solanaceae), <i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>Ipomea hederacea</i> (Convolvulaceae)	S3	agosto, septiembre	Se alimenta de las hojas. Entre cada estadio se torna más oscuro, el último estadio es de color negro y con sedas largas.	
<i>Amastus alba</i>					

	Especie	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Geometridae	 <i>Acrionyctodes mexicanaria</i>	<i>Buddleja cordata</i> (Scrophulariaceae)	S1, S3, S4	junio- octubre	Se alimentan de las hojas. Se desplazan de lugar para pupar.
	 <i>Rheumaptera meadii</i>	<i>Senna multiglandulosa</i> (Fabaceae)	S1	julio	Se alimenta de las hojas. Realiza su refugio con dos hojas empalmadas unidas con seda.
	 <i>Sabulodes aegrotata</i>	<i>Persea americana</i> (Lauraceae), <i>S. multiglandulosa</i> (Fabaceae)	S1	julio-agosto	Se alimenta de las hpjas. Realiza su refugio con dos hojas empalmadas unidas con seda.
Apatelodidae	 <i>Apatelodes pudefacta</i>	<i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae)	S3	septiembre	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. Se posa en el envés de la hoja.
	 <i>Apatelodes</i> sp. 1	<i>Salvia</i> sp. (Lamiaceae), <i>Roldana</i> sp. (Asteraceae), <i>B. cordata</i> (Scrophulariaceae)	S3, S4	julio-octubre	Se alimentan de la epidermis de la hoja por el envés. Los últimos estadios se alimentan de la hoja completa. Los primeros estadios son grises.
	 <i>Apatelodes</i> sp. 2*10	<i>Ligustrum japonicum</i> , <i>Fraxinus uhdei</i> (Oleaceae)	S3, S4	agosto- septiembre	Se alimentan de las hojas y se posan sobre el tallo. Presenta una gran variación de color a lo largo de sus estadios. El ultimo estadio presenta sedas más cortas, y de color café.
	 <i>Apatelodes</i> sp. 2*10				

	Espece	Planta huésped	Sección	Meses	Hábitos y observaciones
Saturniidae	 <i>Rothschildia orizaba</i>	<i>Hedera helix</i> (Araliaceae), <i>Schinus molle</i> (Anacardiaceae)	S1	julio	Se alimentan de hojas nuevas. Los primeros estadios son de color amarillo con franjas negras.
	 <i>Automeris melmon</i>	<i>Eysenhardtia polystachya</i> , <i>Acacia</i> sp. (Fabaceae), Lythraceae	S3, S4	agosto	Con hábitos gregarios hasta el cuarto estadio. El último estadio presenta una línea blanca lateral y es de color verde brillante o café.
	 <i>Automeris leucane</i>	<i>Morus celtidifolia</i> (Moraceae)	S4	agosto	Se alimenta de hojas y tallos tiernos. Las que no se alimentaban, se hallaron posadas sobre las ramas del árbol.
Sphingidae	 <i>Sphinx lugens</i>	<i>Wigandia urens</i> (Boraginaceae)	S3, S4	junio-septiembre	Se posa en el envés de la hoja a lo largo del nervio central. Mueve la cabeza bruscamente en defensa.
	 <i>Hyles lineata</i>	Onagraceae	S2	agosto	Se alimenta de la hoja, flor y tallos tiernos. Varía en su coloración a lo largo de los estadios.

Sphinx lugens

(Walker, 1856)

Oruga de color café oscuro, con líneas diagonales en los segmentos laterales. Presenta una mancha dorsal de color café con beige, sobre los segmentos dos y tres del tórax. En sus primeros estadios es de color verde. Crece hasta 10 cm de largo.

Planta(s) huésped en el Bosque:

Wigandia urens (Boraginaceae)

Distribución general: sureste de Canadá, este de Estados Unidos y noreste de México.

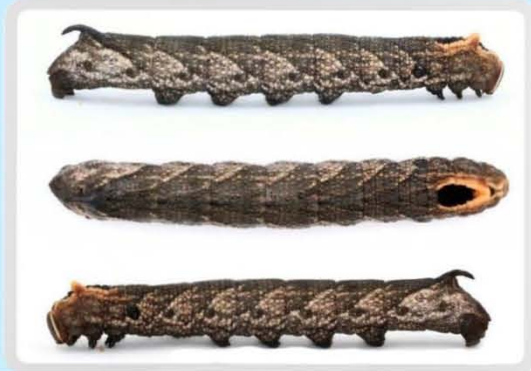


Distribución en el BC



Taxonomía

Superfamilia	Bombycoide
Familia	Sphingidae
Subfamilia	Sphinginae



(Didier Descouens, 2021)

(Didier Descouens, 2021)



Hyles lineata

(Fabricius, 1775)

Oruga de color verde limón con un patrón de cuatro manchas de color negro y amarillo por segmento. Presenta un escudo torácico esclerotizado en el primer segmento. Las patas torácicas y pseudopatas son de color amarillo o naranja, junto con el cuerno del último segmento. El último instar es de color negro con amarillo y naranja.

Planta(s) huésped en el Bosque:

hierbas de la familia Onagraceae.

Distribución general: sur de Canadá; Estados Unidos, México y parte de Centroamérica.



Distribución en el BC



Taxonomía

Superfamilia	Bombycoide
Familia	Sphingidae
Subfamilia	Macroglossinae



Figura 6. Ficha técnica realizada en un formato didáctico y visual, incluye a las dos especies encontradas de la familia Sphingidae: *Sphinx lugens* e *Hyles lineata*, junto con fotografías del estado larval y del adulto, las áreas donde se puede localizar la oruga dentro del Bosque, junto con información taxonómica y de distribución general. Las fotografías del adulto fueron realizadas por Descouens (2021).

Distribución de los estados larvales en el Bosque de Chapultepec

La sección que presentó la mayor riqueza y abundancia de taxones fue la Tercera con 36 de los 58 taxones presentes en el Bosque de Chapultepec, así como con 864 de 1979 registros. Por otro lado, la Cuarta sección presentó 21 taxones, con 329 registros de orugas en total. Por debajo de éstas dos se encuentran la Primera con una riqueza de 16 taxones y una abundancia de 430 individuos; y la Segunda mostró una riqueza de 14 taxones y con abundancia de 370 orugas.

Con respecto a la exclusividad de taxones de cada sección dentro del Bosque, la Tercera sección también presentó la mayor cantidad de orugas exclusivas con un total de 18 taxones. Seguida de la Cuarta sección que presentó ocho taxones exclusivos; la Primera sección con seis taxones, y la Segunda tan solo tuvo cuatro taxones (Cuadro 4). Las familias que presentaron un mayor número de taxones exclusivos fueron Erebidae (9), Hesperiidae (4) y Noctuidae (3). Se presentaron varias familias con una o dos especies únicamente, en su mayoría, con pocos registros en una sola sección, lo que las convierten en familias exclusivas para ciertas secciones. Por ejemplo, Megalopygidae es exclusiva para la Tercera sección con una sola especie (*Megalopyge agesistrata*), con dos registros (Cuadro 4). Por otro lado, Papilionidae y Psychidae fueron las únicas dos familias sin taxones exclusivos. Ningún taxón de todos los identificados se registró en las cuatro secciones.

Cuadro 4. Distribución de las orugas de Lepidoptera a lo largo de las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec. Se indica la abundancia de individuos presentes en cada sección y su total. Se indican los taxones exclusivos con un asterisco (*). Primera sección (S1), Segunda sección (S2), Tercera sección (S3) y Cuarta sección (S4).

Familia	Especie/taxón	S1	S2	S3	S4
TINEIDAE	<i>Acrolophus</i> sp.*		32		
PSYCHIDAE	<i>Oiketicus townsendi</i>	2			1
TORTRICIDAE	<i>Amorbia</i> sp.*			1	
	<i>Choristoneura rosaceana</i> *				1
MEGALOPYGIDAE	<i>Megalopyge agesistrata</i> *			2	

PAPILIONIDAE	<i>Papilio polyxenes asterius</i>	40	5	
	<i>Pterourus multicaudata multicaudata</i>	4	10	4
HESPERIIDAE	<i>Astraptus fulgerator azul*</i>	6		
	<i>Autochton cellus*</i>		2	
	<i>Achlyodes pallida*</i>	23		
	<i>Calpodes ethlius*</i>		1	
PIERIDAE	<i>Eurema mexicana mexicana*</i>		2	
	<i>Nathalis iole*</i>	1		
	<i>Phoebis philea philea</i>	42	5	185
	<i>Phoebis sennae marcellina</i>	1		26
	<i>Leptophobia aripa elodia</i>	165	28	
NYMPHALIDAE	<i>Danaus plexippus plexippus</i>	13	57	
	<i>Vanessa cardui*</i>		3	
	<i>Vanessa virginiensis</i>		1	2
	<i>Chlosyne ehrenbergii*</i>			25
	<i>Dione junio huascuma</i>	63		20
LYCAENIDAE	<i>Leptotes marina*</i>		9	
RIODINIDAE	<i>Melanis acroleuca*</i>	224		
CRAMBIDAE	<i>Uresiphita reversalis*</i>		10	
NOTODONTIDAE	<i>Dasylophia seriata*</i>		1	

	<i>Megalographa biloba</i>	2		13
	<i>Magusa divaricata*</i>	10		
	<i>Spodoptera exigua</i>	3	2	1
	<i>Spodoptera frugiperda</i>	2		2
NOCTUIDAE	<i>Anicla infecta*</i>			2
	<i>Peridroma saucia</i>	2	1	
	<i>Mythimna unipuncta</i>	7	26	
	<i>Heliothis virescens*</i>		2	
	<i>Inopsis</i> sp.	1	1	31
	<i>Sonorarctia férvida*</i>			1
	<i>Arachnis aulaea</i>		141	5
	<i>Arachnis</i> sp ₁		38	9
	<i>Arachnis</i> sp ₂ *		43	
	<i>Estigmene acrea*</i>			2
EREBIDAE	<i>Hypercompe andromela*</i>			1
	<i>Hyphantria pentetria*</i>			1
	<i>Dysschema mariamne</i>	2	15	
	<i>Halysidota schausi</i>		41	227
	<i>Lophocampa</i> sp.*		1	
	<i>Bertholdia schausiana*</i>		8	
	<i>Ctenucha</i> sp.*		24	

	<i>Amastus alba</i> *		5	
	<i>Acronyctodes mexicanaria</i>	5	173	14
GEOMETRIDAE	<i>Sabulodes matrona</i> *	2		
	<i>Rheumaptera meadii</i> *		1	
	<i>Apatelodes pudefacta</i> *		1	
APATELODIDAE	<i>Apatelodes sp1</i> *		5	
	<i>Apatelodes sp2</i>		2	1
	<i>Rothschildia Orizaba</i> *	41		
SATURNIIDAE	<i>Automeris melmon</i>		19	9
	<i>Automeris leucane</i> *			9
	<i>Sphinxs lugens</i>		2	5
SPHINGIDAE	<i>Hyles lineata</i> *		1	
Total individuos (abundancia)		416	370	864 329
Total especies		15	14	36 21
Total especies exclusivas		5	4	18 8

Riqueza estimada

La riqueza estimada de especies para todo el Bosque de Chapultepec es de 66.2 taxones, mientras que la riqueza observada fue de 58, lo que indica que se cuenta con el 87.61% de completitud, al faltar ocho especies por registrar (Cuadro 5). La sección mejor muestreada es la Primera sección, con una riqueza observada de 15 especies y una estimada de 15.2 especies, lo que representa una completitud del 98.7% para la zona; seguida de la Segunda sección con

una riqueza observada de 14 y una estimada de 15 especies, lo que indica el 93.3% de completitud (Figura 7). La Cuarta sección presentó un nivel de completitud del 75% con 21 especies observadas y una estimada de 28 especies, siendo el más bajo de todas las secciones, además de contar con el menor número de registros dentro del Bosque, incluso por debajo de la Segunda sección.

La familia que destaca con mayor riqueza es Erebidae con 14 taxones (24.13%), lo que la convierte en la familia con la mayor representatividad dentro del Bosque de Chapultepec, seguida de Noctuidae con ocho especies (13.79%) concentradas en su mayoría en la Segunda sección. En contraste, Notodontidae mostró la menor riqueza con una sola especie (*Dasylophia seriata*), lo que representa el 1.7% de la riqueza en el Chapultepec. Tineidae, Psychidae, Megalopygidae, Lyceidae, Riodinidae y Crambidae también presentaron una riqueza de 1.7% pero con más de dos registros en una o más secciones dentro del Bosque, a diferencia de Notodontidae que presenta un solo registro para una sola especie.

Cuadro 5. Riqueza específica observada y estimada de los estados larvales de Lepidoptera dentro del Bosque de Chapultepec, Ciudad de México, México. Las estimaciones son de Chao 1, con un intervalo de confianza del 95% y la completitud (Moreno, 2001; Escalante-Espinosa, 2003; Chao *et al.* 2010) de los muestreos realizados en cada sección del Bosque y de todo el lugar.

Unidades espaciales	Riqueza observada	Completitud %	Estimación de riqueza	Límite inferior	Límite superior	Error -	Error +
S1	15	98.68	15.2	15	19.8	0.2	4.6
S2	14	93.33	15	14.1	24.7	0.9	9.7
S3	36	94.48	38.1	36.4	48.2	1.7	10.1
S4	21	75	28	22.4	54.7	5.6	26.7
Chapultepec	58	87.61	66.2	60.2	89.5	6	23.3

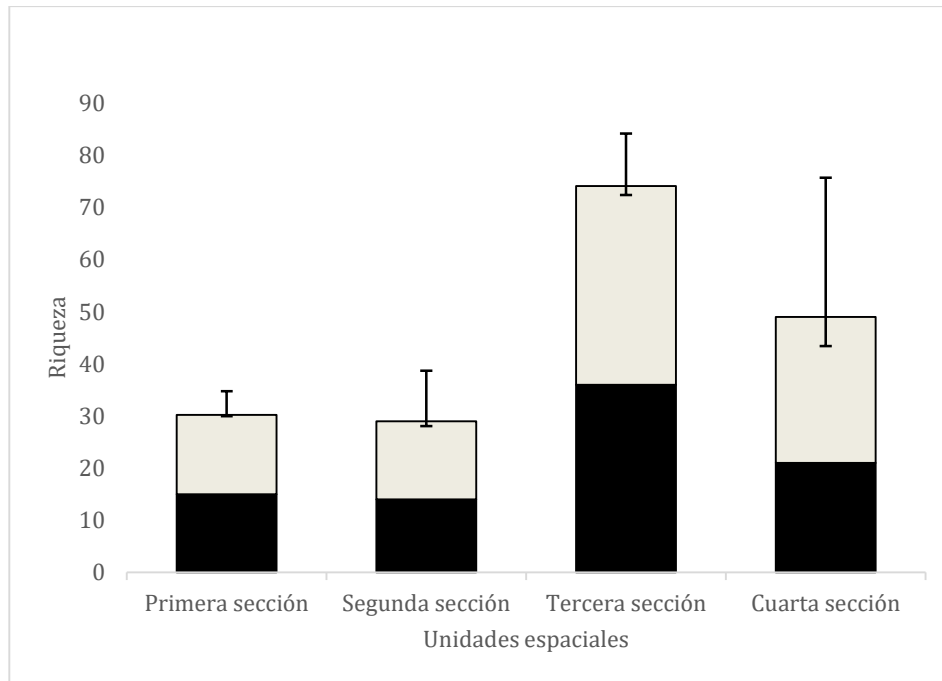


Figura 7. Riqueza observada (negro) y estimada (blanco) de las especies en las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec, con los límites del intervalo de confianza al 95%.

Diversidad

La diversidad de estados larvales en el Bosque de Chapultepec es de 20 especies, lo que denota gran dominancia de especies. La sección con mayor diversidad es la Tercera sección con 13 especies; en contraste con la Segunda sección que sólo presenta cuatro especies, al igual que la Cuarta sección (Cuadro 6).

Las cinco especies que presentaron mayor abundancia en todo el Bosque fueron: *Halysidota schausi* (Erebidae), *Phoebis philea philea* (Pieridae), *Melanis acroleuca* (Riodinidae), *Leptophobia aripa elodia* (Pieridae) y *Acronyctodes mexicanaria* (Geometridae). *Halysidota schausi* con 268 registros en la Tercera y Cuarta sección, con dominancia en la última sección. Para *Phoebis philea philea* se registraron 232 individuos en las primeras tres secciones, el 79.7% de las observaciones se localizaron en la Tercera sección. *Melanis acroleuca* tuvo 224 registros exclusivos de la Segunda sección y es la especie con mayor dominancia para la misma. Con respecto a *Leptophobia aripa Elodia*, se reportaron 193 individuos en la Primera y Segunda sección, además presentó una dominancia en el Jardín Botánico, concentrando el 85.5% de sus registros (Cuadro 4). Finalmente, *Acronyctodes mexicanaria* cuenta con 192 registros en la Primera, Tercera y Cuarta sección, con la Tercera sección como el sitio de mayor abundancia.

Cuadro 6. Diversidad de orugas de Lepidoptera en el Bosque de Chapultepec expresada en Número Efectivo de Especies (NES) para cada sección y en el Bosque de Chapultepec completo. Los datos fueron obtenidos con el índice de entropía de Shannon (Jost, 2006). En comparación se muestra la riqueza observada y la estimada.

Unidades espaciales	NES	Riqueza observada	Riqueza estimada	Límite inferior	Límite superior	Error -	Error +
S1	7	15	15.2	6.36	7.57	0.61	0.61
S2	4	14	15	3.48	4.64	0.58	0.58
S3	13	36	38.1	12.07	14.08	1.0	1.0
S4	4	21	28	3.66	5.2	0.77	0.77
Chapultepec	20	58	66.2	19.08	21.06	0.99	0.99

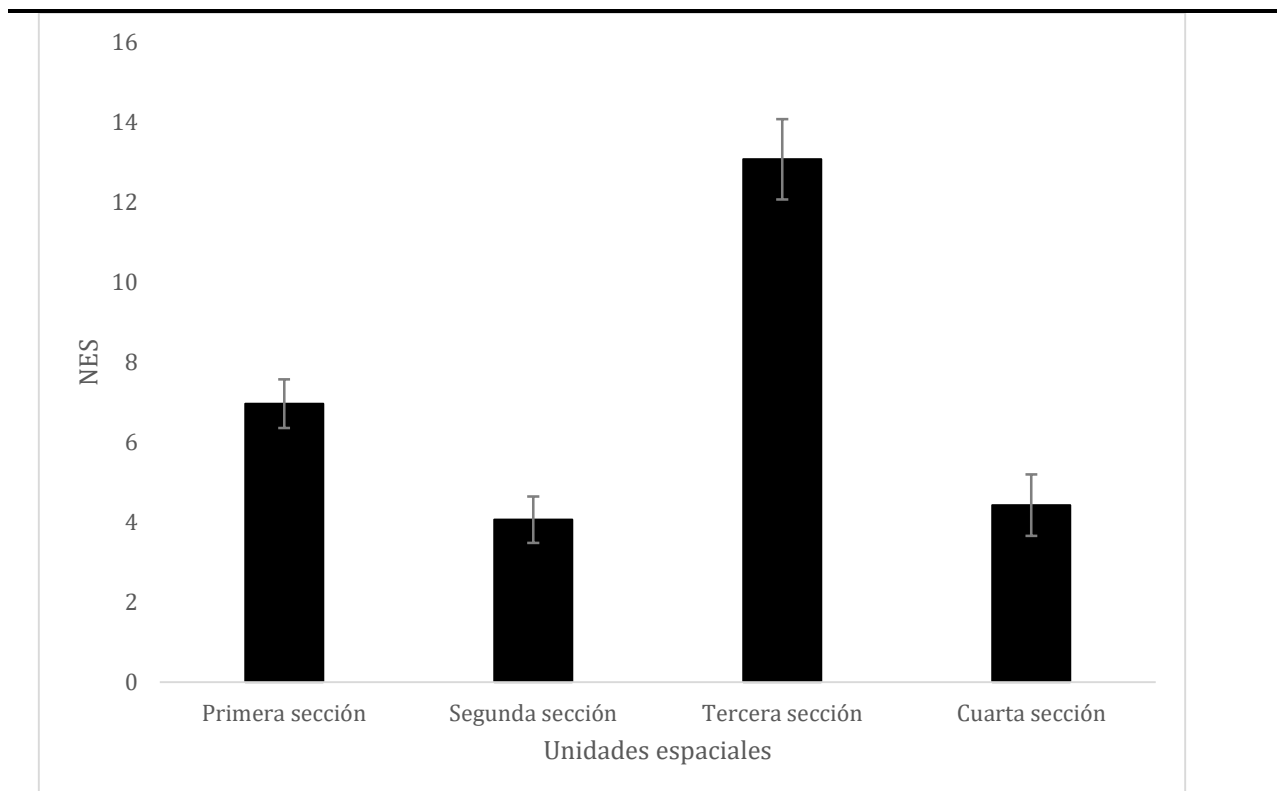


Figura 8. Diversidad de orden 1 de las orugas de Lepidoptera presentes en el Bosque de Chapultepec por unidades espaciales (secciones). NES es el número efectivo de especies, el cual toma en cuenta la riqueza y la abundancia de las especies con los límites del intervalo de confianza al 95%.

Similitud

El análisis de similitud muestra que las secciones se agrupan en dos conjuntos, con la Tercera y Cuarta sección como un conjunto y la Primera y la Segunda como otro (Figura 9). Se observa que entre secciones presentan una baja similitud, menor al 15%, con una composición de especies diferente entre cada sección, lo que coincide con el número de taxones exclusivos.

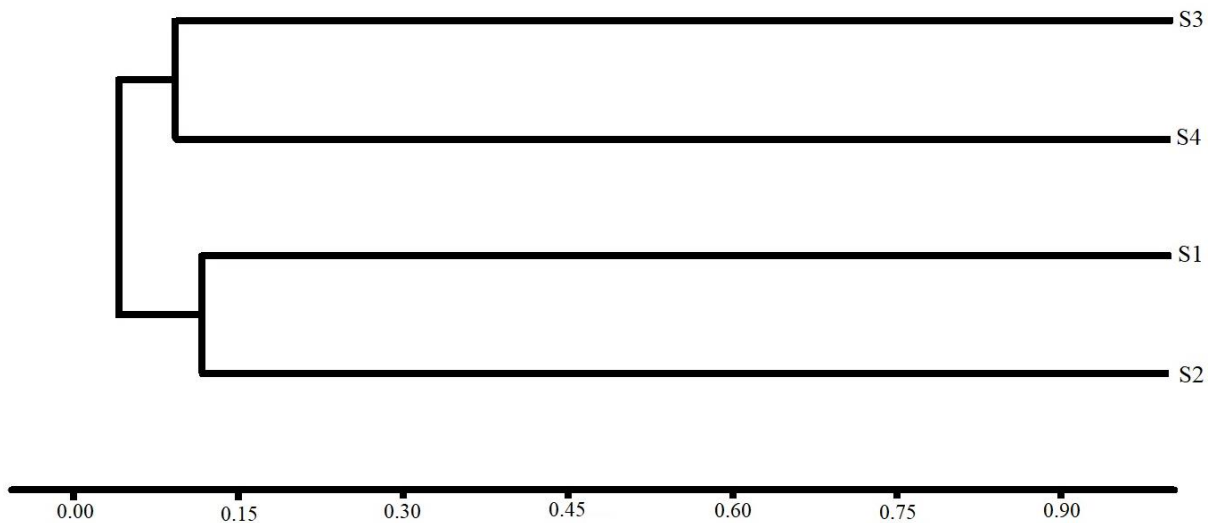


Figura 9. Dendrograma de similitud a partir del índice de Bray-Curtis de las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec.

Interacciones ecológicas

Parasitoides

Las interacciones de parasitismo observadas durante los muestreos fueron entre los órdenes Hymenoptera y Diptera. En su mayoría fueron observadas *ex situ* durante la crianza de las orugas recolectadas, ya sea que el parasitoide saliera al concluir su etapa de crecimiento o que se observara al momento de preservar a la oruga. Se observaron cuatro diferentes parasitoides en 25 orugas de 14 especies. La Tercera sección fue la que presentó un mayor número de individuos parasitados (11), seguida de la Cuarta sección (7). La familia Erebidae fue la más parasitada, con 11 individuos de cinco especies.

De los parasitoides dos se identificaron a nivel de familia y dos a nivel de género: Ichneumonidae y Braconidae (Hymenoptera); *Hyphantrophaga* y *Juriniopsis* (Tachinidae: Diptera) (Figura 10). La mayoría de los parasitoides fueron hallados al momento de preservar a las orugas o durante la crianza en los últimos estadios y durante el estado de pupa. Todos los dípteros fueron encontrados a lo largo de la crianza de las orugas, gran parte permitió que la oruga realizara su pupa, pero no la metamorfosis, ya que en esta etapa la mayor parte de los parasitoides emergieron de su huésped para realizar su metamorfosis. En su mayoría, los organismos parasitados se encontraron en la Tercera sección del Bosque y emergieron entre 5 a 20 días después de que la oruga muriera o comenzara el periodo de pupa.



Figura 10. Adulto observado *in situ*. Parasitoide del género *Juriniopsis* (Tachinidae), ataca a especies de Lepidoptera de distintas familias. En el Bosque de Chapultepec se registró parasitando especies de la familia Erebidae y Saturniidae.

Solo se observaron tres casos *in situ* al momento de encontrar a la oruga. El primer caso fue en un individuo de la especie *Automeris leucane* (Saturniidae), encontrado en la Cuarta sección con vida, pero débil y con capullos blancos alrededor de su cuerpo (Figura 11). Fue recolectado y se mantuvo bajo observación, durante este periodo no se alimentó a pesar de contar con alimento fresco dentro de su contenedor. Después de nueve días, la oruga se encontró muerta y los capullos de seda eclosionaron. Se identificó al parasitoide como avispa de la familia Braconidae (Hymenoptera), pero no fue posible su identificación a género o especie.

El segundo caso observado fue el de la especie *Mythimna unipuncta* (Noctuidae). Se encontró entre los pastos cerca del borde de la hoja a diferencia de los otros individuos que se hallaban en la base de la hoja. El individuo estaba rodeado de 18 capullos blancos en la parte

dorsal. La oruga falleció cuatro días después de ser colectada y siete días después emergieron las avispas (Braconidae: Hymenoptera). Los parasitoides se preservaron en un tubo Falcón en etanol al 100%. El último caso fue de la especie *Phoebis sennae marcellina* (Pieridae), la cual se encontró muerta con un capullo de Braconidae (Hymenoptera).



Figura 11. *Automeris leucane* (Saturniidae) parasitada por avispas (Braconidae: Hymenoptera). Caso observado en la Cuarta sección.

Planta huésped

De acuerdo con los datos obtenidos, 35 taxones presentaron hábitos monófagos, esto significa que la mayoría de las orugas (60.34%) se alimentan de una sola especie de planta presente en el Bosque de Chapultepec. Por otro lado, 18 taxones (31.03%), presentaron hábitos polífagos con más de una planta de diferentes familias como su alimento de elección. El hábito con menor representatividad fue el de las especies oligofágas, con tan solo cinco taxones que se alimentan de especies de una sola familia (8.62%). La mayoría de las plantas huésped son herbáceas o arbóreas, donde destacan las familias Asteraceae y Fabaceae como las plantas con mayor número de especies depredadas dentro del Bosque. De acuerdo con el estudio florístico realizado por la SEDEMA (2021), estas dos familias son las que están mayormente presentes dentro del parque.

Las plantas de alimentación registradas para Papilionoidea coinciden con las especies y familias reportadas por Beccaloni *et al.* (2008) para el Neotrópico. En este trabajo, se suman especies al catálogo de plantas reportado para México, de las cuales destacan: *Fraxinus uhdei* (Oleaceae) para la mariposa *Pterourus multicaudata*, *Senna multiglandulosa* (Fabaceae) para *Phoebis philiea philea* e *Indigofera miniata* (Fabaceae) para *Leptotes marina*. Las especies huésped con el mayor número de registros de orugas fueron: *Morus celtidifolia* (Moraceae) con

268 registros de tres especies de orugas, *Senna multiglandulosa* (Fabaceae) con 266 registros de nueve especies y *Buddleja cordata* (Scrophulariaceae) con 235 registros de 10 especies; las tres especies son nativas de la Cuenca de México (SEDEMA, 2017, 2021). Las plantas de alimentación se describen en los Cuadros 2 y 3, se incluye el nombre científico de la planta huésped y la familia a la que pertenecen.

DISCUSIÓN

Muestreo, crianza y preservación

Los estudios enfocados a la biología de los estados larvales y en los que se utilice la búsqueda directa, son escasos para México o para climas no tropicales (Hernández-Baz, 2012). Por lo que la información sobre las limitaciones que se presentan en este tipo de muestreo es escasa. De los trabajos existentes, destacan los de Allen *et al.* (2005), Wagner *et al.* (2010, 2012), Dyer *et al.* (2007) y Nuelle y Nuelle (2015), los cuales sirvieron como guía para este estudio. En este sentido, a continuación, se mencionan algunos aspectos relevantes a considerar respecto a los muestreos, crianza y preservación de las orugas. En cuanto a los muestreos, debe tenerse en cuenta que la búsqueda directa demanda una mayor cantidad de horas al examinar cada planta, a diferencia de los métodos utilizados en mariposas como trampas o redes. Algunos factores para considerar lograr un muestreo efectivo son: la duración de la etapa larval que dura entre una a varias semanas, los hábitos de las orugas como refugiarse en estructuras poco visibles de la planta, desplazarse a otras plantas o las estrategias contra depredadores (Allen *et al.*, 2005; Wagner, 2010).

La observación de la conducta en adultos para identificar las plantas de oviposición y la recolecta de orugas en sus primeros estadios para su crianza, fueron las estrategias auxiliares que permitieron tener registros que de otra manera no se hubieran logrado. Por ejemplo, el registro de *Leptotes marina*, donde se encontraron a las orugas después de observar a una hembra ovipositar en la flor de *Indigofera miniata* Ortega (Fabaceae). Los huevos se recolectaron y criaron, lo que permitió registrar, fotografiar y preservar a la oruga. Esta estrategia de búsqueda solo es mencionada por Wagner (2010), ya que el resto de la literatura menciona la búsqueda directa o métodos como el barrido o la sombrilla entomológica (Allen *et al.*, 2005; Costa *et al.*, 2006; Braby y Nishida, 2010; Nuelle y Nuelle, 2015). Sin embargo, los últimos dos métodos pueden dañar a las larvas o no permiten registrar la planta huésped, hábitos e interacciones (Costa *et al.*, 2006). De la literatura en español que existe al respecto,

el libro de Costa *et al.* (2006) es el más completo con información sobre distintos métodos de recolecta, preservación y claves taxonómicas para estados inmaduros de insectos. Aun así, la información es general, por lo que es importante seguir afinando métodos para el estudio de las orugas. Esto implica contar con conocimientos previos del grupo, en especial si se busca un registro completo y que incluya especies raras o de las que se desconoce su planta de alimentación.

Para la preservación mediante ebullición, además de seguir las recomendaciones de Nuelle y Nuelle (2015), se observó que la forma se conserva mejor al sumergir las orugas en agua fría después de mantenerlas en agua hirviendo por dos minutos. Asimismo, mantener la oruga estirada durante el choque térmico con ayuda de pinzas permite conservar mejor su forma en ambos métodos de preservación. La literatura sobre este aspecto es escasa, por lo que vale la pena tomar registro de las variantes que ayudan a lograr una preservación más adecuada y comparar el uso de distintos líquidos preservadores como el KAAD en futuros estudios y para la conformación de colecciones de referencia eficientes (Costa *et al.*, 2006; Nuelle y Nuelle, 2015).

Determinación taxonómica

La determinación es uno de los mayores retos en el estado larval; en este estudio se logró apenas un 78% al identificar 58 taxones a nivel de género y especie de las 74 morfoespecies observadas, en su mayoría por causa de tres aspectos: 1) registros únicos en los primeros estadios, lo que dificulta la identificación de caracteres; 2) las claves disponibles como las de Peterson (1959) o Martins-Dias, (2006) permiten identificar hasta familia o subfamilia de Macrolepidoptera, son pocas las claves específicas para género, especie o que refieren a la fauna local o regional; 3) las orugas presentan una amplia variación en sus patrones de coloración inter e intraespecífica, lo que dificulta la identificación solo con caracteres morfológicos (Wagner, 2010). Por ejemplo, las orugas de la familia Erebidae presentan sedas abundantes de diferentes tamaños y colores, particularmente las orugas del género *Arachnis* tienen una variación de color a lo largo de sus estadios y entre especies, dificultando su identificación a nivel específico.

Es necesario realizar estudios que corroboren las identificaciones, por ello se generó la colección accesoria de ADN de los organismos recolectados como alternativa para comparar con librerías existentes. Hasta el momento, sólo hay registro de una colección de referencia

para estados larvales de especies de México en el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Prado-Cuellar (2012) analizó 2,014 secuencias de larvas mediante los códigos de barras, lo que permitió la identificación del 51% de los ejemplares que recolectó. A causa de la falta de bibliotecas de referencia y a la falta de revisiones taxonómicas de lepidópteros nocturnos en el país solo logró identificar la mitad de su muestra, lo que evidencia la relevancia de los dos tipos de estudios y realizar más muestreos. Gracias a las muestras obtenidas de las orugas, se registraron cuatro familias que no habían sido reportadas para la Península de Yucatán (Prado-Cuellar, 2012).

Lista de especies

De la lista de especies para el Bosque de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023), se mencionan 115 especies, de cuales solo se encontraron las orugas de 18 especies en la zona, lo que representa el 15.6% de la lepidopterofauna reportada para el Bosque. De acuerdo con Tapia-González (2023), la mayoría de las especies que habitan el Bosque son de amplia distribución, por lo que esperábamos encontrar más especies de las halladas en el presente estudio; sobre todo considerando varias de ellas cuentan con su planta de alimentación dentro del Bosque (*Passifloraceae* para *Dione* y *Agraulis*).

De las especies de Papilionoidea registradas, *Melanis acroleuca* (Riodinidae) corresponde a un registro nuevo para Chapultepec, puesto que no había sido reportada en ninguno de los dos estudios previos. Es posible que esto se deba a su ciclo de vida, ya que se presentó en una única ocasión durante todo el muestreo, pero de manera abundante. Esta es una especie endémica para el país, con distribución en el noroeste, centro y suroeste de México. De La Maza y De La Maza (2023) reportan dos plantas de alimentación para la especie: *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. y *Albizia tomentosa* (Micheli) Standl. (Fabaceae). Mientras que en Chapultepec se registró a *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (Fabaceae) como su fuente de alimento.

También, destaca el registro de *Astrartes fulgurator azul* (Hesperiidae) en la Primera sección, ya que Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) la reportan como especie muy rara y Tapia-González (2023) no recolectó ningún ejemplar durante su muestreo. En este estudio se encontraron seis ejemplares de *A. fulgurator azul* en el Jardín Botánico en refugios hechos con hoja y seda, alimentándose de *Psidium guajava* L. (Myrtaceae). En la literatura se reporta una variedad de plantas de alimentación de diferentes familias como Fabaceae y Malvaceae

(Beccaloni *et al.*, 2008; Cock, 2016), pero dentro del Bosque solo se encontró alimentándose de una especie. La observación del estado larval de *A. fulgerator azul* muestra la importancia de realizar estudios con enfoque en los adultos y en las orugas, para obtener un panorama completo sobre las especies y su residencia. Los registros históricos junto con la evidencia del estado larval muestran que *A. fulgerator azul* es residente del Bosque a pesar de ser una especie rara (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011; Tapia-González, 2023).

Tapia-González (2023) indicó que *Dione moneta poeyii* (Nymphalidae) es una especie dominante en el Bosque. Sin embargo, no se observó ningún estado larval durante los muestreos, a pesar de que se observó al adulto y a las plantas de alimentación reportadas para la especie: *Passiflora biflora*, LAM (Méndez-Martínez, 2006; Beccaloni *et al.*, 2008). Solo se obtuvo registro de *D. juno huascuma* en la Primera y Cuarta sección, aunque se encuentra reportada en las cuatro secciones (Tapia-González, 2023). Ambas especies se alimentan de una variedad de plantas de la familia Passifloraceae por lo que se esperaba encontrar a ambas especies ya que su alimento es abundante y se distribuye en todas las secciones del Bosque (Méndez-Martínez, 2006; Beccaloni *et al.*, 2008; Ríos, 2023). Debido a la dominancia de *D. moneta poeyii* en su estado adulto (Tapia-González, 2023), no se descarta a la especie como residente del Bosque, es probable que su ausencia en el estudio se deba al lapso entre cada muestreo por sección, la corta duración de su ciclo de vida y estrategias para evitar la competencia entre las dos especies.

Danaus plexippus plexippus se presentó de manera abundante en la Segunda sección durante los primeros meses del muestreo aparentando ser una especie abundante para la sección. Sin embargo, durante los últimos meses los registros fueron disminuyendo. Se considera que esto fue producto del manejo de las áreas verdes en el Bosque, ya que cuando se empezó el trabajo de campo, se observaron muchas zonas de la sección plantadas con *Asclepias curassavica* (Apocynaceae), por lo que el alimento de *D. plexippus plexippus* se encontraba disponible de manera abundante y continua a lo largo del tiempo. No obstante, en los últimos meses se observó que los trabajos de jardinería cambiaron y se retiraron o reemplazaron por otras plantas, dado que había una plaga de escarabajos. Por lo tanto, la abundancia de *D. plexippus plexippus* al ser una oruga de hábitos monófagos, disminuyó conforme su planta huésped (Greenstein *et al.*, 2022).

Por otro lado, se obtuvo un registro de *Nathalis iole* (Pieridae), el cual fue a través de la observación de una hembra ovipositar. Se decidió tomar como registro ya que está reportada

por Tapia-González (2023) como una especie dominante, presente en las cuatro secciones del Bosque de Chapultepec. Además, el adulto puede ser identificado fácilmente sin necesidad de ser recolectado. Por el contrario, no se consideraron los mismos criterios para *Hypercompe andromela* (Erebidae) aun cuando también está registrada para el Bosque y se observó a una hembra ovipositar (Beutelspacher-Baigts, 2013). No existen estudios detallados sobre la especie, su distribución y el estatus poblacional, además de que existe controversia en cuanto a la relación filogenética del género, su estatus taxonómico y las diferentes sinonimias que presenta la especie, por lo que se optó por una postura conservadora para el análisis del estudio (Laguerre, 2023).

Por último, las polillas fueron mayoría dentro de los registros para Chapultepec. Sin embargo, a diferencia de las mariposas o Papilionoidea, no existe una lista de especies de polillas para la zona y los estudios para cada especie son reducidos. Para este trabajo se tomó como base la lista de Beutelspacher-Baigts (2013), en la cual menciona la presencia de 767 especies de polillas en el Valle de México y de estas, 83 especies están presentes en Chapultepec. A partir de dicho estudio, se encontraron 40 especies para el Bosque de las cuales cuatro especies no se mencionan en dicha lista y es posible que no hayan sido registradas por factores como su rareza, especies crípticas, mimetismo y el tipo de muestreo. Entre estas especies destaca *Apatelodes pudefacta* (Apatelodidae), se encontró un único ejemplar en estado larval en la Tercera sección. Los adultos del género son difíciles de identificar sin diseccionar genitalia, por lo que es posible que no se haya registrado previamente por tal motivo. Por este mismo motivo no fue posible identificar todas las especies del género encontradas en el Bosque.

Los registros locales nuevos para polillas: *Amorbia* sp., *C. rosaceana* (Tortricidae), *D. seriata* (Notodontidae), *M. divaricata*, *S. frugiperda*, *H. virescens*, *Inopsis* sp. (Noctuidae), *A. aulaea*, *H. pentetria*, *B. schausiana*, *Ctenucha* sp., *A. alba* (Erebidae), *S. matrona*, *R. meadii* (Geometridae), *A. pudefacta* (Apatelodidae), *R. orizaba*, *A. melmon* y *A. leucane* (Saturniidae). Dichos registros, junto con los registros de Papilionidae: *M. acroleuca* (Nymphalidae) y *A. fulgerator azul* (Hesperiidae), denotan la importancia de realizar trabajos enfocados al conocimiento de la diversidad de los estados larvales. Ya que complementan el conocimiento que se tiene de las especies desde otro enfoque y permite enriquecer la información que se obtiene a través del muestreo de adultos.

Distribución de los estados larvales en el Bosque de Chapultepec

De las cuatro secciones de Chapultepec, la Tercera sección fue la que presentó la mayor abundancia, riqueza y número de taxones exclusivos. Es la sección con mayor superficie (328.7 ha) y, a diferencia del resto, solo presenta el 14.2% de sellamiento del suelo, lo que propicia una mayor cobertura vegetal, que a su vez genera un ambiente favorable para las especies, en este caso para las orugas (Cotler *et al.*, 2021). El transecto Barranca fue en donde se registraron la mayor cantidad de individuos, probablemente debido a la sombra orográfica que se genera por el terreno accidentado, lo que permite que se mantenga la humedad y la vegetación. Ávalos-Hernández *et al.* (2024) mencionan que la presencia de mariposas y polillas, la riqueza de especies y la abundancia se encuentran positivamente relacionadas con la riqueza de especies arbóreas, característica que cumple la Tercera sección, además de la alta densidad de vegetación con respecto a las demás secciones. Estos hallazgos sugieren que la Tercera sección es un refugio de diversidad de importancia al albergar y mantener la fase larvaria del ciclo de vida de varias especies de Lepidoptera.

Los meses de agosto y septiembre mostraron una mayor cantidad de registros, concentrados en su mayoría en la Tercera sección, esto coincide con el periodo de lluvias fuertes entre julio y septiembre (CONAGUA, 2024). De este modo, la disponibilidad del recurso hídrico tiene un efecto directo en el crecimiento de la vegetación, aumentando así la disponibilidad de alimento para las orugas (Smallidge y Leopold, 1997; Johnson y Zalucki, 2007; Ramírez-Restrepo y MacGregor-Fors, 2016). Cabe mencionar que la Tercera sección es la que recibe menos manejo: poda, plantas de ornamento, plaguicidas o fertilizantes, por lo que el crecimiento sin intervención de los diferentes estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, aumenta la disponibilidad de recursos para las orugas y constituye un hábitat favorable para mariposas y larvas (Öckinger *et al.*, 2009; RoCHAT *et al.*, 2017).

La diversidad del Bosque fue baja, lo que coincide con otros estudios de diversidad en ambientes modificados y/o urbanos, a pesar de que la riqueza y abundancia suelen ser altas (Ramírez-Restrepo y Halffter, 2013; Quintana y López, 2020). Las dos secciones con menor diversidad fueron la Segunda sección con dominancia de *M. acroleuca*, y la Cuarta sección con *H. schausi* como especie dominante. Es probable que lo anterior se deba al manejo de las áreas verdes y la cantidad de área con sellamiento del suelo, ya que la Segunda sección constituye el área con mayor superficie sellada y menor cantidad de estrato herbáceo debido a la poda constante por mantenimiento (Díaz-Batres y Llorente-Bousquets, 2011; Benavides-Meza *et al.*,

2012; Cotler *et al.*, 2021). Tener conocimiento sobre la influencia que tienen los factores ambientales, la estructura vegetal y la perturbación en la diversidad local, es crucial para hacer un manejo de las áreas adecuado y enfocado a la conservación (Smallidge y Leopold, 1997; Öckinger *et al.*, 2009).

De acuerdo con Tapia-González (2023), las especies dominantes de Papilionoidea en el Bosque de Chapultepec son seis: *Leptophobia aripa elodia*, *Nathalis iole*, *Ancyloxypha arene*, *Dione moneta poeyii*, *Leptotes marina* y *Anthanassa texana texana*. De estas especies se registraron los estados larvales de *L. aripa elodia*, *N. iole* y *L. marina*; la primera especie presentó la mayoría de los registros concentrados en la Primera y Segunda sección donde abundan sus plantas huésped *Tropaeolum majus* L. y *Brassica olerace* L., ya que se usan como plantas de ornato y de consumo humano (SEDEMA, 2021). A pesar de que no se encontraron tres de las seis especies reportadas como dominantes, no se descarta su residencia en el Bosque ya que se observó al menos una de las plantas huésped reportadas para cada especie.

Interacciones biológicas

Plantas huésped y parasitoides

Las tres especies de plantas más depredadas por las orugas cuentan con una distribución amplia en México: *Morus celtidifolia* Kunth y *Buddleja cordata* Kunth se encuentran restringidas a México y Guatemala, mientras que *Senna multiglandulosa* (Jacq.) H. S. Irwin & Barneby se distribuye de México hasta Argentina (Rzedowski, 2006; SEDEMA, 2021). Dentro del Bosque, *S. multiglandulosa* está entre las especies leñosas empleadas para reforestar la Segunda y Tercera sección del Bosque por lo que se encuentra en abundancia y como consecuencia, *P. philea philea* también es abundante y dominante en el Bosque (López-López y Benavides-Meza, 2014; Guzmán y Meza, 2018).

El conocimiento sobre los hábitos alimenticios de las orugas es escaso, sesgado a una región; o bien, cuando existe la información está aislada o desactualizada. Los registros obtenidos durante este estudio aportan y amplían dicho conocimiento. Los términos utilizados para describir los hábitos alimenticios de las larvas en el Bosque de Chapultepec refieren solo a las plantas usadas en el parque, ya que en la literatura se reconoce que hay registros de orugas que aprovechan más fuentes de alimento en otras regiones dada su distribución amplia o hábitos generalistas. Por ejemplo, en el catálogo de plantas huésped de Beccaloni *et al.* (2008), encontraron que la literatura menciona dos especies de *Prunus* (Rosaceae) como alimento de

Pterourus multicaudata (Papilionidae); sin embargo, en Chapultepec solo se registró alimentándose de *Fraxinus uhdei* (Oleaceae), lo que indica que los hábitos de las orugas varían por su distribución o disponibilidad de alimento, entre otros factores (McLellan & Montgomery, 2024). Esto resalta la importancia de realizar estudios como éste para actualizar la información de los estados larvales de Lepidoptera.

Los hábitos alimenticios presentan una relación con los mecanismos de defensa y su éxito ante la depredación. Dyer (1995) probó esta hipótesis con hormigas que son depredadores naturales de orugas en la Reserva Biológica La Selva en Costa Rica, encontró que las especies de orugas especialistas o monófagas son menos depredadas o incluso evitadas por los depredadores, lo que está relacionado con el secuestro de sustancias por parte de la oruga de su planta huésped. Por lo anterior, las especies de hábitos monófagos son más abundantes que el resto, lo que se refleja en los registros obtenidos en este estudio. También existe una relación entre especies que se alimentan de plantas herbáceas y hábitos de monofagia, esto coincide con la familia Asteraceae al contar con el mayor número de depredación por orugas (Futuyma, 1976). Así, se relacionan los hábitos de alimentación con la probabilidad de depredación.

Para el caso de los estados larvales en Chapultepec se observó que la Tercera sección presentó la mayor cantidad de individuos parasitados y que la familia Erebidae fue la más perjudicada. Estos datos coinciden con los hábitos generalistas/polífagos de la familia y con la densidad de la cobertura vegetal. Nason *et al.* (2021), estudiaron la probabilidad de depredación de orugas en zonas urbanas y zonas rurales en Kentucky, EUA y encontraron que esta aumentaba en las zonas rurales o donde la densidad vegetal era mayor. Öckinger *et al.* (2009) hallaron resultados similares al comparar fragmentos urbanos a los que clasificaron como parques tradicionales (solo estrato arboreo), parques semi-naturales y áreas de vegetación ruderal; en donde la primera clasificación contó con la menor riqueza de mariposas. Estos resultados que coinciden con las características de la Tercera sección que, a pesar de no ser zona rural, de acuerdo con Öckinger *et al.* (2009) cuenta con características de parque semi-natural y área ruderal. En México, Pena *et al.* (2021), realizaron un estudio similar en un gradiente de urbanización en la ciudad de Xalapa, Veracruz y obtuvieron los mismos resultados que Nason *et al.* (2021), posiblemente por la alta presencia de disturbios, la baja disponibilidad de recursos en las zonas de mayor urbanización y variación en la estructura vegetal.

Fotografía

Se resalta la importancia de esta herramienta para estudios de monitoreo de fauna, educación ambiental y programas de divulgación científica, actividades que son cruciales en áreas urbanizadas, que dependen de la información generada por estudios científicos para crear conciencia sobre la importancia de la biodiversidad en las ciudades (Ramírez-Restrepo y MacGregor-Fors, 2016). Por otro lado, se recomienda el uso de la fotografía en claves taxonómicas para ilustrar los caracteres morfológicos, ya que los esquemas pueden ser poco ilustrativos, además de que solo existen de forma detallada en la clave de Peterson (1959).

El uso de la fotografía en el presente estudio fue más allá del objetivo de registrar las orugas observadas, se empleó como una herramienta para identificar y auxiliar en la recolecta tradicional, esto permitió recolectar sólo los ejemplares necesarios para su registro y análisis. Entre las ventajas que presentó están el uso de poco equipo, la manipulación mesurada de los organismos para fotografías *in situ* y la creación de una colección fotográfica que sirva como referencia, ya que existe poco material sobre los estados larvales en México y para el centro del país con un buen nivel de determinación que se asocie al registro fotográfico. Por lo anterior, este trabajo es un primer acercamiento para conocer la diversidad de orugas, información sobre sus hábitos y hábitat, y deja material de calidad que servirá para identificaciones más rápidas y con múltiples fines.

CONCLUSIONES

- Este estudio representa una base para la investigación de los estados larvales de Lepidoptera, su residencia en el Bosque de Chapultepec y el uso de diferentes métodos de muestreo, preservación y documentación.
- Se registraron 19 familias, 51 géneros y 58 especies (49 identificadas a nivel específico) que realizan su ciclo de vida en Chapultepec. Las cuales aprovechan 69 especies de plantas como alimento, en su mayoría pertenecientes a las familias Fabaceae y Asteraceae.
- De las especies encontradas, cinco son endémicas de México.
- Se actualizó la lista de Papilionoidea de Díaz-Batres y Llorente-Bousquets (2011) y Tapia-González (2023) de 115 a 116 especies con el nuevo registro de *Melanis acroleuca*.
- La riqueza estimada del Bosque es de 66 especies con una completitud del 87.6%.
- La Tercera sección fue la que presentó mayor abundancia, riqueza, exclusividad y diversidad de especies.
- Se encontraron cinco especies dominantes: *Halysidota schausi* (Erebidae), *Phoebis philea philea* (Pieridae), *Melanis acroleuca* (Riodinidae), *Leptophobia aripa elodia* (Pieridae) y *Acronyctodes mexicanaria* (Geometridae), lo que explica la baja diversidad del Bosque de Chapultepec.
- La fotografía complementó los muestreos y la identificación taxonómica de los organismos. La colección de fotografías que se generó, junto con la colección de orugas servirán como base para estudios posteriores.
- Se destaca la importancia de Chapultepec como un refugio para las especies y relevante de conocer en qué zonas del Bosque llevan a cabo las etapas de su ciclo de vida.

LITERATURA CITADA

- Allen, T.J., Brock, J.P., Glassberg, J. (2005). *Caterpillars in the Field and Garden: A Field Guide to the Butterfly Caterpillars of North America*. Oxford University Press.
- Andrade, C.M.G., Henao-Bañol, E.R., Treviño, P. (2013). Técnicas y procesamiento para la recolección, preservación y montaje de Mariposas en estudios de biodiversidad y conservación. (Lepidoptera: Hesperioidea – Papilionoidea). *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. 37 (144): 311-325.
- Ávalos-Hernández, O., Trujano-Ortega, M., Ortega-Álvarez, R., Martínez-Fuentes, R.G., Calderón-Parra, R., García-Luna, F., Ramírez-Vieyra, L., Tapia-González, J., Vega-Rivas, J., Villagómez-Guijón, J., Valdenegro-Brito, A., García-Vázquez, U.O. (2024). How does urbanization affect the fauna of the largest urban forest in Mexico? *Urban Forestry & Urban Greening*, 92, 128191. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128191>
- Beccaloni, G.W., Vilorio, A.L., Hall, S.K., Robinson, G.S. (2008). *Catalogue of the Hostplants of the Neotropical Butterflies* (1.a ed., Vol. 8). Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Benavides-Meza, H. M., Fernández Grandizo, D. Y. (2012). Estructura del arbolado y caracterización dasométrica de la segunda sección del Bosque de Chapultepec. *Madera y bosques*, 18(2), 51-71. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712012000200004&lng=es&tlng=es
- Bernays, E.A., Chapman, R.E. (1994). *Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*. Springer eBooks. doi:10.1007/b102508
- Beutelspacher-Baigts, C.R. (2013). *Las Mariposas Nocturnas del Valle de México* (1.a ed., Vol. 1). Instituto de Biología, UNAM.
- Blair, R.B., Launer, A.E. (1997). Butterfly diversity and human land use: Species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation*, 80(1), 113–125. [https://doi.org/10.1016/s0006-3207\(96\)00056-0](https://doi.org/10.1016/s0006-3207(96)00056-0)

- Blair, R.B. (1999). Birds and Butterflies along an Urban Gradient: Surrogate Taxa for Assessing Biodiversity? *Ecological Applications*, 9(1), 164–170. <https://doi.org/10.2307/2641176>
- Bodner, F., Brehm, G., Homeier, J., Strutzenberger, P., Fiedler, K. (2010). Caterpillars and Host Plant Records for 59 Species of Geometridae (Lepidoptera) from a Montane Rainforest in Southern Ecuador. *Journal of Insect Science*, 10(67), 1-22. <https://doi.org/10.1673/031.010.6701>
- Boege, K., Delgado, I.P., Zetina, J., del-Val, E. (2022). Impacts of Climatic Variability and Hurricanes on Caterpillar Diet Breadth and Plant-Herbivore Interaction Networks. In: Marquis, R.J., Koptur, S. (eds) *Caterpillars in the Middle. Fascinating Life Sciences*. pp 557–581. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86688-4_18
- Braby, M. F., Nishida, K. (2010). The immature stages, larval food plants and biology of Neotropical mistletoe butterflies (Lepidoptera: Pieridae). II. The Catasticta group (Pierini: Aporiina). *Journal of Natural History*, 44(29-30), 1831–1928. doi:10.1080/00222931003633227
- Campos-Moreno, D. F., Dyer, L. A., Salcido, D., Massad, T. J., Pérez-Lachaud, G., Tepe, E. J., Whitfield, J. B., Pozo, C. (2021). Importance of interaction rewiring in determining spatial and temporal turnover of tritrophic (Piper-caterpillar-parasitoid) metanetworks in the Yucatán Península, México. *Biotropica*, 53(4), 1071-1081. <https://doi.org/10.1111/btp.12946>
- Chao, A., Chiu, C., Jost, L. (2010). Phylogenetic diversity measures based on hill numbers. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 365(1558), 3599-3609. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0272>
- Chao, A., & Chiu, C. (2016). Species Richness: Estimation and Comparison. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*, 1-26. <https://doi.org/10.1002/9781118445112.stat03432.pub2>
- Cock, M.J.W. (2016). Observations on the biology of skipper butterflies in Trinidad, West Indies: Urbanus, Astraptus and Narcosius (Hesperiidae: Eudaminae). *Living World, Journal of The Trinidad and Tobago Field Naturalists' Club*.

- CONAGUA. (2024). Red de estaciones climatológicas. Ciudad de México, México: Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Consultado en enero, 2024: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Cornelis, J., Hermy, M. (2004). Biodiversity relationships in urban and suburban parks in Flanders. *Landscape and Urban Planning*, 69(4), 385–401. doi:10.1016/j.landurbplan.2003.10.038
- Corona, M.A. (2002). Los parques urbanos y su panorama en la zona metropolitana de Guadalajara. *Revista de vinculación y ciencia*, 4(9), 4-16.
- Costa, C., Ide, S., Simonka, C. E. (2006). *Insectos inmaduros: metamorfosis e identificación*. Sociedad Entomológica Aragonesa, Programa CYTED, & Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática. 1.a ed., Vol. 5, 236 pp. Zaragoza: S.E.A.
- Cotler-Ávalos, H., Cram, S., Mendoza Ruiz, L. Ramírez-Beltrán, M.N. (2021). Sellamiento del suelo en el Bosque de Chapultepec y propuestas de restauración. *Investigaciones Geográficas*, 105. <https://doi.org/10.14350/rig.60393>
- Coto-Alfaro, D. (1997). Lepidoptera en cultivos anuales y perennes: manual de reconocimiento (1.a ed.). *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2866/Lepidoptera_en_cultivos_anuales.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cox, D.T.C., Gaston, K.J. (2016). Urban Bird Feeding: Connecting People with Nature. *PLOS ONE*, 11(7), e0158717. doi:10.1371/journal.pone.0158717
- Czech, B., Krausman, P.R., Devers, P.K. (2000). Economic Associations among Causes of Species Endangerment in the United States. *BioScience*, 50(7), 593. doi:10.1641/0006-3568(2000)050[0593:eaacos]2.0.co;2
- Davis, N. (2010). Fifth Instar 9 October 2010. Wild Utah. https://www.wildutah.us/html/butterflies_moths/pieridae/h_b_nathalis_iole_larva.html

- De la Maza, E.R.G., de la Maza, E.J. (2023). Identificación de las especies del género *Melanis* Hübner, [1819] (Riodinidae: Riodininae) en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*. 18-2020.
- De Orellana, M., Del Villar, M. (2020). El bosque de Chapultepec: sitio sagrado y natural de México (1.a ed.). *Grupo Planeta*.
- Descouens, D. (2017, 5 abril). *Hyles Lineata* MHNT CUT 2010 0 134 Female North America Dorsal.jpg. Wikimedia Commons. Consultado el 16 de marzo,2024: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hyles_lineata_MHNT_CUT_2010_0_134_Female_North_America_dorsal.jpg
- Díaz-Batres, M. E. y Llorente-Bousquets, J. (2011). *Mariposas de Chapultepec: Guía Visual*. Panorama, México.
- Dussourd, D. E. (1993). Foraging with finesse: caterpillar adaptations for circumventing plant defenses. In: Stamp, N.E. and Casey, T.M., Eds., *Caterpillars: Ecological and Evolutionary constraints on foraging*. Chapman and Hall, New York, 92-131. (1.a ed., Vol. 2, pp. 92-131).
- Dyer, L.A. (1995). Tasty Generalists and Nasty Specialists? Antipredator Mechanisms in Tropical Lepidopteran Larvae. *Ecology*, 76(5), 1483-1496. <https://doi.org/10.2307/1938150>
- Dyer, L. A., Singer, M. S., Lill, J. T., Stireman, J. O., Gentry, G. L., Marquis, R. J., Ricklefs, R. E., Greeney, H. F., Wagner, D. L., Morais, H. C., Diniz, I. R., Kursar, T. A., & Coley, P. D. (2007). Host specificity of Lepidoptera in tropical and temperate forests. *Nature*, 448(7154), 696-699. <https://doi.org/10.1038/nature05884>
- Escalante-Espinosa, T. (2003). ¿Cuántas especies hay? Los estimadores no paramétricos de Chao. *Elementos: ciencia y cultura*. ISSN 0187-9073 https://www.researchgate.net/publication/26419434_Cuántas_especies_hay_Los_estimadores_no_parametricos_de_Chao
- Font, E. (2023). Scientific photography and animal behaviour: A historical perspective. *Metode Science Studies Journal*, (14) 31-39. <https://doi.org/10.7203/metode.14.24660>

- Futuyma, D.J. (1976). Food Plant Specialization and Environmental Predictability in Lepidoptera on JSTOR. *The American Naturalist*, 110(972), 285-292. <http://www.jstor.org/stable/2459492>
- Gaceta Oficial del Distrito Federal (2006). Acuerdo por el que se Aprueba el Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental del Distrito Federal, con la Categoría de Bosque urbano Denominada “Bosque de Chapultepec”. Publicado el 17 noviembre de 2006.
- Gálvez-Díaz, V. (2017). La fotografía científica. Historia y vínculo con la divulgación. *Revista Digital Universitaria* 18(5), <http://revista.unam.mx/>
- García-Barros, E. (2015). Filogenia y evolución de Lepidoptera. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 26. 475-483.
- García-Roa, R. (2024). A picture and a thousand words: The pairing of photography and science. *Metode Science Studies Journal*, 14, 17–21. <https://doi.org/10.7203/metode.14.25534>
- Garzón-Orduña, I. J., Matson, T. A. (2021). First report of *Meris paradoxa* Rindge (Geometridae: Ennominae) in the central mountains of Mexico, description of its female and a comparison of caterpillar variation among kin. *Zootaxa*, 5032(1), 104-112. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5032.1.5>
- GBIF Secretariat. (2023). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2024-11-01. Consultado en marzo, 2024.
- Google. (s.f.). [Secciones Bosque de Chapultepec, mapa en capas]. Recuperado el 08 de octubre de 20203 de <https://g.co/kgs/XJa5LF>
- Gray, J. S. (1989). Effects of environmental stress on species rich assemblages. *Biological Journal of the Linnean Society*, 37(1-2), 19–32. doi:10.1111/j.1095-8312.1989.tb02003.x
- Greenstein, L., Steele, C., Taylor, C.M. (2022). Host plant specificity of the monarch butterfly *Danaus plexippus*: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 17(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269701>

- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M. (2008). Global Change and the Ecology of Cities. *Science*, 319(5864), 756-760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Guzmán, M.O.G., Meza, H.M.B. (2018). Ensayo de Leguminosas para la Reforestación de la 2ª Sección del Bosque de Chapultepec. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(14), 039-054. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v3i14.473>
- Guixà, R. (2017). Visiones de lo invisible: La fotografía científica del siglo XIX y su importancia en la configuración epistemológica de la imagen en la cultura contemporánea. *Revista Cine, Imagen, Ciencia*. 1. 240-268.
- Hammer, Ø., Harper D.A.T, Ryan P.D. (2001) PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 4
- Hernández-Mejía, C., Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., & Luis-Martínez, A. (2008). Las mariposas (Hesperioidea y Papilionoidea) de Malinalco, Estado de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79(1), 117-130. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532008000100009&lng=es&tlng=es.
- Hernández-Baz, F. (2012). Las polillas avispa de México (Lepidoptera: Erebidae: Arctiinae: Ctenuchina y Euchromiina): Biogeografía y Conservación [Tesis de doctorado]. Universidad Veracruzana.
- INAH. (2019). Historia de Chapultepec. Museo Nacional De Historia Castillo De Chapultepec. Recuperado el 12 de noviembre del 2023 de <https://mnh.inah.gob.mx/historia>
- INEGI. (2020). Distribución. México Inegi.org.mx. Consultado en febrero, 2024: <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/poblacion/distribucion.aspx?tema=me&e=15#:~:text=79%20%25%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20vive,y%20el%2021%20%25%20en%20rurales>.
- James, D.G. (2017). *The Book of Caterpillars: A Life-Size Guide to Six Hundred Species from Around the World*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Johnson, M., Zalucki, M. (2007). Feeding and foraging behaviour of a generalist caterpillar: are third instars just bigger versions of firsts? *Bulletin of Entomological Research*, 97(1), 81-88. <https://doi.org/10.1017/s0007485307004750>
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kaur, I., Watts, S., Raya, C., Raya, J., Kariyat, R. (2022). Surface warfare: Plant structural defenses challenge caterpillar feeding. In: Marquis, R.J., Koptur, S. (eds) *Caterpillars in the Middle* (1.a ed., pp. 65-92). Fascinating Life Sciences. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86688-4_3
- Kawahara, A. Y., Plotkin, D., Espeland, M., Meusemann, K., Toussaint, E. F. A., Donath, A., Gimmich, F., Frandsen, P. B., Zwick, A., Reis, M. D., Barber, J. R., Peters, R. S., Liu, S., Zhou, X., Mayer, C., Podsiadlowski, L., Storer, C., Yack, J. E., Misof, B., Breinholt, J. W. (2019). Phylogenomics reveals the evolutionary timing and pattern of butterflies and moths. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 116(45), 22657-22663. <https://doi.org/10.1073/pnas.1907847116>
- Koptur S., Marquis R.J. (2022). Caterpillars in the Middle: Tritrophic Interactions in a Changing World. In *Springer eBooks*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-86688-4>
- Kowarik I. (1995). On the role of alien species in urban flora and vegetation. En Pysek P, Prach K., Rejmánek M., Wade P.M., eds. *Plant Invasions— General Aspects and Special Problems* (pp 85–103). Amsterdam (Netherlands).
- Kristensen, N.P., Schmidt-Rhaesa, A. (1998). Lepidoptera: Moths and Butterflies Volume 1: Evolution, Systematics, and Biogeography. Handbook of Zoology 491 pp. Walter de Gruyter, Berlin & New York.
- Kristensen, N.P., Scoble, M.J., Karsholt, O. (2007). Lepidoptera Phylogeny and Systematics: The State of Inventorying Moth and Butterfly Diversity. *Zootaxa*, 1668(1), 699-747. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1668.1.30>

- Laguerre, M. (2023, 18 noviembre). Generic revision of *Hypercompe* Hübner, [1818] and allied genera with descriptions of new genera and new species (Lepidoptera: Erebiidae: Arctiinae). <https://hal.science/hal-04294377>
- Llorente-Bousquets, J.B., Luis-Martínez A., Vargas-Fernández I., Soberón, J.M. (1993). Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 44(especial): 313-324.
- Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández I., Luis-Martínez A., Trujano-Ortega M., Hernández-Mejía B. C., & Warren A. D. (2014). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 85 (Supl. ene), S353-S371. <https://doi.org/10.7550/rmb.31830>
- López-López, S.F., Benavides-Meza, H.M. (2014). Ensayo de seis especies arbóreas para la reforestación de la segunda. Sección del Bosque de Chapultepec. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(21), 24-39. Recuperado en 05 de junio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000100003&lng=es&tlng=es
- Maier, C. T., Lemmon, C. R., Fengler, J. M., Schweitzer, D. F., Reardon R. C. (2004). *Caterpillars on the foliage of conifers in the northeastern United States*. U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service. U.S. Forest Health Technology Enterprise Team & Connecticut Agricultural Experiment Station. <https://lcn.loc.gov/2011507497>.
- Méndez-Martínez, G. (2006). *Ciclo biológico de Dione juno huascuma Reakiirt, 1866 (Lepidoptera: Nymphalidae: Heliconiinae)* [Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/pd2007/0610501/Index.html>
- Martins-Dias, M. (2006). Lepidoptera. En Costa, S.I.C. y Simonka, C.E. (eds) *Insectos Inmaduros: Metamorfosis e Identificación* (1.a ed., Vol. 5, pp. 163-192). Sociedad Entomológica Aragonesa. http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/163_192_Lepidoptera.pdf
- McDonnell, M.J., Pickett, S.T.A. (1990). Ecosystem Structure and Function along Urban-Rural Gradients: An Unexploited Opportunity for Ecology. *Ecology*, 71(4), 1232–1237. doi:10.2307/1938259

- McKinney, M.L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *BioScience*, 52(10), 883. doi:10.1641/0006-3568(2002)052[0883:ubac]2.0.co;2
- McLellan, C. F., & Montgomery, S. H. (2024). Evolution of larval gregariousness is associated with host plant specialisation, but not host morphology, in Heliconiini butterflies. *Ecology And Evolution*, 14(2). <https://doi.org/10.1002/ece3.11002>
- Mitter, C., Davis, D. R., Cummings, M. P. (2017). Phylogeny and evolution of Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 62(1), 265-283. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-031616-035125>
- Molina, J.R., Murillo-Ramos, L., Álvarez-Pérez, P. (2019). Larvas y plantas nutricias de Lepidoptera en fragmentos de bosque seco tropical del departamento de Sucre, Colombia (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP Revista de lepidopterología*, 47(185), 5-24.
- Moreno, C.E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad (pp. 84). *MyT-Manuales y Tesis SEA*, vol. 1. Zaragoza. ISSN (colección): 1576 – 9526
- Murillo, R. (2008). *Clave dicotómica para la identificación de las familias de mariposas (Rhopalocera) pertenecientes a las superfamilias Papilionoidea y Hesperioidea*. MES. 3. 6-11.
- Nason, L.D., Eason, P.K., Carreiro, M.M., Cherry, A., Lawson, J. (2021). Caterpillar survival in the city: attack rates on model lepidopteran larvae along an urban-rural gradient show no increase in predation with increasing urban intensity. *Urban Ecosystems*, 24(6), 1129-1140. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-01091-2>
- Nieukerken, E., Kaila, L., Kitching, I., Kristensen, N., Lees, D., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J., Simonsen, T., Wahlberg, N., Yen, S., Zahiri, R., Adamski, D., Baixeras, J., Bartsch, D., Bengtsson, B., Brown, J., Bucheli, S., Davis, D., De Prins, J., De Prins, W., Epstein, M., Gentili-Poole, P., Gielis, C., Hättenschwiler, P., Hausmann, A., Holloway, J., Kallies, A., Karsholt, O., Kawahara, A., Koster, S., Kozlov, M., Lafontaine, J., Lamas, G., Landry, J., Lee, S., Nuss, M., Park, K., Penz, C., Rota, J., Schintlmeister, A., Schmidt, B., Sohn, J., Solis, M., Tarmann, G., Warren, A., Weller, S., Yakovlev, R., Zolotuhin, V., Zwick, A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758. In: Zhang, Z.-Q. (ed). *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. Zootaxa 3148, 212-221. Öckinger, E., Dannestam, Å.,

- & Smith, H. G. (2009). The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape And Urban Planning*, 93(1), 31-37. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.05.021>
- Orta, C.S., Reyes-Agüero, J.A., Luis-Martínez, M.A., Muñoz-Robles, C.A. (2022). Mariposas bioindicadoras ecológicas en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 1-33. <https://doi.org/10.21829/azm.2022.3812488>
- PAOT. (2023). Areas Naturales Protegidas en la Ciudad de México Paot.org.mx. <https://paot.org.mx/centro/programas/anp-df/introduccion.html>
- Pena, J. C., Aoki-Gonçalves, F., Dáttilo, W., Ribeiro, M. C., MacGregor-Fors, I. (2021). Caterpillars' natural enemies and attack probability in an urbanization intensity gradient across a Neotropical streetscape. *Ecological Indicators*, 128, 5. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107851>
- Pérez-Jarillo, E.B. (2017). *Diversidad de Mariposas (Lepidoptera: Rhopalocera) en un gradiente de urbanización en la Zona Metropolitana de Pachuca, Hidalgo, México* [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Peterson, A. (1959). *Larvae of Insects: An Introduction to Nearctic Species, Part I: Lepidoptera and plant infesting Hymenoptera*. Ohio State University.
- Pierce, N.E. (1995). Predatory and Parasitic Lepidoptera: Carnivores Living on Plants. Massachusetts- USA. – *Journal of the Lepidopterists Society*, 49(4): 412-453.
- Pozo, C., Luis-Martínez, M.A., Salas-Suárez, N., Trujano-Ortega, M., Llorente-Bousquets, J. (2014) Mariposas diurnas: bioindicadoras de eventos actuales e históricos. En: C. A. González Z., A. Vallarino, J. C. Pérez J., A. M. Low P. (Eds.), *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. (pp. 327–347). El Colegio de la Frontera Sur ECOSUR- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INECC. México, D.F.
- PUEC. (2022). Programa Ejecutivo para la implementación del Manejo integral y Desarrollo Autosostenible del Bosque de Chapultepec. *Reporte de uso interno*. UNAM. 142 pp.
- Quicke, D.L.J., Sharkey, M.J. (1989). A key to and notes on the Genera of Braconinae (Hymenoptera: Braconidae) from America North of Mexico with descriptions of two

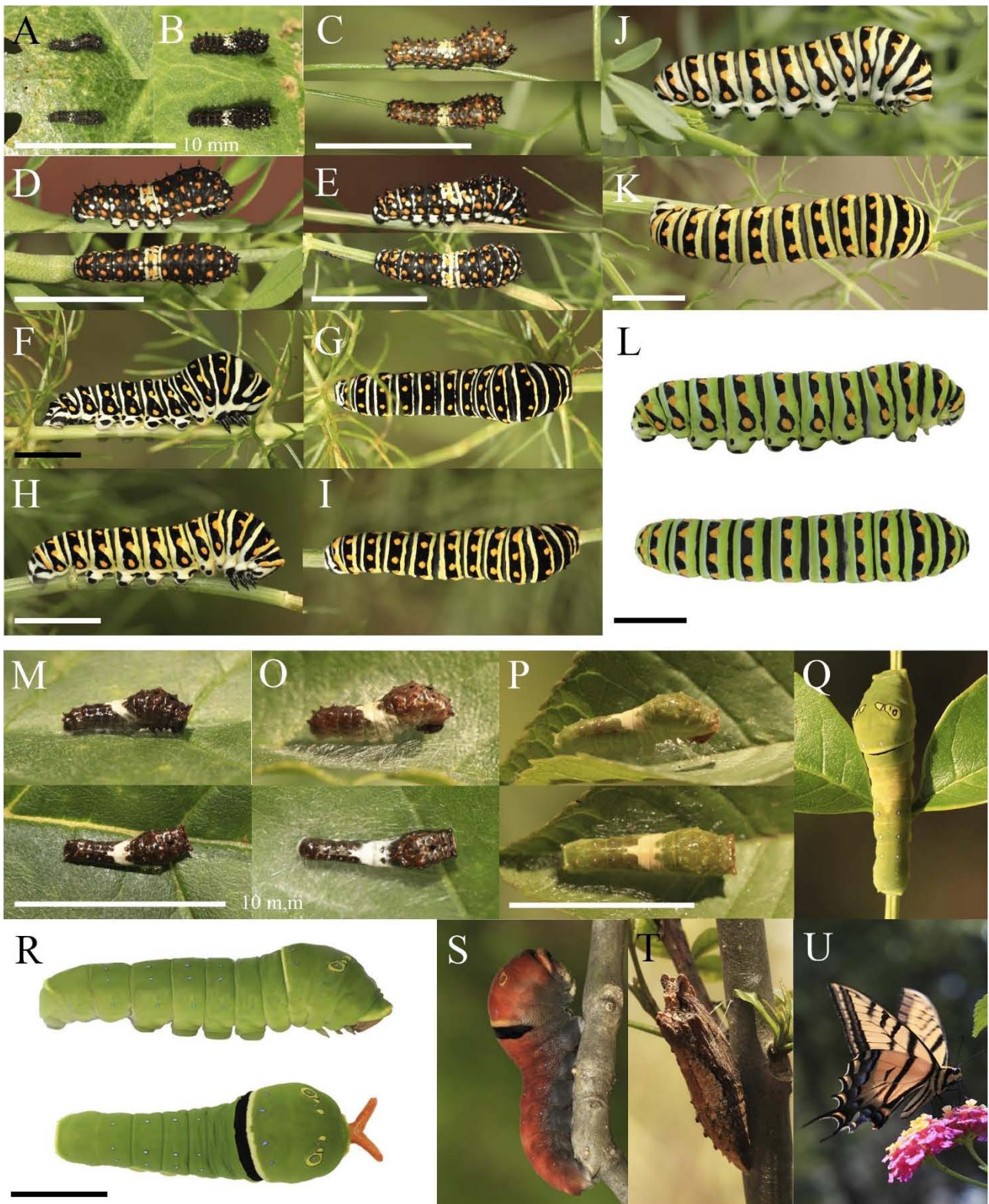
- new genera and three new species. *The Canadian Entomologist*, 121(4–5), 337–361. doi:10.4039/Ent121337-4
- Quintana, C.B., López, R.P. (2020). Diversidad de aves en ambientes antrópicos en una localidad del semidesierto del centro de México. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 21(2). <https://doi.org/10.28947/hrmo.2020.21.2.449>
- Ramírez-Restrepo, L., Halfpter, G. (2013). Butterfly diversity in a regional urbanization mosaic in two Mexican cities. *Landscape and Urban Planning*, 115, 39–48. doi:10.1016/j.landurbplan.2013.03.005
- Ramírez-Restrepo, L., MacGregor-Fors, I. (2016). Butterflies in the city: a review of urban diurnal Lepidoptera. *Urban Ecosystems*, 20(1), 171–182. <https://doi.org/10.1007/s11252-016-0579-4>
- Ramírez-Vieyra, L. F. (2024). *Ecología de insectos que visitan flores en el Bosque de Chapultepec, México* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000851750/3/0851750.pdf>
- Reyna-Cervantes, M. (2023). *Diversidad de Rhopalocera (Insecta: Lepidoptera) y su relación con la vegetación en el Ecoparque Metropolitano de la ciudad de Puebla México*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/18709>
- Ricotta, C., Podani, J. (2017). On some properties of the Bray-Curtis dissimilarity and their ecological meaning. *Ecological Complexity*, 31, 201–205. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2017.07.003>
- Ríos, L. (2023). Dione juno (Nymphalidae). Área de Conservación Guanacaste. 95-SRNP-8290-DHJ98912 Consultado en noviembre del 2023 en: <https://www.acguanacaste.ac.cr/paginas-de-especies/insectos/104-nymphalidae/5779-i-dione-juno-i-nymphalidae>
- Rochat, E., Manel, S., Deschamps-Cottin, M., Widmer, I., & Joost, S. (2017). Persistence of butterfly populations in fragmented habitats along urban density gradients: motility helps. *Heredity*, 119(5), 328–338. <https://doi.org/10.1038/hdy.2017.40>

- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 504 pp
- Sánchez-Jasso, J. M., Estrada-Álvarez, J. C., Medina, J. P., Estrada-Fernández, B. Y. (2019). Diversidad de mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea y Hesperioidea) en el paisaje urbano del municipio de Metepec, Estado de México, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90(1). <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2659>
- SEDEMA. (2017). Inventario de Áreas Verdes. Secretaría Del Medio Ambiente. Consultado en noviembre del 2023 en: <https://sedema.cdmx.gob.mx/programas/programa/inventario-de-areas-verdes>
- SEDEMA. (2021). Estudio Florístico y de Fauna del Bosque de Chapultepec. Informe de Recomendaciones para la Protección de Flora y Fauna Silvestre. En [SEDEMA.cdmx.gob.mx](https://www.sedema.cdmx.gob.mx). Consultado en noviembre del 2023 en: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGEIRA/ProyectoDeLaCalzadaFlotanteDelBosqueDeChapultepec/4.Estudio%20Floristico%20y%20Fauna%20Bosque%20de%20Chapultepec/4.%20Estudio%20Floristico%20y%20de%20Fauna.pdf>
- Shapiro, A. M. (2002). The Californian Urban Butterfly Fauna Is Dependent on Alien Plants. *Diversity and Distributions*, 8(1), 31–40. <http://www.jstor.org/stable/3246685>
- Sharkey, M., Athey, K.J., Fernández-Triana, J.L., Pentead-Dias, A.M., Monckton, S.K., Quicke, D.L.J. (2023). Key to the New World subfamilies of the family Braconidae (Hymenoptera). *Canadian Journal of Arthropod Identification*, 49. <https://doi.org/10.3752/cjai.2023.49>
- Smallidge, P.J., Leopold, D.J. (1997). Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in temperate human-dominated landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 38(3-4), 259–280. doi:10.1016/s0169-2046(97)00038-8
- Stamp, N. E., Casey T. M., (1993). *Caterpillars: Ecological and Evolutionary constraints on foraging*. Routledge, Chapman & Hall, Londres, 2(1). ISBN 0-412-02681-3

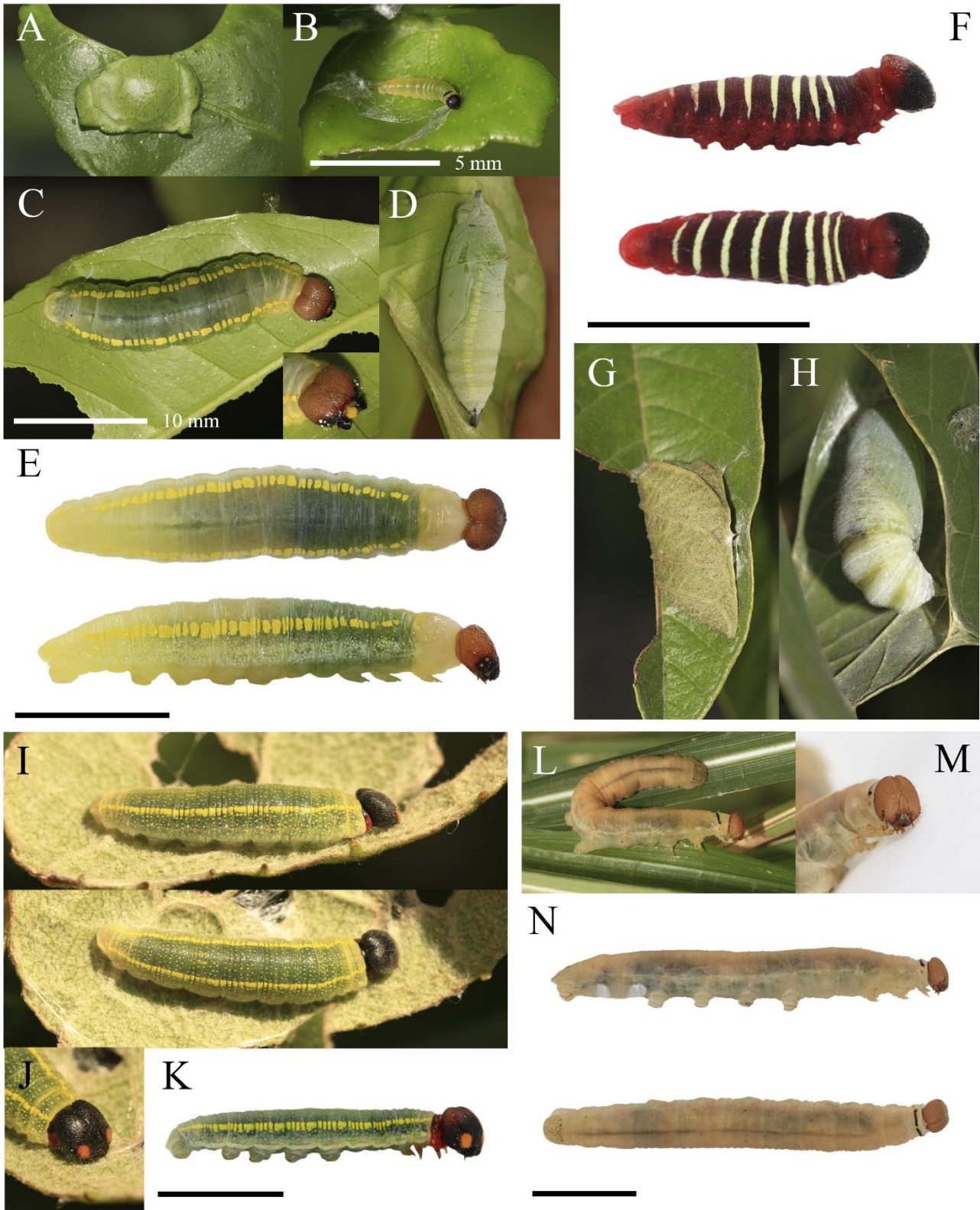
- Stireman, J.O., Shaw, S.R. (2022). Natural History and Ecology of Caterpillar Parasitoids. In: Marquis, R.J., Koptur, S. (eds) *Caterpillars in the Middle*. Fascinating Life Sciences. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86688-4_8
- Tapia-González, J.M. (2023). *Análisis Temporal y Espacial de Papilionoidea (Lepidoptera) en el Parque Bosque de Chapultepec (PBC), Ciudad de México, México* [Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza]. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Téllez-Montes, Y.N., Castro-Campos, J. (2020). Parques Urbanos de la Ciudad De México: ¿Son suficientes? *Revista digital UNAM*. <http://ru.iiec.unam.mx/5204/1/5-146-Tellez-Castro.pdf>
- Treadwell, L. (1996). An introduction to the identification of caterpillars. *Dept. Of Applied Ecology And Environmental Sciences*, 1. <https://www.nhee.org/sites/default/files/Copy%20of%20Caterpillar%20Morphology.pdf>
- Villagómez, C., Saldaña, J.C., Ríos Alanís, J. (2017). Entre la ciencia y el arte: evolución de la fotografía. *Revista Interiorgráfico de la División de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad de Guanajuato*, 17. <https://interiorgrafico.com/edicion/decimo-septima-edicion-diciembre-2017/entre-la-ciencia-y-el-arte-evolucion-de-la-fotografia>
- Wagner, D.L. (2010). *Caterpillars of Eastern North America*. Princeton Field Guides, 36.
- Wagner, D.L., Schweitzer, D.F., Sullivan, J.B., Reardon, R.C. (2012). *Owlet Caterpillars of Eastern North America*. Princeton University Press. United Kingdom. ISBN 978-0-691-15042-0
- Walker, A.K., Crosby, T.K. (1988). The Preparation and Curation of Insects. *Science Information Publishing Centre, DSIR*. California University. ISBN: 0477025196. https://oldwww.landcareresearch.co.nz/__data/assets/pdf_file/0012/22242/Walker_Crosby_1988.pdf
- Wood. (1987). Chapter 110: Tachinidae. En McAlpine, J.F., Peterson, B.V., Shewell, G.E., Teskey, H.J., Vockeroth, J.R. and D.M. Wood (eds.), *Manual of Nearctic Diptera*. (pp. 1193-1269) Volume 2. Agriculture Canada Monograph.

APÉNDICE I.

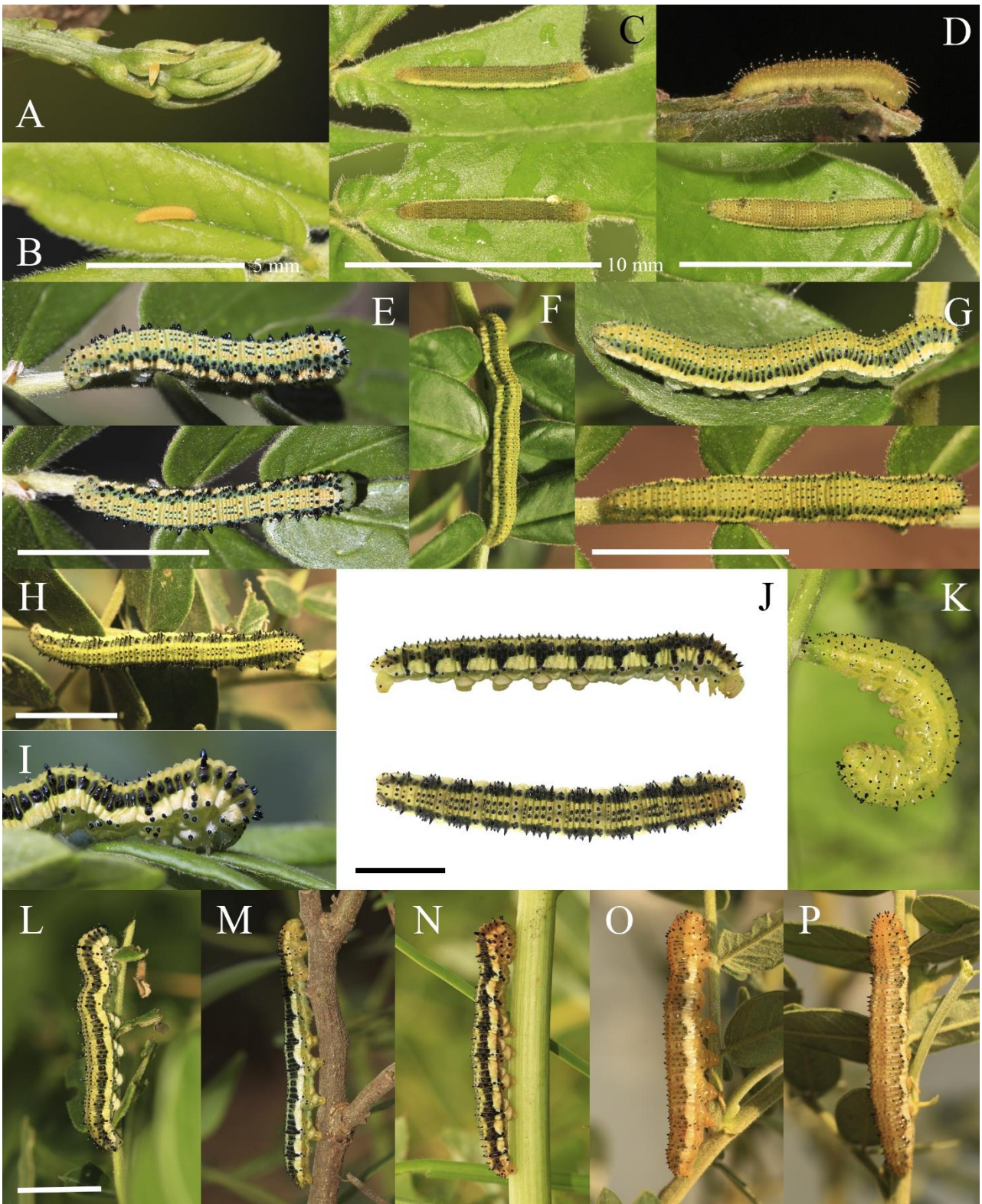
Guía fotográfica de los estados larvales de **Papilionoidea** en el Bosque de Chapultepec.



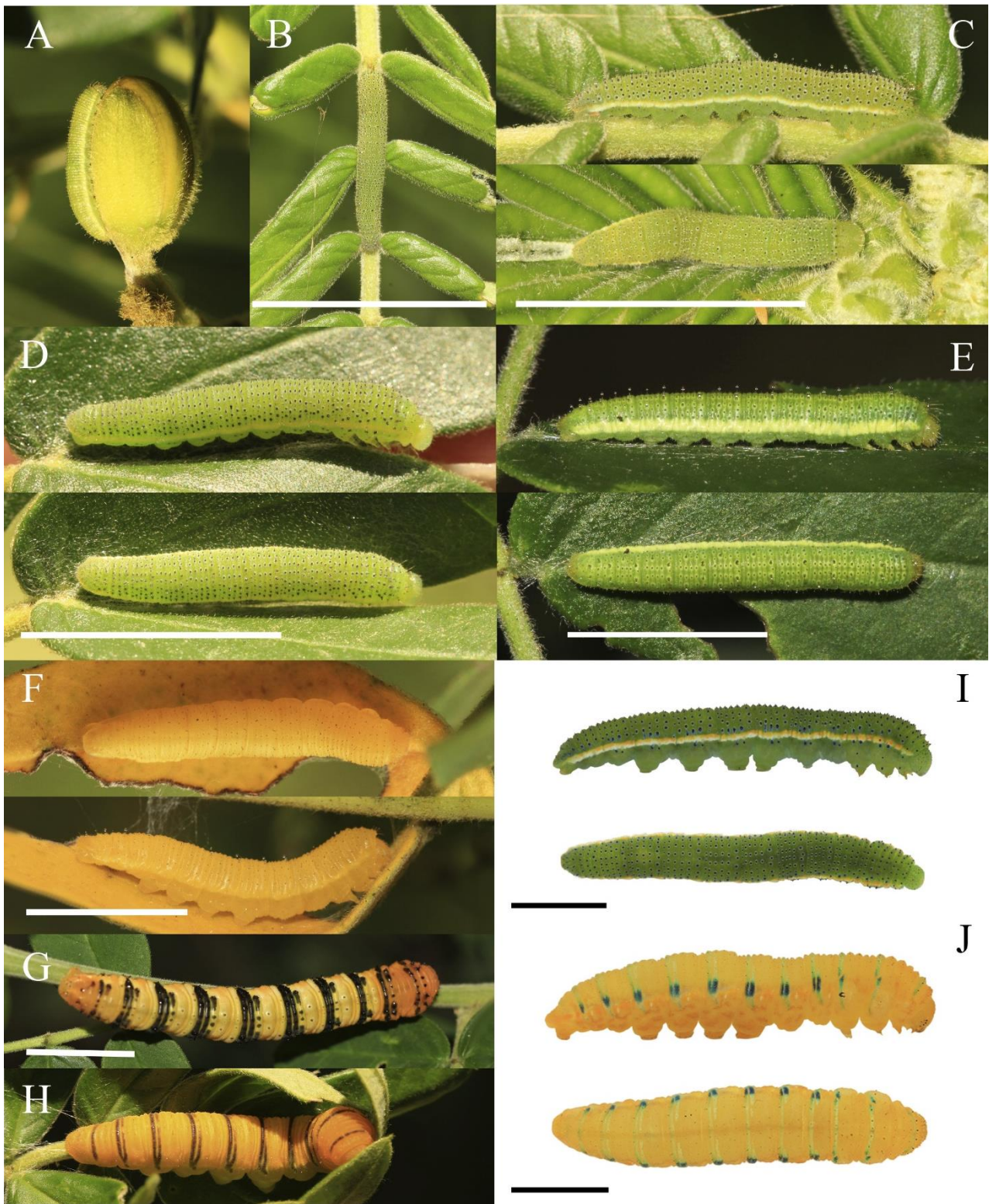
Papilionidae: *Papilio polyxenes* (A-L), primer estadio (A-B), segundo (C), tercer (D-E), cuarto (F-I) y quinto estadio (J-L). ***Pterourus multicaudata*** (M-U), primer (M), segundo (O), tercer (P), cuarto (Q), quinto estadio (R), en estado de prepupa se torna de color café y se cambia de planta para buscar un lugar en donde pupar, no cuenta como estadio ya que no hay muda de cutícula, solo cambio de coloración (S). Pupa (T) y adulto alimentándose de *Lantana* sp. (U).



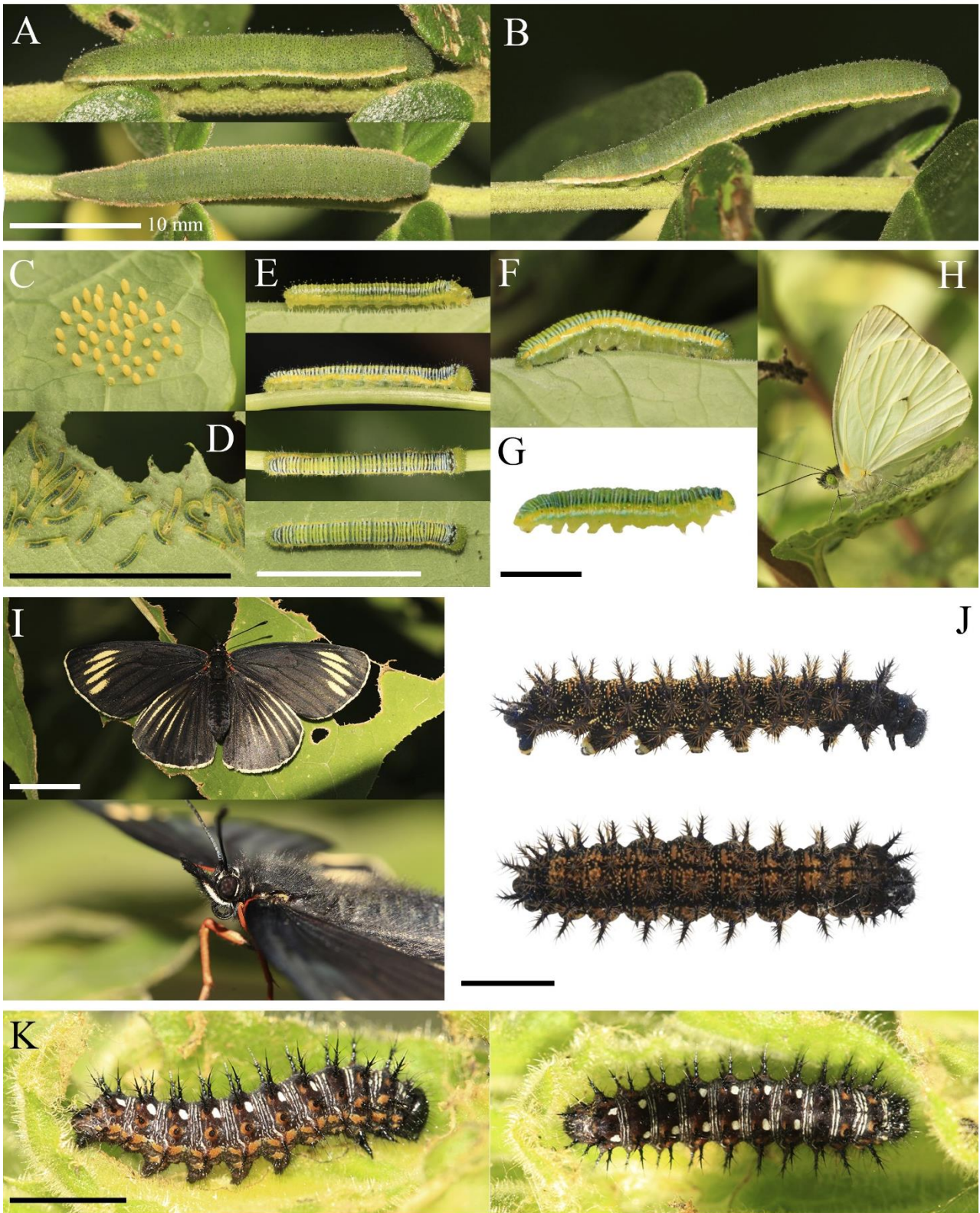
Hesperiidae: *Achlyodes palida* (A-E), realiza su refugio cortando un pedazo de hoja que une con seda (A). Primer estadio, de color amarillo con escudo torácico negro (B). Cuarto (C) y quinto estadio (E). La metamorfosis la realiza dentro del refugio (D). *Astraptes fulgurator azul* (F-H), cuarto estadio (F). Pupa (H), su metamorfosis la realiza dentro del refugio (G). *Autochton cellus* (I-K), cuarto (I) y quinto estadio (K). Se caracteriza por presentar dos manchas naranjas en la parte inferior de la cabeza (J). *Calpodes ethlius* (L-N), último estadio, la oruga se caracteriza por tener una cutícula semi transparente, lo que le da su color amarillento. Presenta escudo torácico.



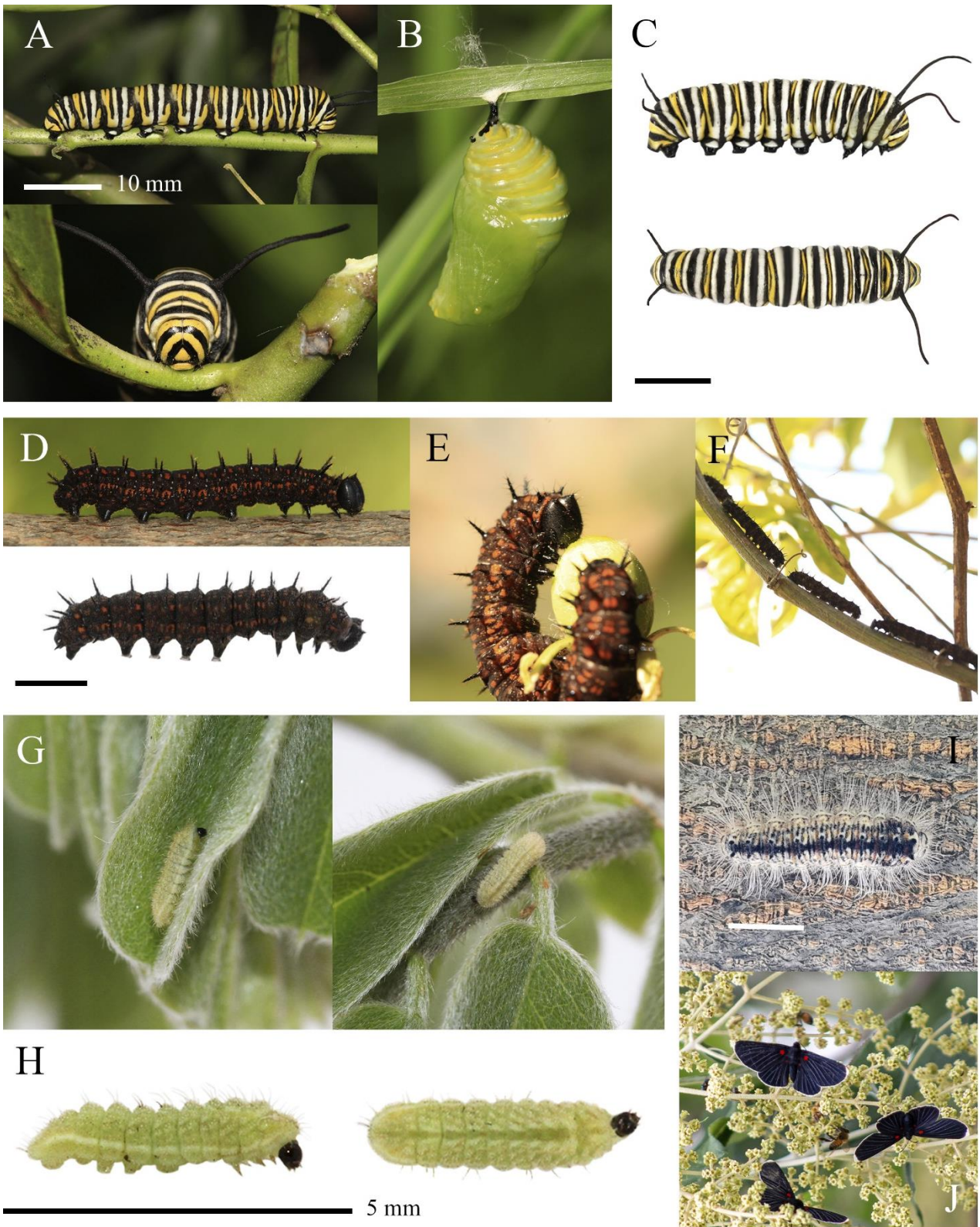
Pieridae: *Phoebe philea philea* (A-P). Huevo colocado en la planta de alimentación *Cassia* sp. (A). A diferencia de otras especies de píeridos, la hembra los coloca esparcidos en la planta y no juntos. Primer estadio recién salido del huevo (B) y antes de la segunda etapa (C), segundo (D), tercer (E) y cuarto estadio (F-J). El quinto estadio presenta distintas variaciones de color a lo largo de este (L-P), en estado de prepupa se torna de color amarillo (O-P). La metamorfosis la realiza en la misma planta de alimentación (K).



Pieridae: *Phoebe sennae marcellina* (A-J). Primer estadio, se alimenta del botón de la flor (A) y en reposo se encuentra sobre las ramas (B). Segundo (C), tercer (D-E) y cuarto estadio, en este se torna completamente amarillo (F). En el quinto estadio presenta unas rayas horizontales de color negro a lo largo del cuerpo (G-H), las cuales desaparecen casi por completo en estado de prepupa (J).



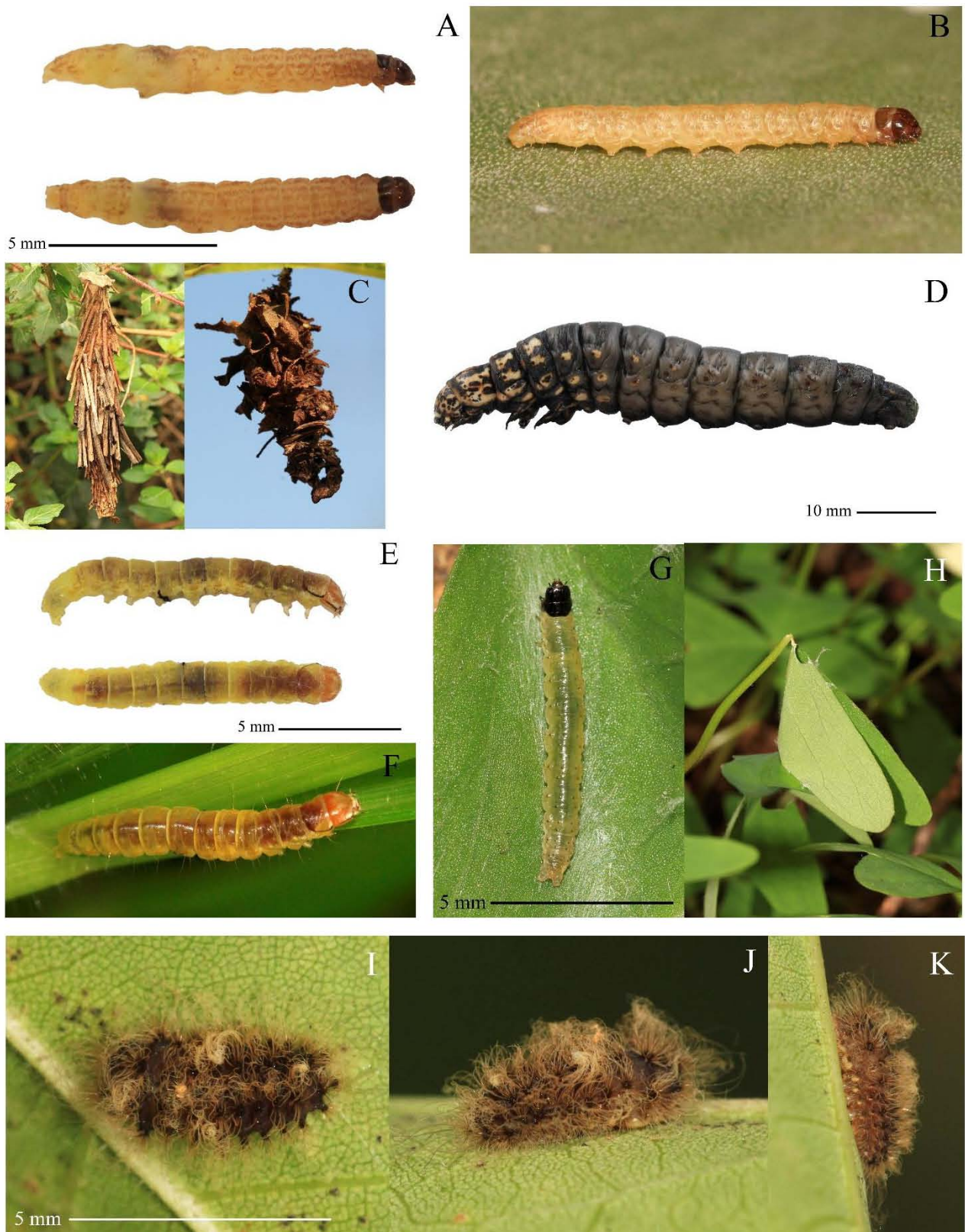
Eurema mexicana (Pieridae) (A-B), cuarto estadio. Se diferencian de *P. sennae marcellina* por tener una forma deprimida y no completamente cilíndrica, además de que la raya lateral en *P. s. marcellina* presenta manchas azules y *E. mexicana* no. En reposo adopta una posición con el tórax elevado (B). *Leptophobia aripa elodia* (C-H), son gregarias en sus primeros dos estadios, los huevos son colocados juntos en el envés de la hoja (C). Primer (D), tercer (E), cuarto (F) y quinto estadio (G). El adulto se observó durante todo el muestreo (H). *Chlosyne ehrenbergii* (Nymphalidae) (I-J), quinto estadio, presenta las patas, pseudopatas y la cabeza de color azul metálico, con manchas amarillas en todo el cuerpo (J). Adulto (I). *Vanessa virginiensis* (Nymphalidae) (K), se encontró en un refugio hecho con seda y hojas unidas. 85



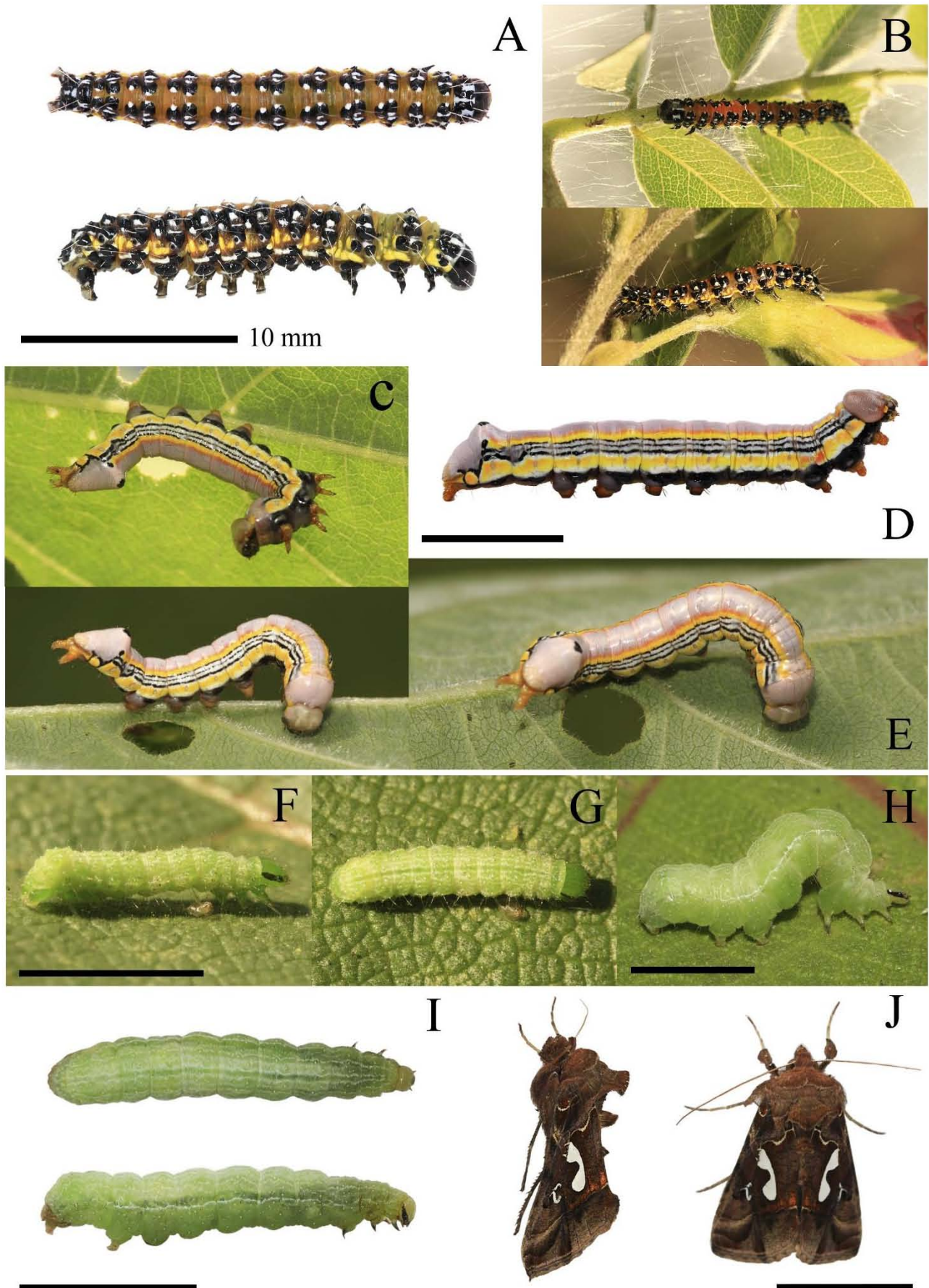
Danaus plexippus plexippus (Nymphalidae) (A-C), quinto estadio (A, C). Se observó que la oruga busca otras plantas para llevar a cabo la metamorfosis (B). *Dione juno huascuma* (Nymphalidae) (D-F), cuarto estadio (D), su cabeza presenta forma de corazón y los escolos presentan pocas o nulas sedas, a diferencia de *Chlosyne ehrenbergii* y *Vanessa virginiensis* (Nymphalidae). Son gregarias y se mueven en grupos, caminando en una sola fila (F). *Leptotes marina* (Lycenidae) (G-H), es de reducido tamaño, mientras no se alimenta se refugia en los botones de flor o los pliegues de las hojas. Cuarto estadio (G-H). *Melanis acroleuca* (Riodinidae) (I-J), presenta sedas laterales en abundancia (I). Adulto (J).

APÉNDICE II.

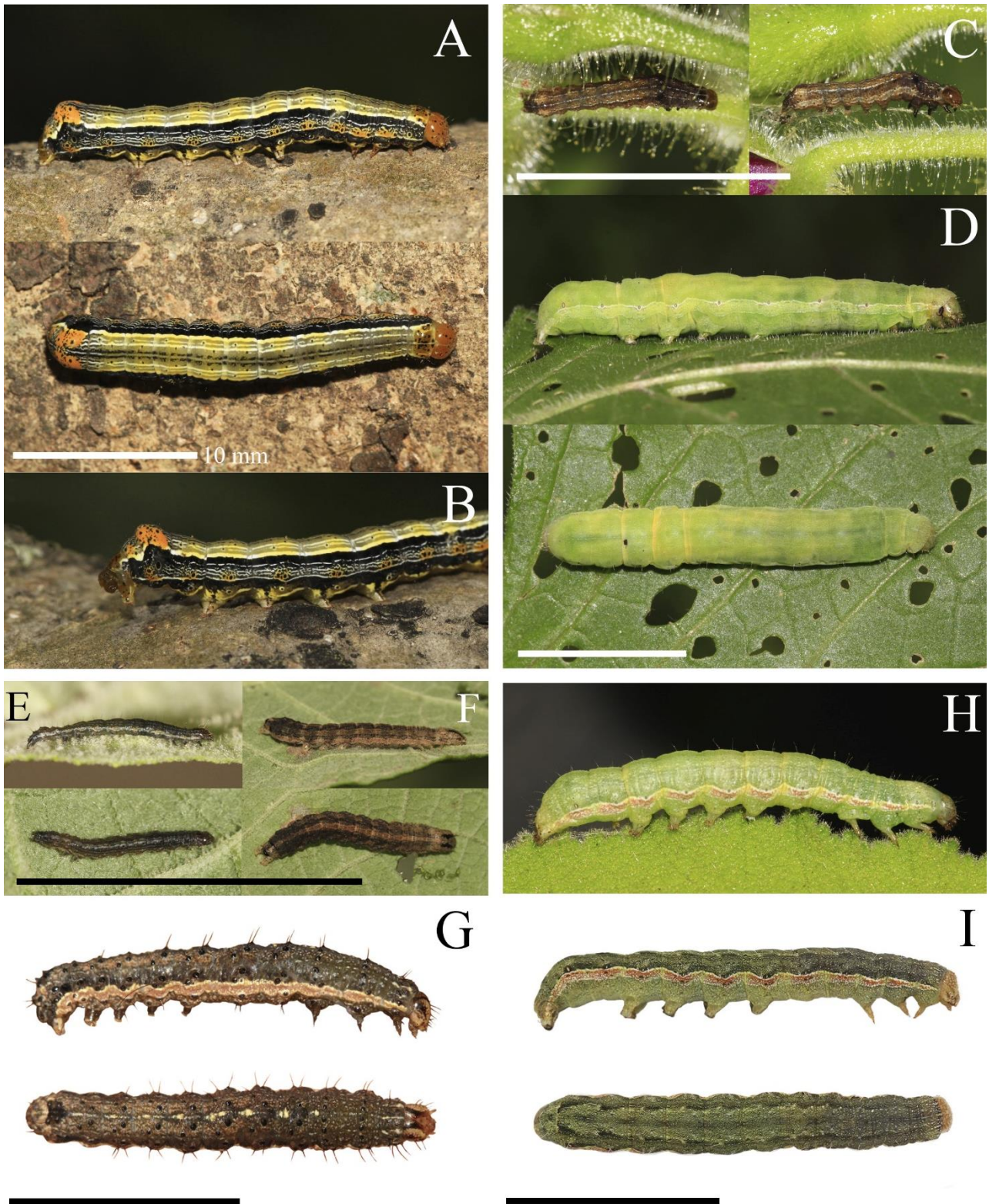
Guía fotográfica de los estados larvales de polillas en el Bosque de Chapultepec.



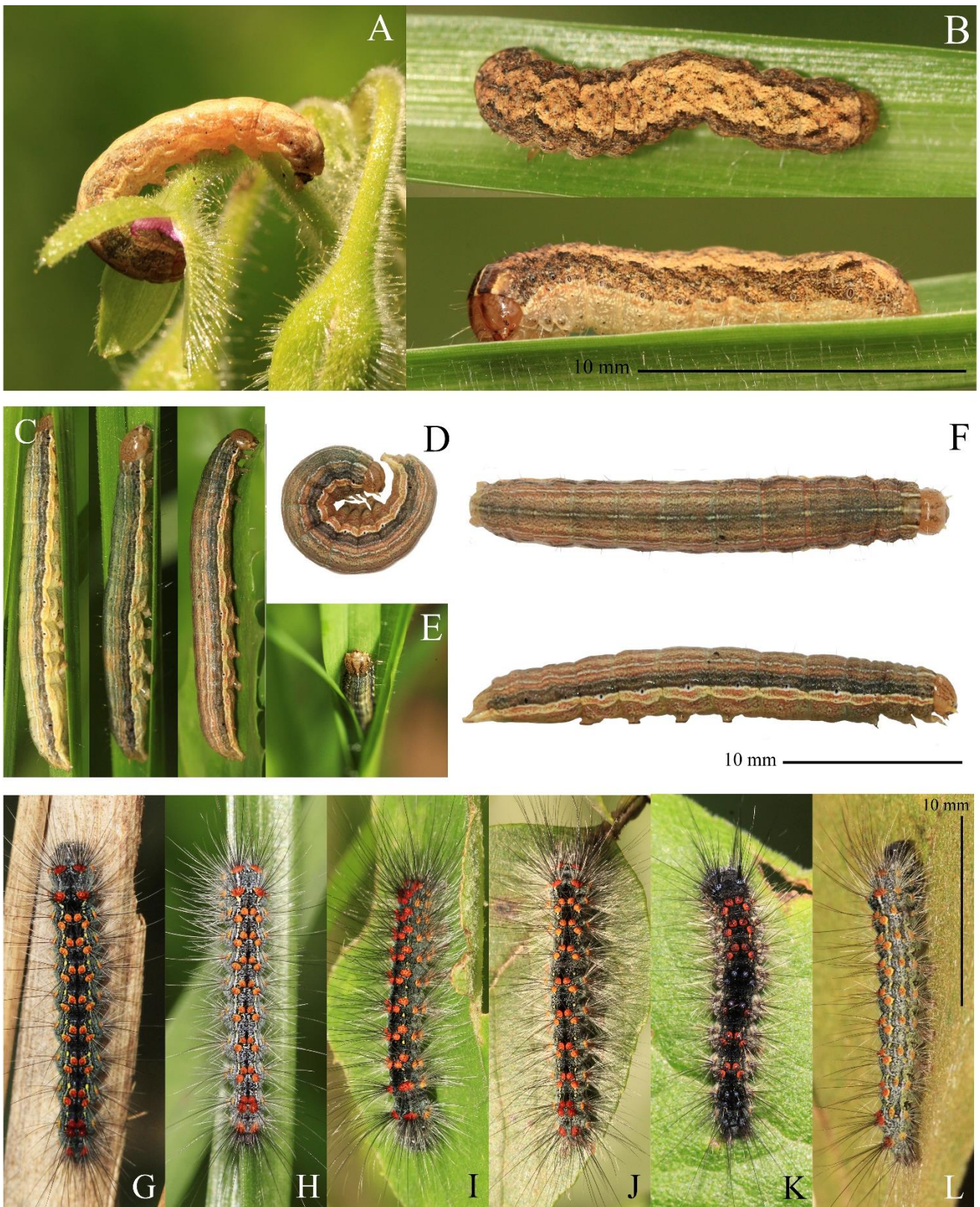
Acrolophus sp. (Tineidae) (A-B). *Oiketicus townsendi* (Psychidae) forma un refugio con el que se traslada y al estar en reposo cuelga, presenta un tórax esclerotizado (C-D). *Amorbia* sp (E-F) y *Choristoneura rosaceana* con su refugio (G-H) (Tortricidae). *Megalopyge agesistrata* (Megalopygidae), vista dorsal y lateral del segundo estadio (I-K).



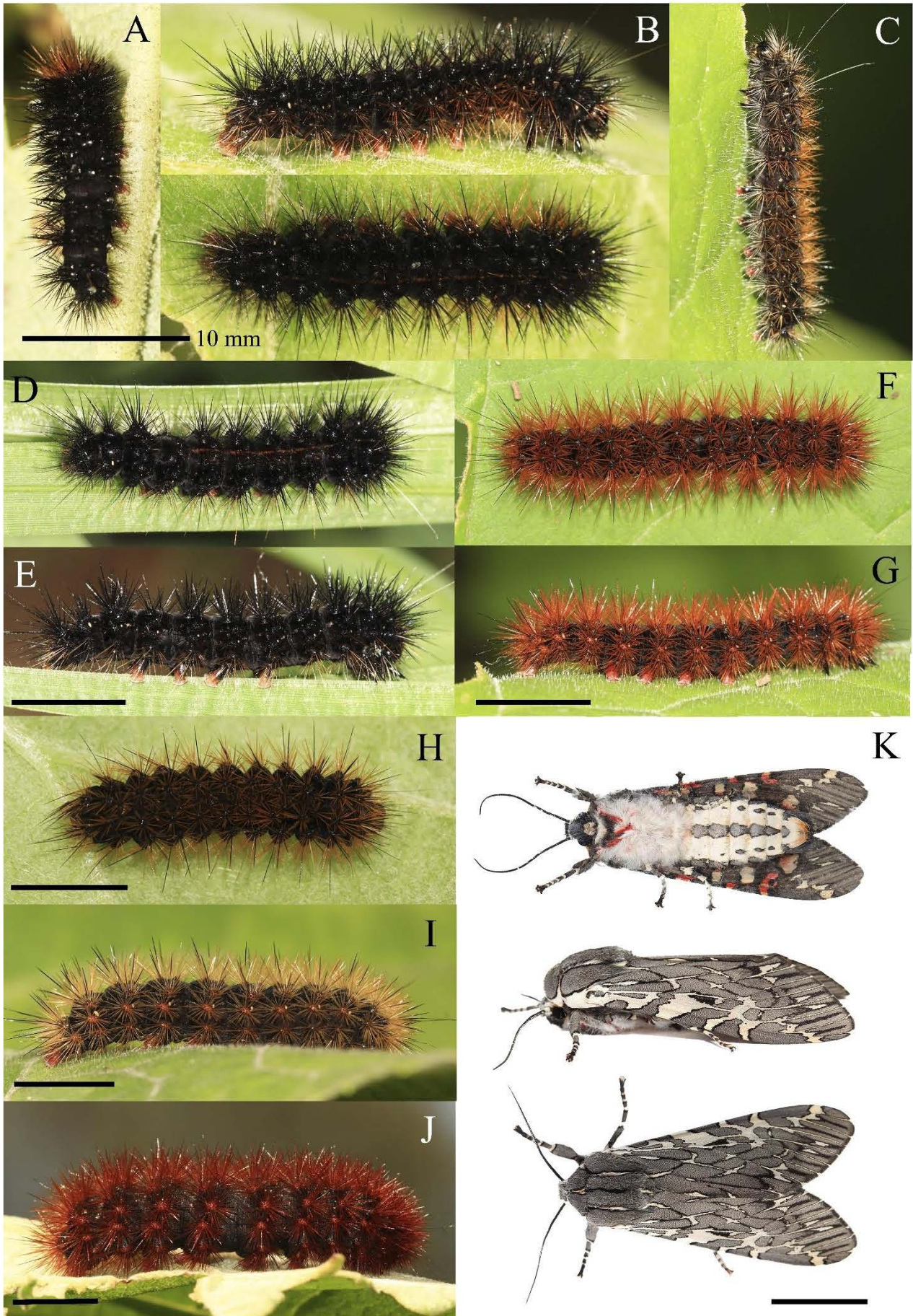
Uresiphita reservalis (Crambidae) quinto y tercer estadio (A-B). En la planta forma una red de seda como protección (B). *Dasylophia seriata* (Notodontidae) (C-E), alza su tórax y patas anales en defensa (C). *Megalographa biloba* (Noctuidae) (F-J), segundo(F-G) y cuarto estadio (H-I). El adulto emergió a los 12 días de pupar, presenta sedas de diferentes tamaños en el tórax (J).



Noctuidae: *Magusa divaricata*, cuarto estadio (A-B). Wagner (2010) menciona que *M. orbifera* y *M. divaricata* son confundidas por tener un patrón similar en las alas. Pero sus orugas son diferentes, *M. orbifera* es de color verde mientras que *M. divaricata* es negra con naranja. Beutelspacher (2013) solo menciona a *M. orbifera*, por lo que *M. divaricata* se identificó gracias a la oruga, la cual es un registro local nuevo. ***Spodoptera exigua*** (C-D), primer estadio con coloración café (C), a partir del tercer estadio se torna de color verde, último estadio (D). ***Spodoptera frugiperda*** (F-G), primer estadio (E), tercer estadio (F), cuarto estadio (G). ***Anicla ignicans***, quinto estadio. Se diferencia de *S. exigua* por el color rosa en la franja lateral (H-I).



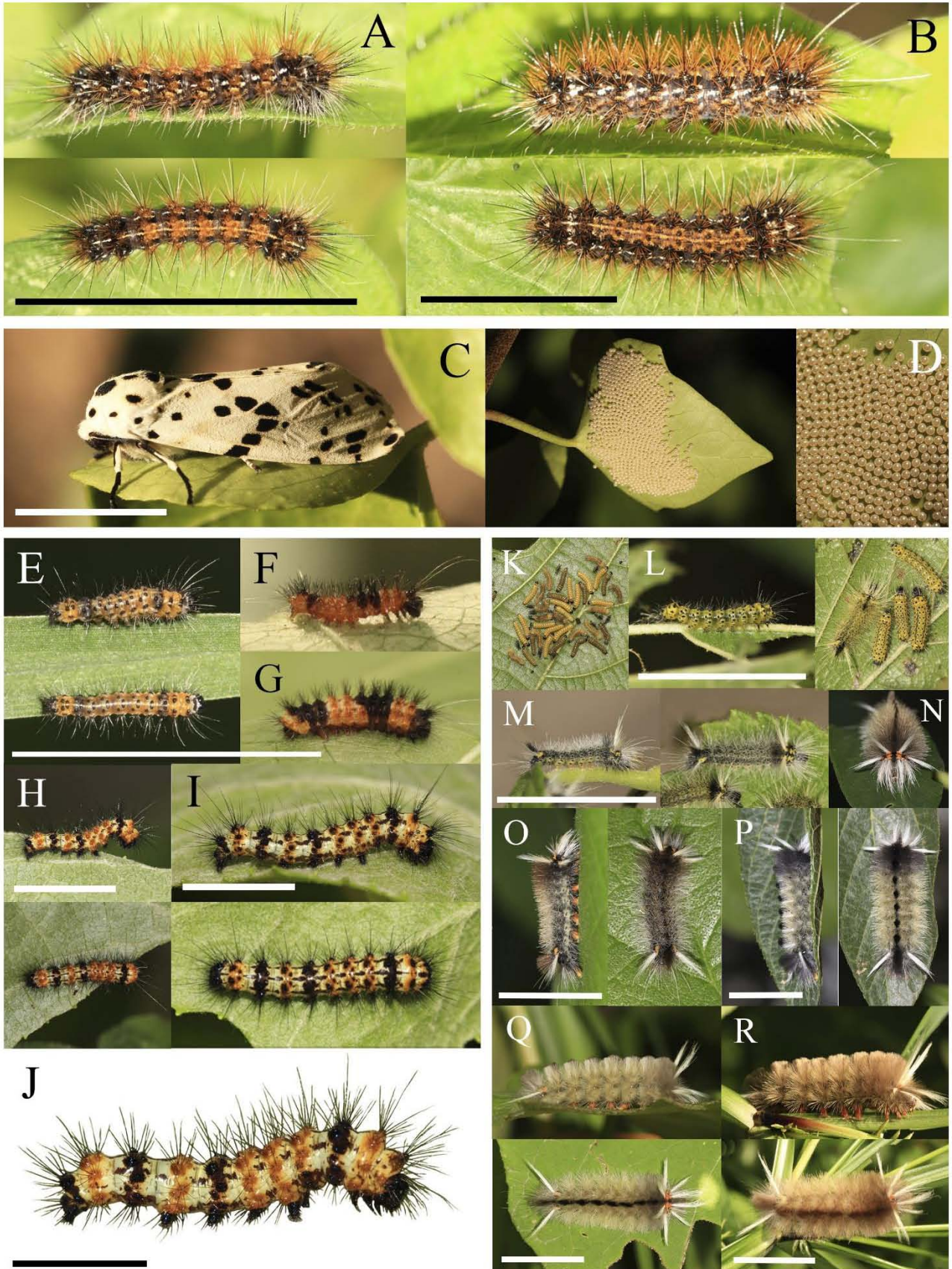
Peridroma saucia (Noctuidae) se alimenta de los botones de las flores, los primeros estadios hacen un orificio en la base de la flor (A-B). *Mythimna unipuncta* (Noctuidae) presenta variación en la coloración, de tonos amarillentos (C-F), verdes y cafés. Si es perturbada se enrolla sobre sí misma (D), se esconde en la base de las hojas de los pastos (E). *Inopsis* sp (Erebidae), presenta variación de coloración, entre tonos grisáceos. Las bases de las sedas (calazas) pueden ser de color naranja, amarillo y rojo, con calazas azul metálico (G-L).



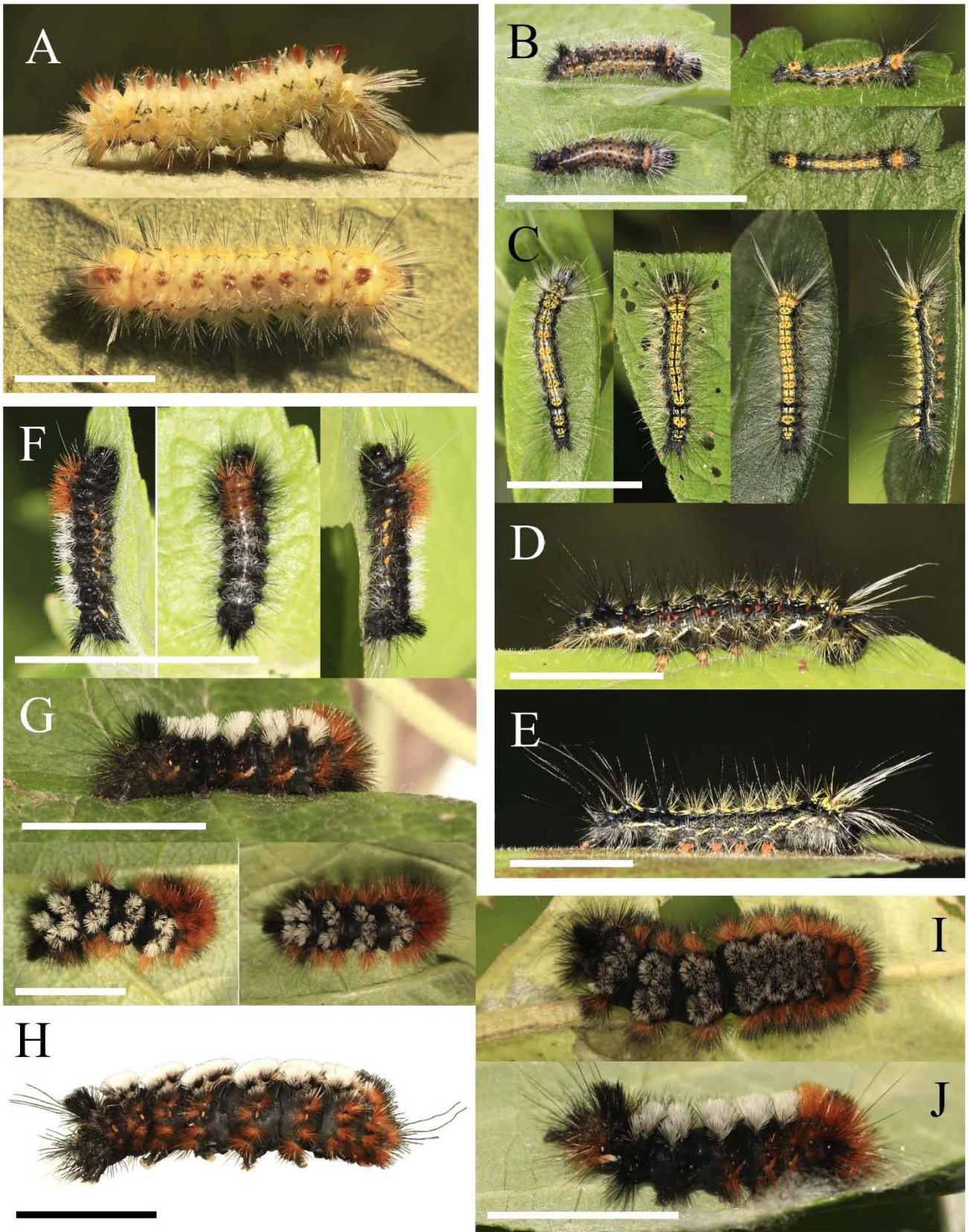
Arachnis aulaea (Erebidae) con variación en el color de las sedas. desde rojo a negro, con la cutícula de color negro sin manchas. Primer (A), segundo (B), tercer (C), cuarto (D-G) y quinto estadio (H-J). Adulto, se crío durante un mes y emergió a los cinco meses. Con manchas rojas y amarillas en el lateral del abdomen y en el interior de las alas (K).



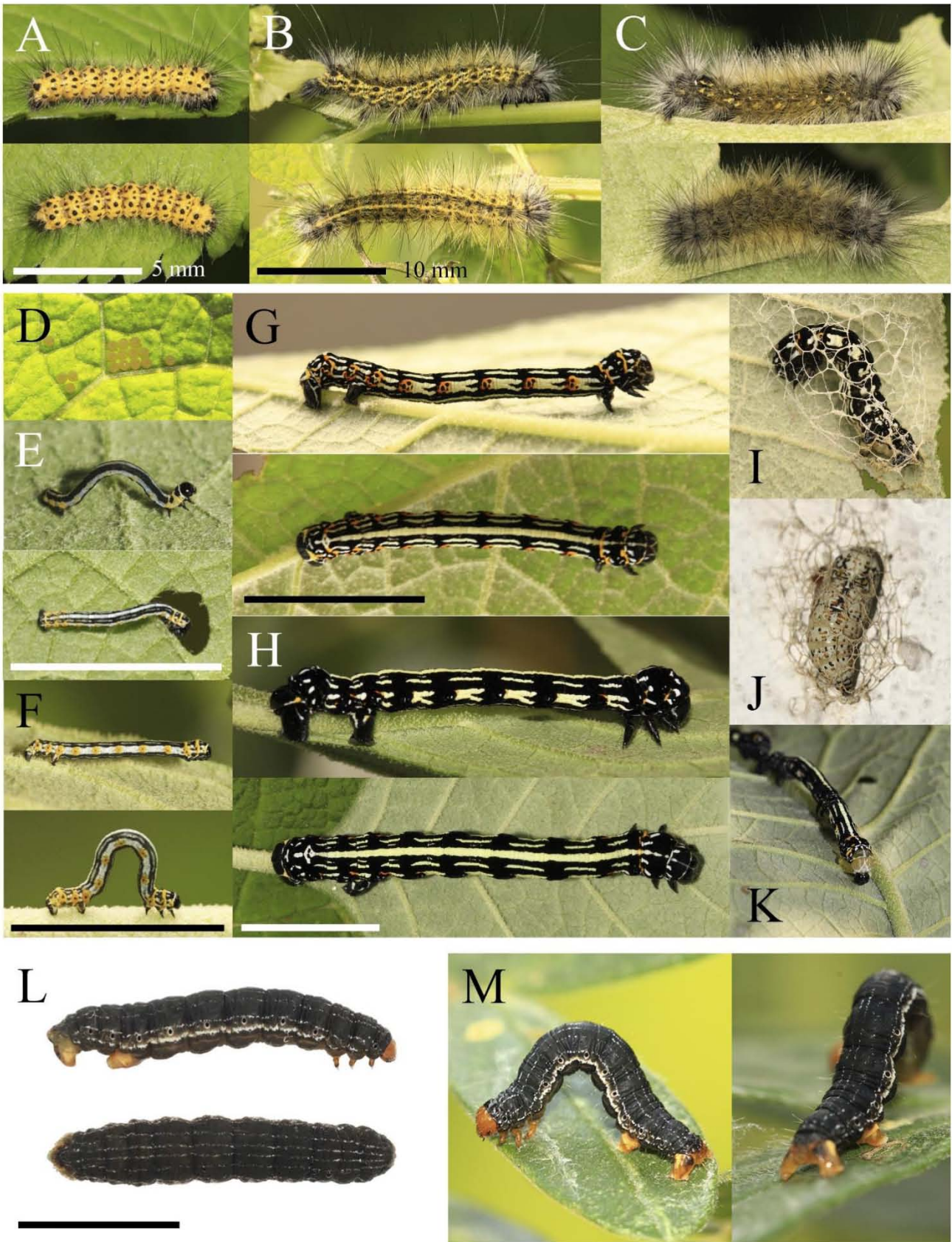
Arachnis sp 1 y 2. (Erebidae): Primer estadio (A). Segundo estadio (B). Tercer estadio (C). Cuarto estadio, presenta variación entre tonos rojizos (D-E). Quinto estadio, este se torna oscuro en el último estadio (F-G). A diferencia de *Arachnis aulaea*, estas orugas tienen las pseudopatas de color rojo intenso, una línea dorsal blanca y manchas en todo el cuerpo en los primeros estadios. Durante el proyecto se intentó criar varios individuos; sin embargo, solo se tuvo éxito con un ejemplar, de color gris, sin patrón moteado en las alas. El resto se encontraba parasitado (H).



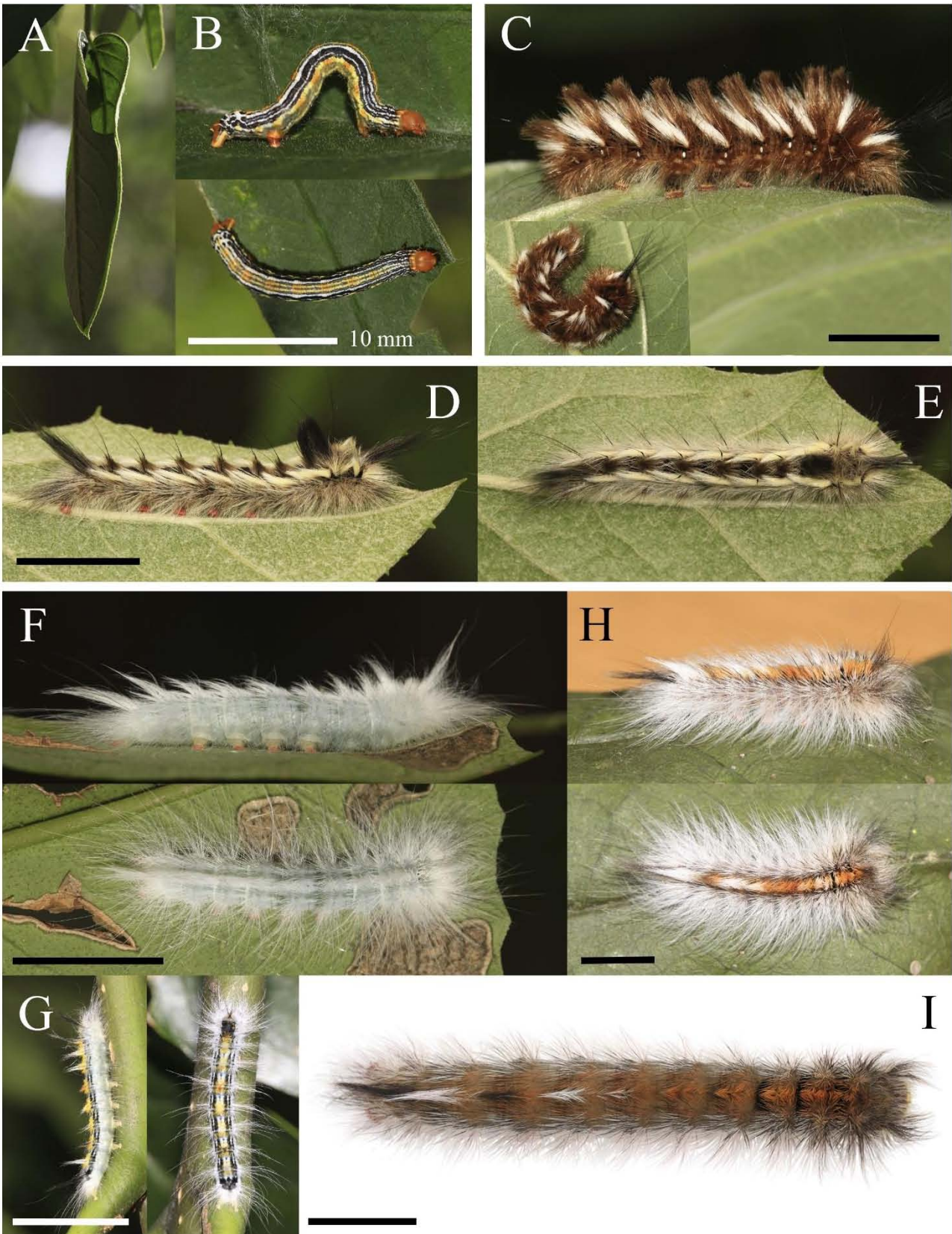
Erebidae: *Estigmene acrea*, segundo y cuarto estadio (A-B). ***Hypercompe andromela***, se observó al adulto ovipositar 726 huevos en *Hedera hélix* (C-D). ***Dysschema mariamne*** (E-J), primer (E), segundo (F-G), tercer (H), cuarto (I) y quinto estadio (J). ***Halysidota schausi*** (K-R), en los primeros estadios son gregarias, de color amarillo y con pocas sedas (K-M). A partir del tercer estadio presenta variación en el color de las sedas. Durante la crianza se observaron seis estadios (O-R).



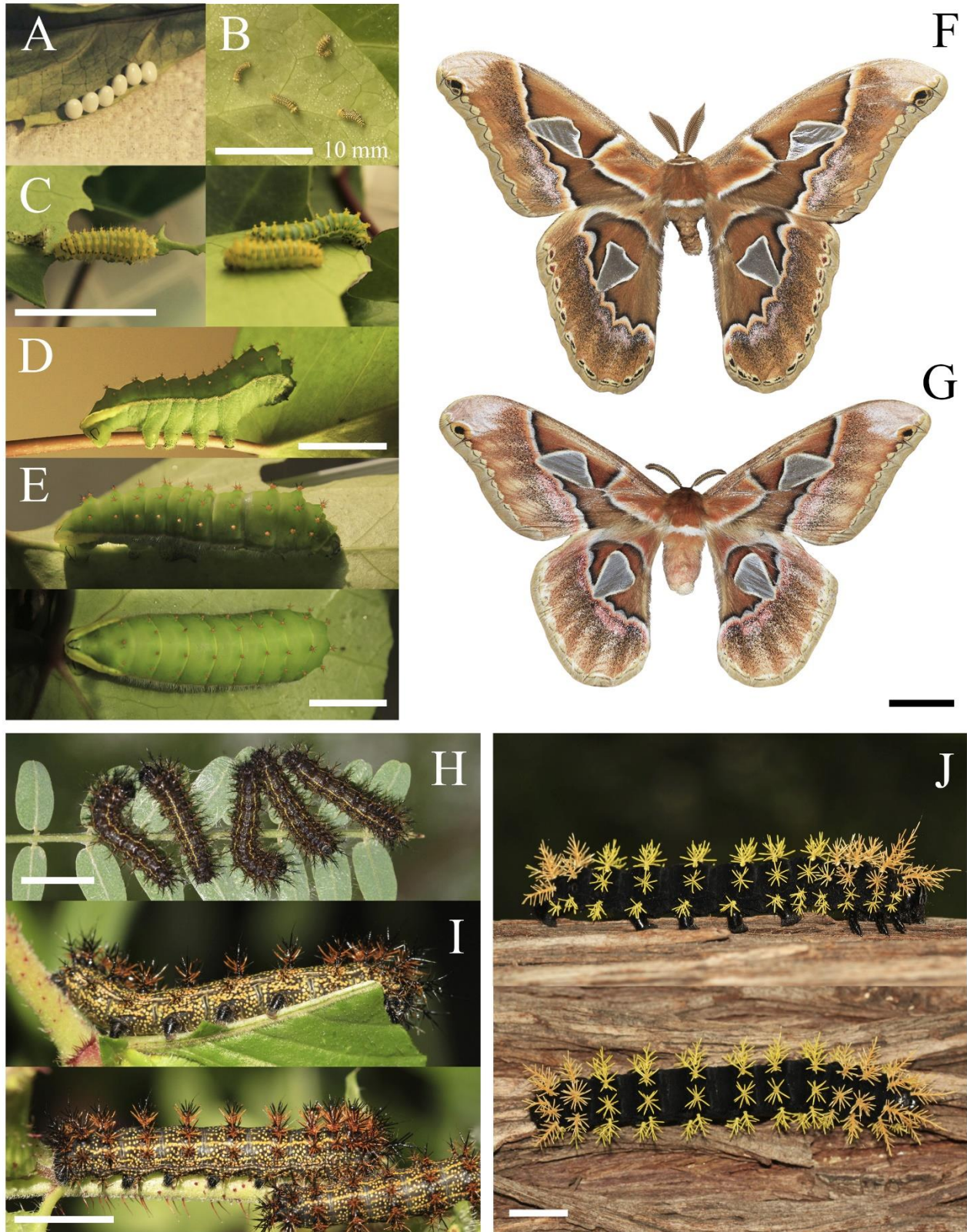
Erebidae: *Lophocampa* sp., cuarto estadio (A). ***Bertholdia schausiana*** (B-E), primer y segundo estadio (B), tercer (C) y cuarto estadio, de encontró variación en las manchas laterales y abundancia de sedas (D-E). ***Ctenucha* sp** (F-J), segundo (F), tercer (G), cuarto (I-J) y quinto estadio (H). Se observó en los primeros estadios la presencia de manchas amarillas en los segmentos abdominales, estas desaparecieron a partir del cuarto estadio.



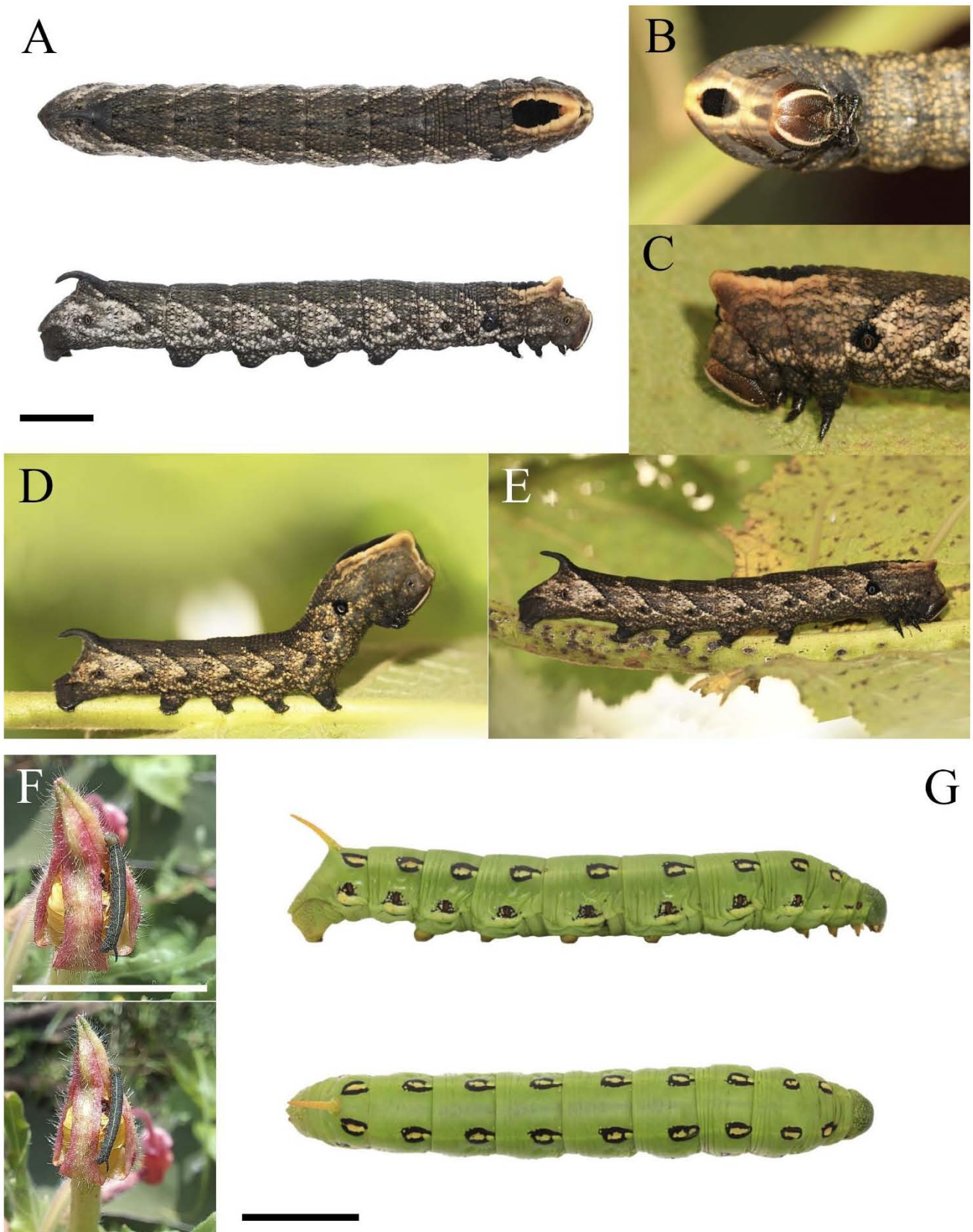
Amastus alba (Erebidae) (A-C), primer (A), tercer (B) y quinto estadio (C). *Acronyctodes mexicanaria* (Geometridae) (D-K), puesta de huevos en la planta del tepozán (D). Primer (E), segundo (F), tercer (G) y quinto estadio (H), prepupa (I) y pupa (J). Se encontraron varias pupas en lugares como estructuras abandonadas, troncos y rocas. Oruga en proceso de ecdisis (K). *Rheumaptera meadii* (Geometridae), quinto estadio (F-J).



Sabulodes aegrotata (Geometridae) (A-B), refugio hecho con dos hojas unidas por seda (A), tercer estadio (B). *Apatelodes pudefacta* (Apatelodidae), cuarto estadio (C). *Apatelodes* sp 1 (Apatelodidae), tercer estadio (D-E). *Apatelodes* sp 2 (Apatelodidae) (F-I), segundo estadio (G), presenta colores vibrantes en la parte dorsal. El tercer estadio presenta más sedas que el estadio anterior y sin colores vibrantes (F). El cuarto estadio vuelve a presentar color en las sedas dorsales y abundancia de sedas de mayor longitud (H). El último estadio es de gran tamaño, con mayor color y menos sedas que la etapa anterior (I).



Saturniidae: *Rothschildia orizaba* (A-G), puesta, la hembra ovipositó alrededor de 60 huevos (A), primer estadio, de color amarillo con algunas granjas verdes (B), segundo y tercer estadio, se ve un cambio de color amarillo a verde (C), cuarto y quinto estadio, con pináculos de color naranja (D-E). Los adultos presentan dimorfismo sexual, el macho es el de mayor tamaño con coloraciones oscuras (F) y la hembra presenta coloraciones claras (G). ***Automeris melmon***, segundo (H) y tercer estadio (I). Los últimos dos estadios son de color verde con pináculos alargados con sedas abundantes. ***Automeris leucane***, quinto estadio (J).



Sphingidae: *Sphinx lugens* (A-E), el cuarto y quinto estadio no presentan diferencias. Cuando es perturbada presenta una posición de defensa al alzar el tórax (D), mientras está en reposo se encuentra completamente extendida (E). *Hyles lineata*, el primer estadio es de verde oscuro, se alimenta de la flor y se esconde en esta (F). Cuarto estadio (G). El último estadio es de color negro con manchas amarillas.